



Physicae Organum

Instituto de Física - Universidade de Brasília

2022

Vol. 8

Número 1

Editor Gerente: Olavo Leopoldino da Silva Filho
Editor da Revista: Marcello Ferreira
Editor Convidado: Marcos Rogério Martins Costa

Editores Juniores:
André Luis de Oliveira Batista
Ester Costa Nascimento
Israel da Silva Oliveira
Marcos Vinícius Silva de Paula

Nota editorial

A presente edição teve sua composição final realizada posteriormente à sua publicação original, com o objetivo de padronização editorial e atribuição de identificadores digitais (DOIs) aos artigos. Esse processo não alterou o conteúdo dos trabalhos originalmente publicados.

A equipe desta edição foi composta por Olavo Leopoldino da Silva Filho (editor gerente), Marcello Ferreira (editor da revista), Marcos Rogério Martins Costa (editor convidado) e pelos editores juniores André Luís de Oliveira Batista, Ester Costa Nascimento, Israel da Silva Oliveira e Marcos Vinícius Silva de Paula.

A equipe editorial agradece à Biblioteca Central da Universidade de Brasília (BCE/UnB) pelo apoio na configuração e no registro dos DOIs da revista, especialmente à bibliotecária Luísa Chaves Café.

— Leonardo Luiz e Castro, responsável pela composição final, 2026

Editorial Note

This issue had its final composition prepared after its original publication, with the aim of editorial standardization and the assignment of digital object identifiers (DOIs) to the articles. This process did not alter the content of the originally published works.

The editorial team for this issue consisted of Olavo Leopoldino da Silva Filho (Managing Editor), Marcello Ferreira (Journal Editor), Marcos Rogério Martins Costa (Guest Editor), and the Junior Editors André Luís de Oliveira Batista, Ester Costa Nascimento, Israel da Silva Oliveira, and Marcos Vinícius Silva de Paula.

The editorial team thanks the Central Library of the University of Brasília (BCE/UnB), especially librarian Luísa Chaves Café, for their support in configuring and registering the journal's DOIs.

— Leonardo Luiz e Castro, responsible for the final composition, 2026

Apresentação

Caros leitores,

Apresentamos, aqui, mais edição da revista *Physicae Organum*. Em particular, apresentamos, neste número, vários trabalhos que resultaram da finalização do curso de especialização no ensino de ciências - *Ciência 10!*. Este curso é uma das iniciativas conjuntas do MEC, do MCTIC, do CNPq e da Capes, acolhida pelo Instituto de Física e pelo Centro de Educação a Distância (Cead) da UnB.

O Programa “Ciência é Dez” se desenvolveu entre os anos de 2019 e 2022, sob a supervisão e desenvolvimento do Cead/UnB e do IF/UnB. Durante esse período, foram realizadas pesquisas translacionais de qualidade, em caráter interdisciplinar e com mediação de tecnologias digitais, que visaram aprimorar a qualidade do ensino de ciências na Educação Básica de escolas públicas e privadas brasileiras, sobretudo aquelas situadas nos arredores do Distrito Federal e na Região Centro-Oeste. Para difundir o conhecimento aportado nesse período, esta edição da Revista *Physicae Organum* traz parte dos artigos resultantes das pesquisas realizadas na referida oferta do curso.

Apresentamos, também, um artigo muito interessante, envolvendo um jogo educacional, construído no âmbito do Mestrado Nacional em Ensino de Física (MNPEF), financiado pela SBF e pela Capes. Esperamos que os trabalhos aqui apresentados, cobrindo uma ampla gama de possibilidades pedagógicas, possam ser do interesse de uma ampla audiência.

Atenciosamente,

Prof. Olavo L. S. Filho

Prof. Marcello Ferreira

Prof. Marcos R. M. Costa

Sumário

1	ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE DENGUE EM UMA ESCOLA RURAL	1
2	EDUCAÇÃO NUTRICIONAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS	20
3	ENSINANDO CONDUÇÃO TÉRMICA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL	40
4	ONDAS MECÂNICAS	58
5	Abordagem Investigativa sobre Pilhas e Baterias	77
6	PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE APRENDER CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO	99
7	PERCURSO INVESTIGATIVO SOBRE A FOTOSSÍNTESE COM ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL	116
8	ATIVIDADES INVESTIGATIVAS SOBRE OS MOVIMENTOS DA TERRA E DA LUA COM ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL	130
9	INVESTIGAÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	150
10	UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE O EFEITO ESTUFA NO ENSINO FUNDAMENTAL	163
11	LABMEET	180
12	VACINAÇÃO EM DEBATE	201
13	MISTURAÇÃO	217
14	A PRÁTICA EXPERIMENTAL	233
15	ENTOMOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	249
16	TUDO SE TRANSFORMA	269
17	PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR	287

18 A FORMA DA TERRA	309
19 O PERCURSO INVESTIGATIVO SOBRE NOTÍCIAS FALSAS DA INGESTÃO DE SUBSTÂNCIAS ÁCIDAS E BÁSICAS CONTRA O CORONAVÍRUS (COVID-19) COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉ- DIO	332
20 UNIVERSO EM UMA GOTA D'ÁGUA	350
21 Buracos Negros e suas Diferentes Faces	369
22 ELETROGAME O JOGO	394
23 Expediente	413



ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE DENGUE EM UMA ESCOLA RURAL

INQUIRY-BASED TEACHING ABOUT DENGUE IN A RURAL AREA SCHOOL

DAYANE DE SALES FERREIRA¹, OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO²,
MARCELLO FERREIRA², MARCOS ROGÉRIO MARTINS COSTA²

¹Centro Educacional Irmã Maria Regina Velanes Regis, SEEDF

²Instituto de física, Universidade de Brasília, UnB

Resumo

O objetivo deste estudo foi relatar a experiência vivida em uma estratégia de aprendizagem aplicada a alunos da educação básica na rede pública de ensino do Distrito Federal. Estudo caracterizado como relato de experiência. A atividade teve a participação de 53 estudantes dos sextos e sétimos anos do ensino fundamental II, da Coordenação Regional de Ensino de Brazlândia Distrito Federal, matriculados em escolas da zona rural. Os encontros foram realizados através da plataforma Google Meet e, ao longo de três encontros, o assunto Dengue foi abordado com o objetivo de conhecer a doença, seus métodos de prevenção e saber se a região na qual cada estudante habita possui ou não a presença do agente causador da doença. O referencial teórico utilizado foi uma síntese da Aprendizagem Significativa de D. Ausubel com o ensino por investigação. Como atividade experimental, foi proposta a construção e uso de uma armadilha para mosquitos da Dengue. Com o desenvolvimento desse experimento, somado ao conhecimento cotidiano dos estudantes, foi possível verificar um aumento na desenvoltura argumentativa destes, assim como das habilidades de compartilhamento de conhecimentos.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Dengue. Ensino Investigativo.

Abstract

The objective of this study was to report the experience of a learning strategy applied to students of basic education in the public school system of the Federal District. The study is characterized as an experience report. The activity had the participation of 53 students from the sixth and seventh grades of elementary school II, from the Regional Education Coordination of Brazlândia - Federal District, enrolled in a rural area school. The meetings were carried out through the Google Meet platform and, during three meetings, the subject Dengue was approached with the purpose of getting to know the disease, its methods of prevention, and if the region that the students lives has or not the presence of the agent that causes the disease. The theoretical framework used was a

synthesis of D. Ausubel's Meaningful Learning with Inquiry Based Teaching. As an experimental activity, the construction of a Dengue Fever mosquito trap was proposed. With the development of this experiment, added to the students' everyday knowledge, it was possible to verify an increase in their argumentative resourcefulness, as well as their knowledge sharing abilities.

Keywords: Science Teaching. Dengue. Inquiry Teaching.

I. INTRODUÇÃO

Atualmente, a metodologia expositiva é a mais utilizada para o ensino de ciências. Esse método tem por finalidade a transmissão de conteúdo realizada apenas pelo professor, cabendo aos alunos a função de ouvintes passivos que, ao final da explicação, se preocupam apenas em memorizar o que foi apresentado para a realização de atividades avaliativas e, logo em seguida, esquecer o que foi apresentado, sem conseguir associar o conteúdo da sala de aula ao seu cotidiano (SCHNETZLER, 2010). Desse modo, o ensino de ciências não cumpre o seu papel, que é o de formar cidadãos conscientes, com senso crítico e de responsabilidade na sua relação com o meio em que vivem (MOREIRA, 2011).

Entretanto, o método tradicional de ensino associado à utilização de metodologias ativas e de recursos didáticos adequados, pode ser capaz de despertar o interesse do aluno, aguçar sua curiosidade e interesse pela ciência (NICOLA, PANIZ, 2017).

As metodologias ativas de ensino são um conjunto de métodos com a finalidade de estimular o pensamento autônomo e desenvolver habilidades, tanto sociais quanto cognitivas, colocando o aluno como centro de seu próprio aprendizado (NASCIMENTO; COUTINHO, 2016). Os recursos didático-pedagógicos são materiais e/ou técnicas que auxiliam no aprendizado dos estudantes (DE SOUZA; DE GODOY; DALCOLLE, 2007), como atividades lúdicas, recursos tecnológicos e atividades práticas.

A metodologia de ensino de ciências por investigação contrapõe-se metodologicamente à abordagem tradicional por transmissão, trazendo o aluno para o centro do processo de ensino, tratando-o como fonte autêntica de conhecimento, cotejando o conhecimento adquirido com seus usos cotidianos e dando, ao professor, o papel fundamental de norteador do conhecimento, que deve auxiliar o estudante no processo de esclarecimento do conhecimento e na aquisição de novas informações. Ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento (CARVALHO, 2013). Ainda assim, essa metodologia não exclui, em princípio, o uso da abordagem expositiva quando esta for contextualmente justificável.

No atual período da pandemia, causado pelo vírus Sars-Cov-19, em que as aulas estão sendo ministradas no formato remoto, o ensino teve que ser atualizado e adaptado para que fosse possível alcançar todos os estudantes. O ensino de ciências por investigação tornou-se um aliado neste momento em que os alunos passaram a conviver por maior tempo com seus familiares e assim passaram a ter maior acesso a informações cotidianas e muitas vezes contato maior com tradições de gerações passadas.

O assunto "Dengue" se relaciona diretamente com o cotidiano dos alunos alvo da sequência didática proposta neste trabalho. Por sua vez, esse assunto estava previsto no calendário da SEDF/2021 como um dos temas transversais da Base Nacional Comum Curricular para a habilidade:

Interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde (como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, atmosférica entre outras) e dos resultados de políticas públicas destinadas à saúde. (BRASIL, 2018).

Com base nisso, este estudo teve como objetivo desenvolver elementos da temática sobre a dengue a partir do amálgama entre o referencial teórico do ensino por investigação e aquele da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Diferentes autores concordam que o ensino de Ciências deve viabilizar uma apropriação crítica do conhecimento científico na perspectiva do letramento científico que, por exemplo, segundo Mamede e Zimmermann (2005, p. 2), [...] se refere ao uso do conhecimento científico e tecnológico no cotidiano, no interior de um contexto sócio-histórico específico.

O Currículo em Movimento, em seu documento afirma que o

[...] processo formativo em Ciências deve fornecer subsídios para que os estudantes interpretem fatos, fenômenos e processos naturais e compreendam o conjunto de aparatos e procedimentos tecnológicos do cotidiano doméstico, social e profissional, tornando-se, assim, capazes de tomar decisões conscientes e se posicionarem como sujeitos autônomos e críticos. (SEE/DFb, 2018, p.205).

Questionar, assim como solucionar problemas, devem ser práticas do cotidiano de sala de aula, trazendo ao estudante desafios dentro de assuntos a serem abordados no decorrer das aulas, fazendo com que os estudantes possam pensar em soluções e obter novos conhecimentos. Essas práticas são objetivos do método investigativo.

David Ausubel, em seus estudos apresenta três tipos gerais de aprendizagem: cognitiva, afetiva e psicomotora.. Sua teoria centra-se na aprendizagem cognitiva, que se refere ao armazenamento organizado de informações na mente do ser que aprende, (...) complexo organizado conhecido como estrutura cognitiva. (MOREIRA,2019).

Segundo Carvalho (2013), a interação didática de uma sequência de ensino investigativo (SEI) é proporcionar o ancoramento de novos conhecimentos aos conhecimentos estruturados por gerações anteriores do estudante.

Para alcançar o objetivo de uma aprendizagem significativa através do método investigativo, foi feito um amálgama entre os estudos de Ausubel e o Ensino por Investigação. David Ausubel apresenta a Aprendizagem Significativa que se dá, segundo Moreira (2019), através de um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com um conhecimento preexistente na estrutura cognitiva do aprendiz, cujos conceitos são chamados de subsunçores.

Segundo Moreira (2019), David Ausubel caracteriza a Aprendizagem Significativa como decorrência de um processo de relação não arbitrária que ocorre entre a informação nova e informações preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Os conceitos que preexistem nessa estrutura são, pois, chamados de subsunçores e o processo de relacionamento não arbitrário é conhecido como ancoragem.

Assim, a Aprendizagem Significativa demanda uma etapa inicial de levantamento dos subsunçores, para que o professor possa saber o ponto de partida daquilo que deseja ensinar. Entretanto, se esse é um ponto de partida, é importante ressaltar que há a necessidade de se continuar o processo rumo à Aprendizagem Significativa, propriamente dita. Portanto, aqueles subsunçores levantados, quando existentes, mostram-se ainda superficiais e desorganizados, frente àquilo que se deseja ensinar. Neste sentido,

para Ausubel, a aprendizagem de determinado conjunto de conceitos que formam um campo conceitual ou parte dele é a recepção deste conjunto de conceitos pela estrutura cognitiva do aprendiz, com os elementos que daí advêm, como a necessidade de reorganização dessa estrutura, bem como da própria informação (SILVA FILHO, FERREIRA, 2018).

Portanto, é crucial que, seguindo-se à etapa de levantamento de subsunçores, haja o uso de organizadores prévios, que serão utilizados como base para uma nova aprendizagem e desenvolvimento de subsunçores (Moreira, 2019). Ou seja, há a necessidade de uma introdução teórica, que sirva de organização (incluindo aprofundamento) dos conhecimentos já existentes, direcionando-os ao tema que será trabalhado, para que os mesmos sejam assimilados de forma significativa.

Esses elementos do referencial teórico da Aprendizagem Significativa, em particular sua exigência de que os alunos desejem aprender, podem se vincular de maneira natural e interessante aos pressupostos do Ensino por Investigação, em particular naqueles casos de um ensino que envolve a experimentação.

De fato, como nos informa Reginaldo, Sheid e Güllic (2012), a experimentação durante as aulas [é importante], não apenas por despertar o interesse pela Ciência nos alunos, mas também por inúmeras outras razões [que] devem ser de conhecimento de todos os professores da área.

Ao se iniciar o processo de ensino com um experimento, é possível direcionar o aprendizado dos alunos não apenas para os conteúdos apresentados, mas também, a partir dos conhecimentos prévios dos alunos, ir paulatinamente criando um pensamento de viés científico, com os elementos de ceticismo, criticidade e argumentação que são precípuos a esta atividade humana (CARVALHO, 2013).

Carvalho (2013) também afirma que, muito frequentemente, uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) começa com um problema, de preferência contextualizado, fornecendo aos alunos condições para construir hipóteses, perceber as variáveis envolvidas no problema, estabelecer interrelações entre tais variáveis com a construção de hipóteses, desenvolvendo habilidades que são congêneres com aquelas que são desenvolvidas com a prática científica.

É interessante notar que a abordagem do Ensino por Investigação pode se acomodar de maneira interessante com o ensino remoto, uma vez que interage de maneira natural com o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). Isso é importante, pois,

em março de 2020, houve a suspensão das aulas presenciais em todo o mundo, em todos os níveis educacionais, desencadeada pela pandemia do novo coronavírus (COVID-19). Cerca de 80% dos estudantes do mundo o que corresponde a mais de um bilhão de crianças e adolescentes foi, direta e indiretamente, afetado pela decisão de suspensão das aulas, segundo a Unesco (COSTA; SOUZA, 2020).

Perante essa situação, o ensino remoto foi a opção mais viável para o momento, recebendo adesão principalmente das redes de ensino público, como solução para a suspensão das aulas, como ocorreu, em particular, na Secretaria de Educação do Distrito Federal. A Medida Provisória (MP) no. 934/20 amparou juridicamente essas mudanças, inclusive flexibilizando, excepcionalmente, a exigência de cumprir o calendário escolar em âmbito nacional (SOUSA, SILVA, OLIVEIRA, SILVA, 2021).

Nesse contexto, professores foram levados a uma alteração de práticas, de formação, de responsabilidades e, principalmente, da afirmação do sentido do trabalho em um movimento dialético de resistência-conflito-conformação diante deste cenário de aulas presenciais suspensas, com intenção de resguardar a vida (SOUSA, SILVA, OLIVEIRA, SILVA, 2021).

Assim, o Ensino por Investigação, para além de todas as possibilidades que introduz pelas suas características precípuas, delinea-se como uma importante e viável alternativa para a modernização do ensino também, mas não apenas, no formato remoto.

III. METODOLOGIA

A atividade investigativa de que trata este trabalho foi realizada com uma amostra de 53 estudantes (número que sofreu alteração para mais ou para menos, considerando todas as etapas do estudo). O público alvo das aulas foram os estudantes dos 6o e 7o anos do ensino fundamental II, na unidade escolar Centro Educacional Irmã Maria Regina Velanes Regis (CED Ira. M^l. Regina).

Em 2021, no turno vespertino, a escola contava com a composição de nove turmas no ensino fundamental II, sendo estas: 04 turmas com alunos no 6o ano e 05 turmas com alunos no 7o ano, totalizando aproximadamente 300 estudantes distribuídos nessas 9 turmas, que compõem a população da aplicação da SEI deste estudo.

Uma abordagem pedagógica que não se paute apenas no ensino tradicional por transmissão, que trate os alunos como protagonistas e que, em virtude disso, eleja para o ensino de ciências uma perspectiva investigativa, tem, como já dito, a possibilidade de usar a experimentação como um de seus eixos diretores principais, ainda que isso não seja estritamente necessário para a aplicação da metodologia investigativa.

Assim, para que a aplicação da metodologia de ensino investigativo fosse propriamente realizada, tendo por fundamento a perspectiva teórica de Ausubel (1963), foi construído pela professora um mapa de conceitos (figura 1) que foi utilizado para o levantamento de subsunçores a serem trabalhados, considerando-se o tema a ser ensinado e o ano escolar dos estudantes.

Com base no mapa de subsunçores desejados, apresentados na 1, foi elaborado um questionário para o levantamento concreto dos subsunçores que estariam presentes nas estruturas cognitivas dos estudantes (Ver apêndice A).

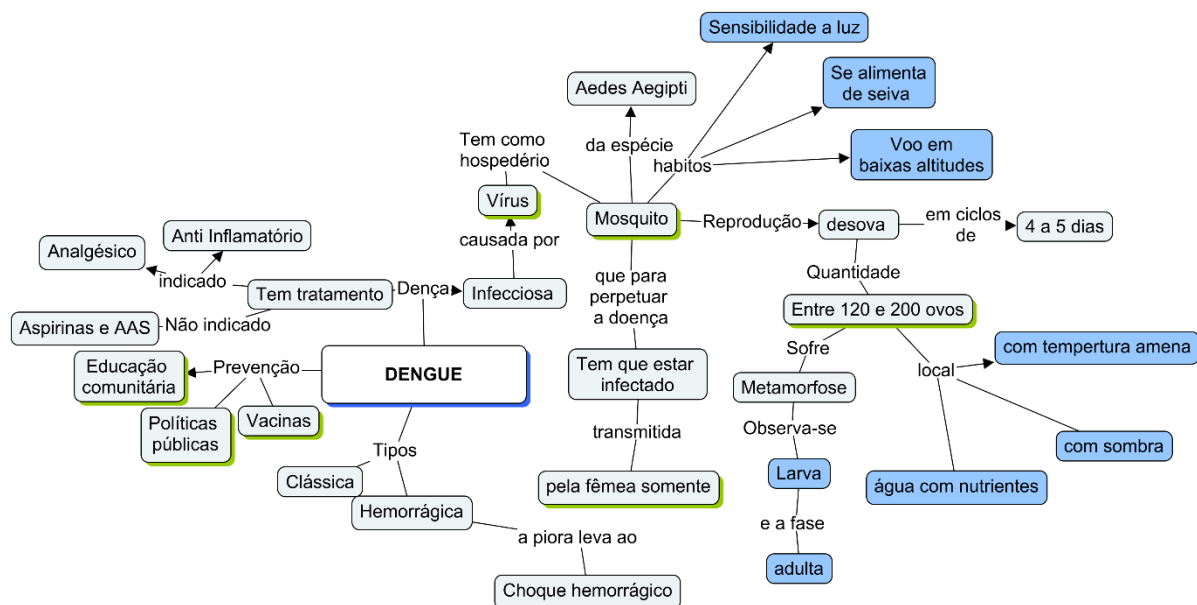


Figura 1: Mapa dos subsunçores Assunto: Dengue.

Na construção do questionário foi, igualmente, considerada a habilidade da BNCC: (EF04CI08) Propor, a partir do conhecimento das formas de transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), atitudes e medidas adequadas para prevenção de doenças a eles associadas (BRASIL, 2018).

Como resultado do processo, os alunos foram submetidos ao questionário de levantamento de subsunçores (apêndice A). O questionário prévio ou diagnóstico foi disponibilizado durante o primeiro encontro. Neste momento os alunos tiveram acesso e responderam ao questionário de múltiplas escolhas através do Google Classroom.

Por meio do questionário, os estudantes foram perguntados sobre prevenção de doenças, patógenos que podem ser causadores de doenças, características dos vírus e bactérias, sintomas, infecção e transmissão das doenças, características relacionadas à metamorfose e ao combate e controle de uma pandemia, além de características das políticas públicas e educação comunitária sem, entretanto, estabelecer correlação direta com a questão propriamente da dengue, que era, afinal, o tema a ser apresentado.

A análise das respostas dos questionários permitiu delinear aqueles conceitos prévios que mais necessitariam de organização. No segundo encontro, que teve características de organização prévia, desenvolvida a partir dos resultados do primeiro encontro, foram contextualizados tópicos, possibilitando assim, condições para que os alunos pudessem trabalhar com as variáveis relevantes.

Ainda no segundo encontro, os alunos foram orientados sobre como montar uma armadilha¹ para os ovos do mosquito da dengue. Trata-se de um projeto de baixo custo, uma vez que o material é reutilizável; o único material mais caro, o micro tule, ficou à disposição dos estudantes para a retirada na instituição de ensino.

¹Armadilha idealizada e patenteada pelo Sr. Antônio C. Gonçalves Pereira, funcionário contratado da COPPE-UFRJ, junto com o Engenheiro Hermano César M. Jambo <http://www.sempresustentavel.com.br/ou-trosprojetos/dengue/dengue.htm>.

A partir da percepção da professora das variáveis relevantes para o estudo, os estudantes foram separados em grupos, em que cada grupo iria articular um conjunto específico dessas variáveis (como local, alto ou baixo, da armadilha; colocação na sombra ou no sol, dentre outras). Os estudantes observaram a armadilha por oito dias e foram orientados a fazer as anotações em um diário de campo. As variáveis previamente discriminadas foram:

- Armadilha em local baixo, com sombra e grãos de arroz na água;
- Armadilha em local alto, na sombra e grãos de arroz na água;
- Armadilha em local baixo, na sombra e sem grãos de arroz na água;
- Armadilha em local alto, na sombra e sem grãos de arroz na água;
- Armadilha em local baixo, sob luminosidade e com grãos de arroz;
- Armadilha em local alto, sob luminosidade e com arroz;

Ao receber as orientações referente às variáveis, os estudantes foram esclarecidos quanto aos seguintes fatos: (a) um local baixo seria em espaços próximos, por exemplo, da máquina de lavar, algum espaço em que eles já tivessem observado anteriormente aglomeração de mosquitos; (b) um local alto, por outro lado, seria sobre armários e geladeiras, por exemplo.

Por fim, os estudantes, separados em grupos e com as armadilhas devidamente montadas, foram orientados a realizar a anotação em uma folha diariamente, resultando no diário de campo (apêndice B).

A terceira e última aula se deu com o uso da metodologia de sala invertida, que se trata de uma metodologia ativa de ensino em que professores gravam vídeo aulas para serem estudadas antecipadamente pela turma, para que em sala de aula os alunos possam aplicar o conteúdo através de atividades práticas e de forma colaborativa. Assim, foi possível agregar essa técnica à metodologia ativa do Ensino por Investigação e utilizar recursos didáticos diversos (VALENTE, 2014).

Na adaptação da sala invertida para este momento os alunos foram revisando o conteúdo com perguntas e respostas. Perguntas no geral apresentadas pelos próprios estudantes e com as observações realizadas, foram direcionadas para a resposta da pergunta problema do tema trabalhado. Isso é particularmente importante, pois: a discussão é aberta, professor/classe... Comportamentos relacionados ao domínio procedimental podem ser observados quando o aluno descreve as ações observadas; relaciona causa e efeito, explica o fenômeno investigado (CARVALHO, 2013).

Para devolutiva e conclusão da atividade, os estudantes responderam a um novo questionário (apêndice C) conclusivo que, além de avaliativo, foi essencial para se verificar se houve indícios de Aprendizagem Significativa.

Por se tratar de um relato de experiência, não foi necessária a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa. Entretanto, foram seguidos todos os princípios éticos nacionais e internacionais, de acordo com as resoluções CNS 466/2012, 510/2016 e complementares (BRASIL, 2012; BRASIL, 2016).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através de questionários, realizados via plataforma Google Classroom, foi possível avaliar as condições em que os estudantes vivem. Os resultados justificam a baixa participação desses estudantes, uma vez que o projeto foi totalmente aplicado de forma remota. Como muitos enfrentavam dificuldades sociais e financeiras, isso terminou por impactar negativamente o trabalho com Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs). De fato, conforme constata Costa e Sousa (2020),

conseguiu-se apreender que a problemática da inserção das TIC na área da educação não se concentra apenas na maneira didático-pedagógica de se incorporar os dispositivos móveis e suas infinitas possibilidades; mas também nas estruturas social, econômica e política subjacentes que não podem ser ignoradas.

Em virtude dessas considerações, o tema e experimento foram escolhidos considerando que se trata de um experimento de baixo custo, com o uso de materiais reutilizáveis, sendo que parte dele estava disponível para retirada na escola.

A atividade investigativa foi realizada entre os dias 24 de junho e 08 de julho de 2021 em 03 encontros com duração de 50 minutos aproximadamente cada, com a participação dos estudantes dos 6os e 7os anos do ensino fundamental II do Centro Educacional Irmã Maria Regina Velanes Regis, durante as aulas de parte diversificada PD3.

A primeira aula foi disponibilizada para os estudantes poderem acessar a plataforma Google Classroom e responderem ao questionário diagnóstico, para que assim fosse possível ter o discernimento de quais conhecimentos os estudantes já possuíam ou precisariam ser trabalhados.

O questionário diagnóstico contou com a participação de 52 estudantes, que foram orientados a responder o questionário sem a necessidade de realizar pesquisa ou consulta sobre o assunto. Também foi esclarecido que as perguntas possuíam mais de uma resposta correta. A participação dos alunos pode ser observada na figura 2, onde há a porcentagem da distribuição do número de participantes nas nove turmas.

Para uma melhor visualização das informações quantitativas do quadro 1, remetemos ao modelo apresentado no apêndice A, em que ressaltamos que:

- a primeira coluna que se refere à porcentagem de significância da alternativa, como subsunçor, ao aprendizado futuro do tema a ser trabalhado;
 - (i) Alternativas com valores negativos implicam em respostas que não estão associadas ao que se está perguntando, indicando que o aluno desconhece as fronteiras conceituais envolvidas.
- no contexto de cada *item*, aparece a relevância do item, em termos percentuais, para a representação dos temas por ele tratados como subsunçores do tema a ser trabalhado;
- A média ponderada foi calculada como o resultado das porcentagens de acerto e das significatividades das alternativas.

ANO E TURMA

52 respostas

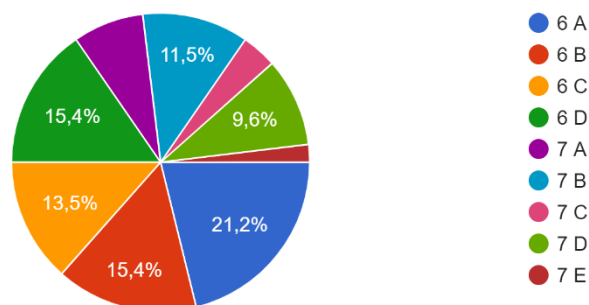


Figura 2: Número de estudantes participantes no questionário diagnóstico.

A coleta das respostas aconteceu através do Google Classroom. Para melhor análise dos dados de cada questionário, os dados foram transcritos para o programa Excel de modo a criar uma percepção dos subsunçores presentes nas estruturas cognitivas dos estudantes. Assim, os resultados apresentados na figura 3 foram os norteadores para o encontro subsequente, considerando os pontos com maior ou menor necessidade de organização prévia.

Com a análise dos resultados recebidos, foi possível preparar o momento teórico do encontro. O material foi apresentado aos alunos através de slides nos quais, além de apresentar a contextualização do assunto dengue, também foram feitas perguntas norteadoras para que os alunos pudessem realizar diversas trocas de hipóteses. Tais trocas também foram influenciadas pelo que os alunos já traziam de experiências particulares, por exemplo, por meio de casos em suas famílias, notícias, principalmente por meio da televisão, e informações através das redes sociais.

Assim, o slide utilizado foi organizado com:

- Perguntas norteadoras: O que são doenças? O que causa as doenças? Toda doença tem tratamento? O que é um hospedeiro, um vetor, um sintoma? Será que é possível prevenir apenas com vacina?
- Imagens que facilitam a compreensão das diferentes doenças, transmitidas pela fêmea do mosquito *Aedes Aegypti*;
- Sintomas das doenças;
- Ciclo de vida da espécie *Ae. aegypti*;
- Meios de prevenção para que não haja surtos;

No segundo encontro esteve presente um total de quarenta e oito estudantes dos sexto e sétimo anos, que participaram contribuindo com o conhecimento empírico. Por se tratar de um tema trabalhado anualmente e de fácil acesso à informação, os estudantes conseguiam,

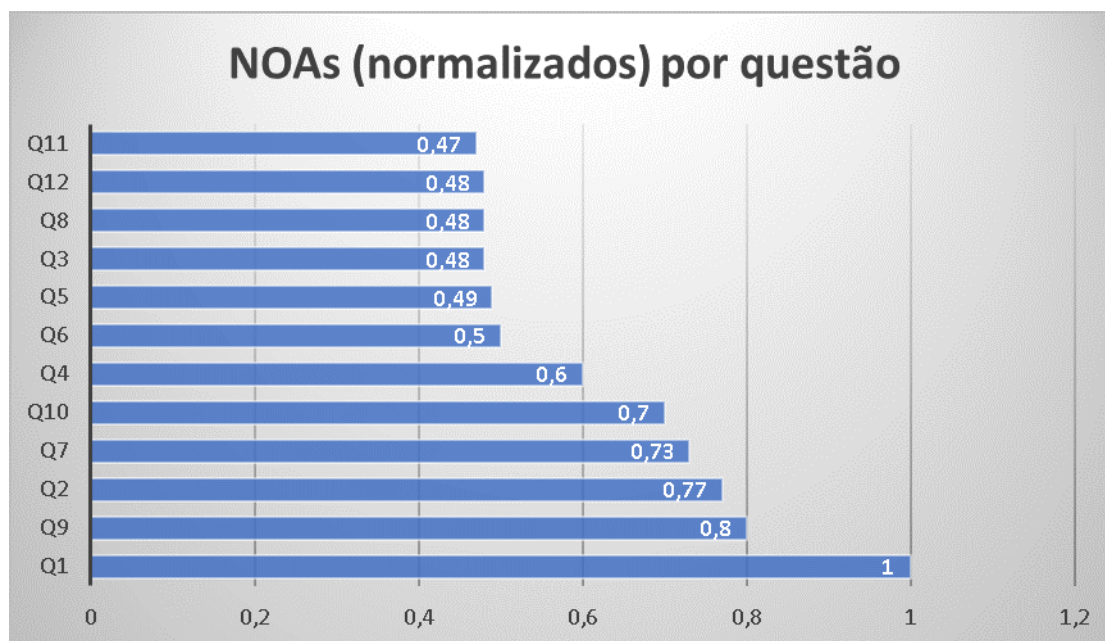


Figura 3: Classificação das questões a serem trabalhadas em ordem do menor para o maior resultado relacionado à necessidade de organização prévia.

por exemplo, explicar o que pode vir a causar uma doença, ainda que não tenham sido capazes de dizer, em sua literalidade, o que é a doença propriamente dita. Aqui considera-se que a interseção professoraluno, deve ocorrer por ser este um momento de contribuição para a construção de novos conhecimentos pelos estudantes, apoiando este novo conhecimento ao conhecimento prévio dos participantes. Por essa razão, a presença do professor mostra-se crucial como meio de conduzir os estudantes a remover lacunas eventualmente existentes no seu aprendizado.

Dessa maneira, o encontro foi iniciado com a apresentação das perguntas anteriormente expostas para exercitar a participação dos participantes, no sentido de dar a eles protagonismo, como se espera de uma metodologia ativa. Perguntas como: o que são doenças?; qual a diferença entre hospedeiro e vetor?; o que é prevenção e como ela pode acontecer? Os estudantes, tanto do sexto quanto do sétimo ano, tiveram dificuldade para responder com coerência e/ou por completo. Com isso, foi possível começar a observar quais conhecimentos os estudantes traziam consigo, confirmando o resultado relativo aos subsunçores, já apresentado na 3.

Desse modo, nesse encontro aconteceu a contextualização do assunto, em que os slides apresentados e a participação da professora foram fundamentais para a estruturação de uma ponte entre o conhecimento existente e um novo conhecimento a ser adquirido ou seja, em que foi feita a organização prévia dos subsunçores. Para tanto, alguns conceitos foram apresentados, como:

- A diferença entre vírus e bactérias e também esclarecido que assim como ambos têm diferenças, quando patológicos as doenças causadas pelos mesmos também recebem tratamentos distintos;
- A diferença entre hospedeiro e vetor. Sendo importante para os estudantes, obter o

esclarecimento que nem todo mosquito é hospedeiro;

- Diferentes tipos de doenças, transmitidas pela fêmea do *Ae. aegypti*;
- Características do ciclo de vida da espécie.

Na segunda parte do encontro, houve o processo de montagem da armadilha que foi bem rápido, considerando que a armadilha é de fácil montagem. Em seguida, os alunos foram distribuídos nos grupos já mencionados.

No último encontro, foi utilizada a metodologia da aula invertida e os alunos começaram a dar informações sobre o que observaram nas armadilhas. Neste encontro apenas 22 estudantes participaram, sendo que três destes não estiveram nos encontros anteriores.

Assim, os três novos participantes tornaram-se os maiores questionadores dessa aula, apresentando perguntas como: Porque a armadilha estava no alto ou no baixo. Sob a luz do sol ou a sombra?; Por qual motivo, umas armadilhas tinham arroz e outras não?; Qual a função do arroz?. E em um determinado momento, entre as perguntas, foi feita a pergunta problema: Qual a função da armadilha?

Os alunos que fizeram a armadilha e a observaram em sua maioria conseguiram responder às perguntas realizadas. Responderam às perguntas, geralmente, de forma coesa e completa. Nesse último encontro, a participação da professora se restringiu a ajudar os estudantes a realizar perguntas mais claras e auxiliar, quando necessário, com alguma correção ou complementando algum conhecimento apresentado.

Os estudantes concluíram que não estávamos em época de calor e foram dias frios e com o clima seco. Assim, como o mosquito precisa de local com água, o número de mosquitos ficou reduzido nas regiões onde as armadilhas foram postas. Foi notável que os estudantes conseguiram assimilar o conteúdo, realizando perguntas e formulando soluções e ou respostas para o que havia sido proposto durante os encontros. Este fato mostra uma importante característica do Ensino por Investigação: mesmo em situações em que o experimento falha, no sentido de não produzir os resultados almejados, ainda assim é possível que a aprendizagem ocorra na forma investigativa, pois os estudantes têm, agora, que levantar hipóteses e considerações relativas às razões pelas quais o insucesso ocorreu.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No período em que estivemos em aulas remotas, o método investigativo, foi eficaz para substituir o método tradicional e proporcionar aos estudantes a experiência de uma metodologia de ensino ativo. A prática realizada com os estudantes possibilitou a participação efetiva dos alunos, alcançando o objetivo de troca de informações e participação ativa, dando a esses estudantes protagonismo na criação de seu próprio conhecimento, ao levá-los a buscar soluções para os questionamentos levantados.

O levantamento dos subsunçores se mostrou eficaz e facilitador para a elaboração das aulas, indicando a necessidade de se articular o Ensino por Investigação a um referencial teórico que possa fornecer critérios de uma boa aprendizagem (no presente caso, de aprendizagem significativa). De fato, não apenas o levantamento de subsunçores foi impor-

tante, como a etapa de organização prévia, igualmente preconizada pela Aprendizagem Significativa, foi essencial para o desenvolvimento da sequência didática.

Com o cenário atual na educação, em que se tem a implementação da seriação em ciclo e o Currículo em Movimento pela Secretaria de Educação do Distrito Federal (SEE/DFa, 2018), uma perspectiva que se volte para a avaliação da significância do conhecimento adquirido e não foque, apenas, na pontuação final se apresenta como muito importante (SEE/DFa, 2018).

A abordagem da Aprendizagem Significativa se mostra consentânea principalmente a uma forma de avaliação formativa, não excluindo aquela somativa e, portanto, adequando-se perfeitamente ao que é preconizado nos processos precípuos do Currículo em Movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal. Nesse sentido, os resultados obtidos pela avaliação final, de caráter somativo, se mostraram relevantes para a conclusão de que houve indícios de aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton; 1963. 255 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cns/2013/res0466_12_12_2012.html. Acesso em: 04 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22917581. Acesso em: 04 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 04 out.2021.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning. 2013, 152p.

COSTA, Marcos Rogério Martins; SOUSA, Jonilto Costa. Desafios da educação e das tecnologias de informação e comunicação durante a pandemia de Covid-19: problematizando a transmissão de aulas assíncronas nos canais de televisão aberta e o uso da internet para fins didático-pedagógicos. *Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal*, Brasília, v. 7, n. 3, p. 55-64, ago. 2020.

DE SOUZA, Salete Eduardo; DE GODOY DALCOLLE, Gislaine Aparecida Valadares. O uso de recursos didáticos no ensino escolar. *Arq Mudi*. Maringá, PR, v. 11, n. Supl 2, p. 110-114p, 2007.

MAMEDE, M.; ZIMMERMANN, E. Letramento científico e CTS na formação de professores para o ensino de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, 2005. Número extra. VII Congresso. Disponível em: <https://livrozilla.com/doc/846252/letramento-cient%C3%ADfico-e-cts-na-forma%C3%A7%C3%A3o-de-professores>. Acesso em: 15 nov.2021

MOREIRA, Marco Antônio. Teorias de aprendizagem. 2ª ed. ampl. [Reimpr.]. São Paulo: E.P.U., 2019.

NASCIMENTO, Tuliana Euzébio; COUTINHO, Cadidja. Metodologias ativas de aprendizagem e o ensino de Ciências. *Multiciência Online*, 2016.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no Ensino de Ciências e Biologia. *InFor*, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2017.

REGINALDO, Carla Camargo; SHEID, Neusa John; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa. O ensino de ciências e a experimentação.

SCHNETZLER, Roseli. Alternativas didáticas para a formação docente em química. In *Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente*. organização de Ana Maria de Oliveira Cunha ... [et al.]. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. 693p.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL (SEE/DFa). Currículo em Movimento da Educação Básica: Ensino Fundamental. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.educacao.df.gov.br/curriculo-em-movimento-da-educacao-basica-2/>. Acesso em: 04 out. 2021.

SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL (SEE/DFb). Guia orienta gestores, professores e pais de alunos para o retorno presencial. Disponível em: <https://www.educacao.df.gov.br/guia-orienta-gestores-professores-e-pais-de-alunos/>. Acesso em: 04 out. 2021.

SILVA FILHO, Olavo Leopoldino da.; FERREIRA, Marcelo. Teorias da Aprendizagem e da Educação como Referenciais em Práticas de Ensino: Ausubel e Lipman. *Revista do Professor(a) de Física*, v. 2, n. 2, p. 104-125, 2018. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/12315>. Acesso em: 02 out. 2021.

SOUSA, Fernando Santos; SILVA, Kátia Augusta Curado Pinheiro Cordeiro da; OLIVEIRA, Alessandra Batista de; SILVA, Luana Rosa de Araújo. Os sentidos atribuídos ao trabalho docente por professoras e professores no contexto da pandemia da Covid-19. *Revista Práxis*. A18; n.3, set/dez 2021.

VALENTE, José Armando. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em revista*, n. 4, p. 79-97, 2014.

A. APÊNDICE I

%	Perguntas
	(Relevância=80%) - 1 - Assinale as alternativas que se referem à prevenção das doenças.
+50%	(a) Vacinas
-10%	(b) Remédios
+30%	(c) Políticas públicas
+20%	(d) Educação comunitária
-50%	(e) Região
	(Relevância=100%) - 2 - Assinale as alternativas que se referem aos patógenos que podem ser causadores de doenças.
+33%	(a) Bactérias
+33%	(b) Vírus
+33%	(c) Protozoários
-10%	(d) Sujeira
-10%	(e) Saliva
	(Relevância=100%) - 3 - Assinale as alternativas que se referem apenas às características dos vírus.
+33%	(a) Microrganismo acelular
-10%	(b) Reprodução por esporos
+33%	(c) Parasitas intracelulares
-10%	(d) Possuem flagelos
+33%	(e) Não são vivos
	(Relevância=100%) - 4 - Assinale as alternativas que se referem apenas às características das bactérias.
-10%	(a) Microrganismo acelular
-10%	(b) Reprodução por esporos
+50%	(c) Sensíveis a antibióticos
+25%	(d) Possuem flagelos
+25%	(e) Podem viver no intestino de humanos
	(Relevância=75%) - 5 - Assinale as alternativas que se referem a características das políticas públicas
+35%	(a) São programas apenas do governo federal
+15%	(b) Disponível para todos fazerem uso das propostas
+50%	(c) A política pública deve ser construída a partir da participação direta ou indireta da sociedade civil.
-10%	(d) Só visa a saúde
-10%	(e) O SUS não faz parte das políticas públicas
	(Relevância=80%) - 6 - Assinale as alternativas que se referem a características da educação comunitária
+33%	(a) Programas sociais dirigidos às populações

-10%	(b) Somente famílias de baixa renda podem participar
+33%	(c) Conhecida como educação para cidadania.
-10%	(d) É de responsabilidade apenas do governo.
+33%	(e) A comunidade é essencial para que aconteça as propostas
	(Relevância=75%) - 7 - As afirmativas corretas referente a sintomas
+33%	(a) São traços
-10%	(b) Febre amarela
+33%	(c) Indícios
-10%	(d) Coronavírus
+33%	(e) Mal estar
	(Relevância=60%) - 8 - Relacionado ao que você sabe, sobre infecção, escolha as opções corretas.
-10%	(a) É apenas um sintoma
+33%	(b) Causada por agente patógeno
+33%	(c) Pode ser doença infecciosa
+33%	(d) Pode ser transmitida por um hospedeiro
-10%	(e) Não possui tratamento
	(Relevância=100%) - 9 - Uma doença pode ser transmitida, por:
-10%	(a) Aperto de mão
+33%	(b) Mosquito
-10%	(c) Alimentos congelados
+33%	(d) Roedores
+33%	(e) Animais de estimação
	(Relevância=100%) - 10 - A transmissão de uma doença pode acontecer de diversas maneiras, assinale a incorreta.
-10%	(a) Picada de mosquito
+50%	(b) Uso de talheres compartilhados entre a família e devidamente lavados
+50%	(c) Lavar as mãos com água e sabão
-10%	(d) Não descartar corretamente o lixo
-10%	(e) Compartilhar seringas, cigarros e narguilé
	(Relevância=80%) - 11 - Como pode ser feito o controle e combate aos efeitos de uma epidemia.
+33%	(a) Dispersão pelo fumacê com frequência
-10%	(b) Acumular entulhos em locais baldios distante de residências
+33%	(c) Plano de vacinação
+33%	(d) Facilitar o acesso a informações sobre o que está acontecendo e evitar fakes News
-10%	(e) Não se envolver para ajudar a comunidade em que você convive, pois a sua família está protegida dentro de casa.
	(Relevância=100%) - 12 - Alguns seres vivos sofrem metamorfose. De acordo a esta afirmativa, escolha as opções que são correspondentes às fases de uma metamorfose.
-10%	(a) Prole nasce idêntico a mãe na fase adulta.
+33%	(b) Larva

+33%	(c) Ovos
+33%	(d) Adulto
-10%	(e) Vírus no corpo vetor.

Tabela 1: *Questionário diagnóstico.*

B. APÊNDICE 2

Diário investigativo		
Nome:		Ano e turma:
Data	Minhas	observações
01/07/2021	Dia 01	O que eu vi hoje? Como está o nível da água? A minha armadilha está na sombra ou na claridade? Tem grãos de arroz? Está em um local alto ou baixo?
02/07/2021	Dia 02	O que eu vi hoje? Como está o nível da água?
03/07/2021	Dia 03	O que eu vi hoje? Como está o nível da água?
04/07/2021	Dia 04	O que eu vi hoje? Como está o nível da água?
05/07/2021	Dia 05	O que eu vi hoje? Como está o nível da água?
06/07/2021	Dia 06	O que eu vi hoje? Como está o nível da água?
07/07/2021	Dia 07	O que eu vi hoje? Como está o nível da água?
08/07/2021	Dia 08	O que eu vi hoje? Como está o nível da água?

Tabela 2: Modelo do diário de campo.

C. APÊNDICE 3

%	Perguntas
	(Relevância=100%) - 1 - Considere o que foi levantado durante os encontros referentes a dengue. Escolha as opções que se referem a prevenção contra a proliferação do mosquito.
-10%	(a) Plano de vacinação
+30%	(b) fumacê
+30%	(c) Políticas públicas
+20%	(d) Educação comunitária
-50%	(e) Armadilhas para os ovos do mosquito transmissor
	(Relevância= 85%) - 2 -Quais as opções abaixo não é uma fase da metamorfose em água.
+50%	(a) Mosquito
-30%	(b) Ovo
-30%	(c) Lavar
-20%	(d) Pulpa
+50%	(e) Reprodução
	(Relevância=100%) -3 - Considerando o objetivo da armadilha qual fase do ciclo de vida do mosquito, ela interfere.
-10%	(a) Na fase adulta
-30%	(b) No cruzamento
+50%	(c) Completar a ciclo de vida aquática
-10%	(d) Fase de transmissão de doenças
+50%	(e) Reprodução
	(Relevância=70%) - 4 - Conforme observamos em nossos resultados. O mosquito fêmea da espécie <i>Aedes Aegypti</i> , põem seu ovos simplesmente por se tratar de água parada?
+100%	(a) Falso
-100%	(b) Verdadeiro
	(Relevância=100%) -5 - Qual a função do micro tule na armadilha?
-50%	(a) Filtrar a água,
+100%	(b) Impedir que o mosquito ao final da metamorfose saia de armadilha
-50%	(c) Impedir que outros insetos depositem ovos.
	(Relevância=80%) -6 - A dengue é uma doença transmitida, através de quais meios.
-10%	(a) É transmitida por qualquer mosquito
-30%	(b) É transmitida pelo contato humano para humano
+80%	(c) É transmitida apenas pela fêmea do mosquito <i>Aedes aegypti</i>
+20%	(d) É transmitida através do humano contaminado para o mosquito
-20%	(e) É transmitida também pelos machos do mosquito <i>Aedes aegypti</i> .
	(Relevância=100%) - 7 - Quais as características que a fêmea do mosquito <i>Aedes Aegypti</i> , escolhe para depositar os seus ovos

-30%	(a) Em locais claros
+50%	(b) Em locais com água parada e com nutrientes
-30%	(c) Em água fria
+50%	(d) Em locais baixos e com água parada.
-20%	(e) Em calhas no período da seca
(Relevância=70%) - 8 - Às doenças transmissíveis por agentes patológicos, como a dengue, o coronavírus e outras doenças, são classificadas como surto, epidemia e pandemia, de acordo com a contaminação da população. Sabendo dessas informações, escolha as afirmativas incorretas.	
-33%	(a) O surto é característico por ocorrer em local específico, por exemplo: Surto de chagas na região de Pirapora - MG.
+50%	(b) A dengue é uma doença característica de países tropicais e isso a caracteriza como uma pandemia.
-33%	(c) O Coronavírus quando foi diagnosticado nos primeiros humanos, a doença era apenas um surto.
+30%	(d) Uma pandemia acontece apenas quando ocorre a nível mundial e a pandemia do Corona vírus é a primeira pandemia do mundo.
-20%	(e) Epidemia ou surto são as mesmas coisas.

Tabela 3: *Questionário avaliativo final.*



EDUCAÇÃO NUTRICIONAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS

NUTRITIONAL EDUCATION IN SCIENCE TEACHING

ELIZETE ELIZABETH DE MOURA MERCADANTE¹, OLAVO LEOPOLDINO DA
SILVA FILHO², MARCELLO FERREIRA², MARCOS ROGÉRIO MARTINS COSTA²

¹Escola Municipal Benedito Soares de Castro, SEEDF

²Instituto de física, Universidade de Brasília, UnB

Resumo

Objetivou-se, com esta pesquisa, desenvolver um projeto de caráter investigativo com alunos do 5o ano do Ensino Fundamental (anos iniciais) de uma Escola Municipal (GO). Tendo por foco a importância da educação nutricional na vida das crianças, promoveu-se o estímulo a bons hábitos alimentares por meio do ensino por investigação. Para tanto, este trabalho envolveu 18 alunos do 5o ano do Ensino Fundamental que foram instados a verificar seus pesos e medidas durante a aula, para cálculo e posterior análise do índice de massa corpórea (IMC). Os estudantes tiveram a oportunidade de discutir alimentação saudável, hábitos saudáveis para manutenção da saúde, bem como relacionar a classificação dos IMCs calculados com indicativos de saúde, magreza ou obesidade. As crianças tiveram a oportunidade de discutir sobre esses parâmetros, relacionando-os com a ingestão energética de nutrientes, ao mesmo tempo que reconheceram que, alguns fatores, como a falta de atividade física, podem levar a obesidade. Houve troca de experiências entre os alunos e os resultados evidenciam interesse ao tema trabalhado devido à metodologia interativa e focada no aluno, facilitando o processo de aprendizagem.

Palavras-chave: Educação alimentar. Alimentação. IMC.

Abstract

The objective of this research was to develop an investigative project with 5th year elementary school students (initial years) of a Municipal School (GO). Focusing on the importance of nutritional education in children's lives, the stimulus to good eating habits was promoted through teaching by research. Therefore, this study involved 18 students of the 5th year of elementary school who were asked to verify their weight measurements during the class, for calculation and subsequent analysis of body mass index (BMI). The students had the opportunity to discuss healthy eating, healthy habits for health maintenance, as well as relate the classification of calculated IMCs with indications of health, thinness or obesity. The children had the opportunity to discuss these parameters, relating them to the energy intake of nutrients, while recognizing that some factors, such as lack of physical activity, can lead to obesity. There was an exchange of

experiences between the students, and the results show their interest to the theme worked due to the interactive methodology focused on the student, facilitating the learning process.

Keywords: *Nutrition education. Feeding. BMI.*

I. INTRODUÇÃO

A partir do século XX, devido à urbanização e à modernização, o mundo passa por um declínio de subnutrição e prevalência de excesso de peso e obesidade (VAZ; BENNEMANN, 2014). Desde então, a prevalência de obesidade entre adolescentes vem crescendo e há a necessidade de medidas preventivas para se evitar doenças na vida adulta (VASCONCELLOS; ANJOS; VASCONCELLOS, 2013).

Alguns fatores, como aqueles genéticos, fisiológicos e metabólicos, influenciam o aumento do número de obesos. Um fator que pode explicar melhor esse aumento expressivo de obesidade entre os jovens é a mudança do estilo de vida e os hábitos alimentares (SILVA; COELHO, 2009). Uma dieta pobre ou incorreta, aliada à falta de atividade física, resulta em desequilíbrio energético, propiciando a obesidade (SANTOS; SILVA; PINTO, 2018).

Constata-se, de acordo pesquisas que investigam o impacto das escolhas alimentares na saúde das crianças e dos adolescentes, que os índices de doenças associadas a uma má alimentação, como obesidade, alergias, diabetes, hipertensão, distúrbio do sono, distúrbio do crescimento e do desenvolvimento, vêm crescendo entre crianças e adolescentes, implicando em uma sobrecarga excessiva para a saúde pública (ZOMPERO, 2015).

Ademais, a alimentação incorreta é verificada em todas as classes econômicas. Por outro lado, programas de saúde e orientações na escola referentes a hábitos saudáveis de nutrição reduzem o aparecimento de doenças na vida adulta (DAVANÇO; TADDEI; GAGLIANONE, 2004). De fato, se, por um lado, algumas práticas alimentares podem ser prejudiciais à saúde, existem, por outro lado, aquelas que auxiliam na prevenção de doenças, proporcionando benefícios para a vida humana (VAZ; BENNEMANN, 2014).

Fatores individuais, biológicos e ambientais podem influenciar no comportamento alimentar; dentre estes, destaca-se a escola e a comunidade em que os jovens estão inseridos. As crianças passam boa parte do tempo dentro das escolas, de modo que estas se constituem em lugar privilegiado para intervenções relacionadas à educação alimentar, atingindo maior quantidade de jovens e famílias em um dado período (SANTOS; SILVA; PINTO, 2018).

Os alunos do ensino fundamental I são crianças que estão em formação, necessitando de orientação quanto às escolhas de alimentos saudáveis. A criança, muitas vezes, precisa mudar seu comportamento e desenvolver um olhar crítico às suas escolhas de alimentos mais saudáveis, que propiciam uma boa saúde pessoal e de seus familiares, pois é na infância que as preferências alimentares são mais fáceis de moldar e, portanto, é nesta etapa que ocorre o seu maior desenvolvimento (SANTOS; SILVA; PINTO, 2018).

A escola tem papel fundamental na construção desses conhecimentos relacionados à saúde, favorecendo mudanças de atitudes que serão replicadas no convívio social (BRASIL, 1988). Segundo orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), deve-se oportunizar aos alunos no ensino fundamental (...) conhecer seu próprio corpo e dele

cuidar, valorizando e adotando hábitos saudáveis como um dos aspectos básicos da qualidade de vida e agindo com responsabilidade em relação à sua saúde e à saúde coletiva (BRASIL,1988).

Para Zompero (2015), a alimentação, tema transversal de acordo com os PCNs, é relevante para a formação dos estudantes devido à interação que estabelece com os conteúdos conceituais e procedimentais referentes à saúde. Os estudos são oportunos na faixa etária de crianças e jovens que precisam ser orientados a adotar uma alimentação saudável, que possibilite mudanças comportamentais e que garanta uma alimentação prazerosa, ao satisfazer necessidades fisiológicas, psicológicas e sociais.

Já na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), o tema alimentação está inserido no componente curricular de Ciências nas habilidades a serem desenvolvidas no quinto ano do Ensino Fundamental. O documento destaca as seguintes habilidades:

(EF05CI08). Organizar um cardápio equilibrado com base nas características dos grupos alimentares (nutrientes e calorias) e nas necessidades individuais (atividades realizadas, idade, sexo etc.) para a manutenção da saúde do organismo.

(EF05CI09). Discutir a ocorrência de distúrbios nutricionais (como a obesidade) entre crianças e jovens, a partir da análise de seus hábitos (tipos de alimento ingerido, prática de atividade física etc.) (BRASIL, 2017).

O professor, independentemente do componente curricular, é orientado a desenvolver, simultaneamente com os outros conteúdos, conhecimentos sobre saúde de forma interdisciplinar e transversal na prática de sala de aula, com o propósito de conscientização quanto à importância de uma alimentação saudável, proporcionando uma atitude consciente e saudável entre os discentes nas escolhas de alimentos consumidos no dia a dia (BRASIL, 1988).

Assim, na rotina escolar, há a necessidade de oportunizar uma variedade de vivências por meio das quais o aluno possa interagir e se envolver com as questões propostas, possibilitando a aprendizagem. O ensino por investigação é um caminho promissor para a construção dessas vivências e o desenvolvimento desses conhecimentos. Uma sequência de ensino investigativo permite que os alunos, ao serem confrontados com um problema de ordem experimental ou teórica, possam discutir, elaborar hipóteses e, após sistematização e contextualização do conhecimento, produzir conclusões próprias, com papel ativo na construção de seu conhecimento (CARVALHO, 2013).

Essa proposta busca tornar as aulas de ciências mais dinâmicas e com conteúdo relevante, buscando maior engajamento e participação, incentivando e orientando os alunos, por meio de práticas investigativas, sobre a importância do consumo diário de alimentos mais saudáveis. As ações desenvolvidas no ensino por investigação estão atreladas a situações-problema, o que abre espaço para o debate, argumentação, negociações para o desenvolvimento de estratégias pelos estudantes (em parceria com o professor) para solução dos problemas propostos (SÁ, 2017, p. 57).

Assim, foram propostas, neste estudo, situações problemas que propiciaram ao estudante desenvolver a argumentação, a habilidade de resolução de problemas, o desenvolvimento de habilidades dialógicas e a capacidade de inferir conhecimentos científicos, associando-os a situações cotidianas. As atividades foram desenvolvidas com alunos do 5o ano do Ensino

Fundamental I e representam uma reflexão sobre a identificação de obesidade e suas relações com uma má alimentação.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo dos Santos e Gasparin (2012 apud SAVIANI,1984), até o final do século XIX, a vertente da pedagogia tradicional foi dominante. De acordo com essa vertente pedagógica, o professor é o detentor do saber e o aluno apenas receptor e reprodutor dos conteúdos. No início do século XX, como resposta às mudanças sociais, políticas e econômicas, surge a tendência escolanovista. A aprendizagem tinha como referência principal o aluno e não mais o professor, como no ensino tradicional. Nesse novo modelo, o professor orienta as atividades de acordo com os interesses e as características individuais dos alunos.

Na década de 60, segundo Dos Santos e Gasparin, (2012 apud SAVIANI 2005), desenvolveu-se no Brasil a pedagogia Tecnicista, tendo como base a teoria behaviorista da aprendizagem, articulada com o sistema capitalista. A intenção era propiciar a formação de mão de obra necessária naquele momento, e o papel do professor era aquele de instrutor do ensino.

A partir dos anos 80, surgem novas propostas, entre elas a Pedagogia Histórico-Crítica (SAVIANI, 2003, p. 15). Nesta proposta, para o conhecimento ser acessível ao aluno, ele deve ser sistematizado e organizado na prática pedagógica. O professor desenvolve suas ações pedagógicas a partir da prática social na intenção de promoção de formação de agentes transformadores dentro da sociedade (Dos Santos e Gasparin, 2012 apud SAVIANI 2003).

Segundo dos Santos e Gasparin (2012 apud SAVIANI 2005), a pedagogia Histórico-Crítica constitui uma teoria pedagógica tributária da concepção dialética, especificamente na versão do materialismo histórico, tendo fortes afinidades, ao que se refere às suas bases, com a Teoria Histórico-Cultural desenvolvida pela escola de Vygotsky. Na Teoria Histórico-Cultural o professor considera a prática social primordial na sua metodologia objetivando-se a formação de estudantes críticos e partícipes nas questões sociais.

Observam-se muitas mudanças na educação brasileira ao longo dos anos; a pedagogia tradicional, que é a mais comum nos sistemas de ensino, possui suas vantagens e necessidades de aplicação, mas não deve ser a única proposta de ensino. Com a modificação da sociedade ao longo do tempo, fazem-se necessárias inovações também naqueles trabalhos relativos à educação. Novos anseios, novos conhecimentos, novas demandas são processos dinâmicos dentro da sociedade e precisam ser incorporados pelas práticas educativas contemporâneas.

Apesar de ainda existirem resistências quanto a determinadas práticas pedagógicas, têm sido recorrentes cursos de formação de professores para que mudanças sejam consideradas e incorporadas no processo de ensino. Verifica-se que, na prática pedagógica, faz-se necessário o educador embasar seus estudos e produções de conhecimentos em uma vertente pedagógica ao buscar a aprendizagem do aluno (DOS SANTOS E GASPARIN, 2012).

O ensino por investigação propõe uma estratégia didática que apresenta desafios cognitivos e, portanto, resoluções de problemas, propiciando ao aluno a construção de conhecimentos científicos, desenvolvendo a capacidade de reflexão, questionamento, argumentação através de sua interação com o professor e seus colegas (CLEOPHAS, 2016).

Conforme Sá et al., (2007), as atividades investigativas podem ser desenvolvidas por meio de atividades com lápis e papel (problemas abertos); por experimentos; estudos de caso, atividades com uso de textos; atividades com banco de dados com desafios (elaboração de argumentação baseadas em evidências, de simulação ou exploração de um fenômeno), ou por sequências de ensino investigativas. Sendo que, para a realização do ensino por investigação é necessário que exista uma situação problema que possa proporcionar uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem (CLEMENT et al., 2015).

Portanto, o ensino por investigação se mostra compatível com a teoria vygotskiana, por propiciar o desenvolvimento da linguagem através das interações aluno-aluno, aluno-professor e de todos com o ambiente. O aluno, no desenvolver das atividades, interage com problemas, assuntos, informações e valores culturais dos conteúdos trabalhados (CARVALHO, 2013). Nas atividades propostas, os alunos discutem, argumentam e apresentam soluções nas interações com o grupo.

As situações problema são elementos primordiais a serem considerados na elaboração das atividades propostas e que possam despertar o interesse, curiosidade dos estudantes e participações ativas no ambiente da sala de aula, e devem considerar as zonas de desenvolvimento real, proximal e potencial dos estudantes de modo a serem bem sucedidas (CLEMENT et al. ,2015).

Assim, a proposta do ensino por investigação, até mesmo por suas características precípuas, traz consigo a proposta de elementos sociointeracionistas que fazem referência imediata à abordagem vygotskiana. Segundo Vygotsky, interações entre os sujeitos são essenciais no processo de ensino aprendizagem, em um processo no qual o sujeito aprende por si mesmo e por meio da interação com os demais, alunos e professor. Por sua vez, o ensino por investigação adota uma perspectiva construtivista, na qual todas as atividades são assistidas e intermediadas pelo professor. Nele, os educandos são envolvidos com as dinâmicas investigativas, interagindo e construindo o conhecimento, de modo que entendam os conceitos científicos necessários.

Para Vygotsky, o homem não nasce pronto, mas se humaniza nas interações dialéticas com o meio sociocultural. O processo de internalização, essencial na perspectiva vygotskiana, é, assim, favorecido por uma metodologia ativa de caráter investigativo. De fato, é nas interações com o meio que acontece o desenvolvimento da linguagem, proporcionando o desenvolvimento cognitivo do sujeito. "É na interação que se realiza o processo de internalização"(SANTOS; GASPARIN, 2012), de modo que o sujeito aprende com a manipulação dos objetos ao internalizar conhecimentos segundo um movimento dialético de conteúdos e formas.

A construção de conhecimentos se desenvolve a partir da consideração dos conhecimentos que os alunos apresentam para a assimilação de novos conhecimentos, que Vygotsky denomina zona de desenvolvimento real (ponto de partida) e aqueles conhecimentos que podem ser desenvolvidos com a ajuda de outros, denominada zona de desenvolvimento potencial (ponto de chegada). A zona de desenvolvimento proximal é determinada pelo caminho pelo qual o professor conduz e auxilia o aluno na construção de novos conhecimentos.

A Zona de desenvolvimento proximal é aquela em que o professor exerce maior influência

no desenvolvimento do aluno. É por meio de conhecimento a respeito das aprendizagens consolidadas pelo aluno, em sua zona de desenvolvimento real, por tudo aquilo que o aluno já sabe e é capaz de executar sem o auxílio do adulto, que o professor pode auxiliá-lo a realizar novas aprendizagens, daquilo que ele ainda não executa, mas que está próximo de conseguir (REGO, 1995). Na metodologia investigativa, o percurso que define essa zona é aquele proposto pelas atividades investigativas, que contam, simultaneamente, com elementos de desenvolvimento real, mas que apontam na direção de desenvolvimentos potenciais, sejam eles substantivos, sejam eles de caráter epistemológico. Na metodologia do ensino por investigação, as interações professor-aluno e aluno-aluno são necessárias para o desenvolvimento das faculdades superiores: capacidade de planejamento, raciocínio, memória voluntária, imaginação e outras exigidas pelo processo investigativo.

De fato, do ponto de vista deste trabalho, a argumentação e a linguagem constituíram o processo da construção coletiva de conhecimento na aprendizagem por investigação. Nele, os alunos se envolveram nas dinâmicas das atividades propostas pelo professor concernente ao tema a ser estudado. As atividades possuíam características como: a) se basear em um problema inicial; b) permitir a sistematização dos conteúdos envolvidos; c) potencializar a contextualização do conhecimento construído; d) se desenvolver em um contexto de avaliação formativa (CARVALHO, 2013). Assim, por tais características, acreditamos que tais atividades ensejaram aprendizagem de caráter sociointeracionista em contexto investigativo.

III. METODOLOGIA

Para realizar o estudo foi elaborado uma sequência didática, com três atividades investigativas referentes ao tema alimentação, aplicada a 18 alunos do 5o ano do Ensino Fundamental em uma escola pública de Goiânia, a Escola Municipal Benedito Soares de Castro.

Para a primeira atividade, de levantamento de subsunçores, a professora elaborou dois mapas conceituais: um com os conceitos que ela objetivava ensinar (Figura 2), e outro com os conceitos (Figura 1) que ela julgou essenciais para tal ensino.

Assim, foi construído um questionário para a identificação desses conhecimentos prévios e possível identificação de suas zonas de desenvolvimento real (Apêndice A). O questionário de levantamento dos conhecimentos remete aos conteúdos considerados básicos sobre alimentação saudável. Essa atividade propiciou explorar previamente o que os alunos já conheciam sobre alimentação e também prepará-los para aplicação das atividades seguintes (questionários sobre as preferências alimentares e perfil socioeconômico dos estudantes).

A segunda atividade iniciou-se com a explicação do que é o IMC (índice de massa corporal), qual sua importância e porque é usado. Em seguida os alunos se organizaram para a coleta de dados para o cálculo do IMC. Utilizaram trena para medir altura e balança para o peso. Fizeram a opção da utilização de um site que disponibiliza uma calculadora digital para auxílio do cálculo.

Os estudantes passaram por uma avaliação de peso (kg) e altura (m), sendo tais valores registrados para análise posterior. Os alunos e seus respectivos responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para participação da pesquisa

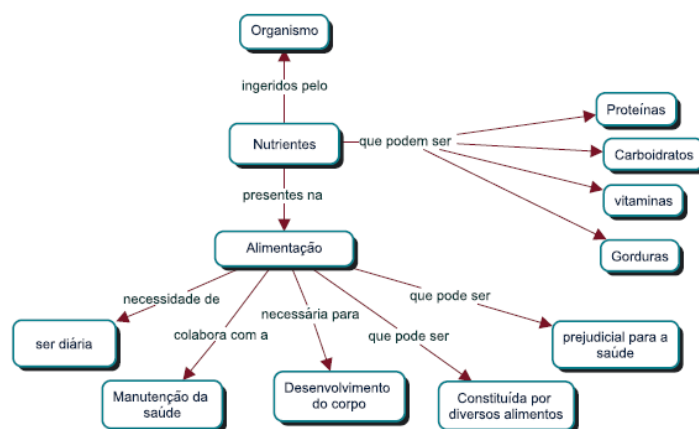


Figura 1: Mapa conceitual para levantamento de subsunções.

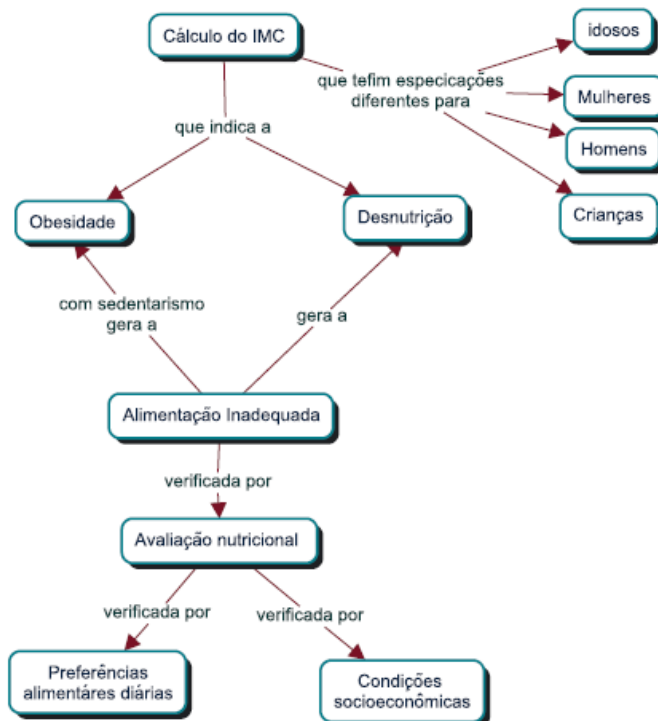


Figura 2: Mapa conceitual dos conceitos a ensinar.

(Apêndice B).

Tabela 1: Atividades propostas na sequência didática elaborada.

Aula	Atividades	Descrição das Atividades	Recursos
1a Aula (40min)	Introdução ao tema Levantamento dos conhecimentos prévios	Iniciar a aula com uma conversa apresentando o tema, alimentação saudável e como serão desenvolvidas as atividades; Aplicação do questionário para verificação dos conhecimentos prévios sobre alimentação saudável.	Questionário Impresso
	Aplicação da pesquisa: Preferências alimentares e Perfil socioeconômicas dos alunos.	Discussão com apresentação da imagem da pirâmide alimentar brasileira; Propor discussão com as questões: Por que o pão integral, azeite, balança, material esportivo estão na base da pirâmide? Quais são os nutrientes do topo da pirâmide? O que acontece quando damos mais preferência a esses alimentos? Após discussão aplicação dos questionários: preferências alimentares e perfil socioeconômico dos alunos.	Datashow para apresentação da imagem da pirâmide alimentar; Questionários impressos
2a Aula (40 min)	Cálculo do IMC	Explicação: o que o IMC, cálculo do IMC, conversa sobre obesidade, desnutrição, alimentação inadequada; Sugestão de link para cálculo do IMC através do site:	Balança, trena ou link para o cálculo do IMC com uso do celular.
3a Aula (40 min)	Sistematização	Discussão e análise do IMC geral da turma através de gráficos: A turma está dentro dos padrões de normalidade ou não? Por quê? Análise dos dados sobre preferências alimentares e condições socioeconômicas da turma; Análise sobre as influências que alteram a alimentação diária dos alunos; Apresentação dos registros das análises dos resultados da turma e conclusões sobre o seu próprio IMC; Apresentação de sugestões para manutenção dos resultados alcançados e/ou propostas de mudanças para que os resultados indesejáveis sejam superados no futuro; Observação do interesse, a motivação e o envolvimento dos alunos na realização das atividades.	
4a Aula (40 min)	Avaliação	Observação do interesse, a motivação e o envolvimento dos alunos na realização das atividades.	Formulário impresso

Na terceira atividade foi disponibilizado um questionário para avaliação em grupo dos resultados obtidos com as seguintes reflexões¹:

- O que você observou com o resultado do IMC da turma?
- Ele se encontra dentro dos padrões considerados esperados?

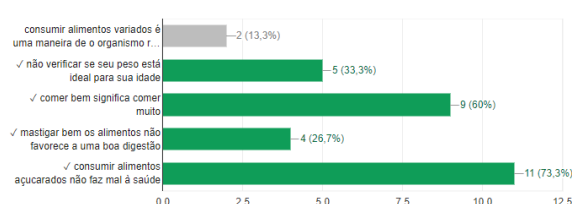
¹Não foram apresentados os nomes dos participantes, evitando se assim eventuais constrangimentos.

- Com relação ao conhecimento de seu IMC, o que pode ser melhorado ou mantido em sua alimentação?
- O que você aprendeu com essa atividade?

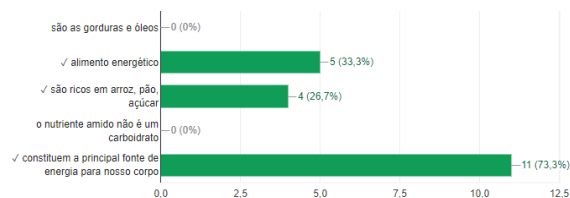
O resumo da sequência didática completa está apresentado na Tabela 1, em que apresentamos cada etapa, com suas atividades descritas e os recursos utilizados. Nessa tabela fica clara a estrutura da sequência didática, baseada em uma etapa de levantamento da zona de desenvolvimento real, outra etapa de organização destes conhecimentos (visando adaptá-los para a aproximação do mapa conceitual apresentado na Figura 2), uma etapa investigativa, relacionada ao cálculo do IMC, e, finalmente, uma etapa relacionada com o processo de sistematização do conhecimento e sua avaliação. Assim, fica clara a relação que a aplicação da sequência didática manteve com seu referencial teórico.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do mapa (Figura 1) com levantamento dos conhecimentos prévios, os estudantes responderam um questionário de múltipla escolha, onde cada pergunta continha mais de uma resposta correta possibilitando assim, a indicação de algum conhecimento sobre nutrientes e alimentação. Como demonstram as imagens apresentadas nas Figuras 3a e 3b, os estudantes demonstraram um conhecimento satisfatório quando perguntados sobre o que entendiam de uma alimentação saudável e de nutrientes. No que se segue, apresentamos algumas das perguntas seguidas de suas respostas, de modo a realizar a análise do processo de aprendizagem apresentado pelos estudantes.



(a) Benefícios da alimentação saudável



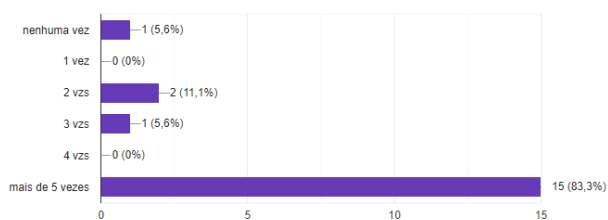
(b) Respostas relativas ao conceito de carboidratos

Figura 3: Conhecimentos sobre alimentação saudável

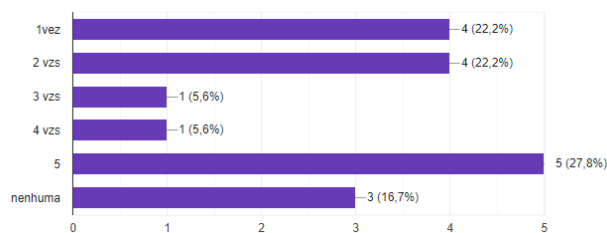
Considerando os conhecimentos prévios (Figura 1) e de acordo com o mapa de conceitos a serem ensinados (Figura 2), foram obtidos os resultados do questionário de preferências alimentares, apresentados na Figura 4. Nessa atividade os alunos refletiram sobre sua alimentação, discutindo com o grupo o que consideravam saudável ou não. Refletiram sobre alimentos processados, alimentos orgânicos e consequências do consumo frequente de alimentos classificados como calóricos.

Verifica-se, com os resultados apresentados nas Figuras 5a-5b, uma maior aceitação pelos participantes de uma alimentação predominantemente à base de carboidratos e proteínas, com uma sutil aceitação a hortaliças.

Outro elemento importante para a questão de uma vida saudável, para além da alimentação, é aquele das práticas de movimentação ou exercício físico. Quando perguntados

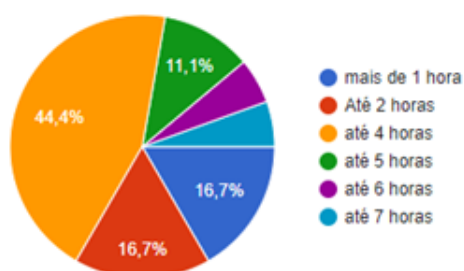


(a) Consumo semanal de arroz com feijão



(b) Consumo semanal de hortaliças

Figura 4: Resultados da pesquisa sobre preferências alimentares dos estudantes.



(a) Horas que costumam ficar sentados.



(b) Tipos de brincadeiras que realizam.

Figura 5: Relação dos estudantes com sua alimentação e a realização de atividades motoras.

sobre os tipos de brincadeiras (Figura 5b) e a quantidade de horas por dia, que costumavam ficar sentados, contabilizaram também a quantidade de horas que ficam sentados na escola (Figura 5a). Este foi um momento de reflexão sobre a importância da atividade física e a necessidade de movimentação do corpo como hábito saudável em nosso dia a dia.

Fatores sociais, ambientais e genéticos podem contribuir com o aumento de peso da criança. A oportunidade de brincar e interagir com o outro e o meio ambiente através de brincadeiras reduzem a obesidade (CRESPO, 2001)

Das Figuras 5a-5b fica claro que a maioria dos estudantes pratica atividades motoras que auxiliam no processo de aquisição e manutenção da saúde e que estão relacionadas intimamente com o processo de nutrição.

No questionário de análise sobre as condições socioeconômicas dos estudantes 29% não souberam declarar sua renda familiar e somente uma criança declarou renda familiar de mais de três salários mínimos (Figura 6a).

Pode-se, ainda, depreender do Figura 6b que as famílias dos participantes não são numerosas, e que a maioria das crianças relataram que se alimentam sozinhas e em frente à televisão. A porcentagem de estudantes que moram em casa própria é similar àquela dos que moram em casas alugadas (Figura 6c) e fica claro que os estudantes não têm o hábito de se divertir em locais pré-preparados para isso, restando, portanto, fazê-lo em sua própria residência e vizinhança (Figura 6d).

Em seguida, na etapa do cálculo do IMC, como apresentado na metodologia, obteve-se os resultados apresentados na seção a seguir.

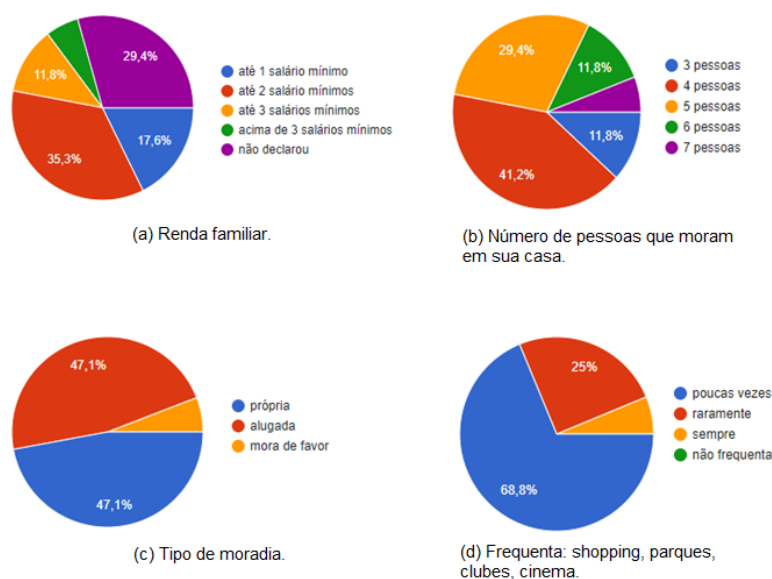


Figura 6: Resultados do questionário socioeconômico.

I. Cálculo do IMC

O cálculo do IMC é simples, tendo sido utilizado um link para a realização deste cálculo². A avaliação em crianças e adolescentes é feita por meio de tabela que relaciona idade, peso e altura. Com os dados dos estudantes, foi possível construir a Tabela 2 para análise do IMC dos alunos.

Os cálculos obtidos foram comparados pelos alunos à classificação oficial do Ministério da saúde, apresentada na Tabela 3.

O cálculo do IMC pelos alunos sugeriu certa reflexão pessoal e também a elaboração de hipóteses, que serviram de argumentos aos diferentes resultados encontrados pelos colegas, não se limitando à mera realização de um cálculo, mas permitindo, por meio dele, o aprendizado de novos conhecimentos e a aplicação dos conhecimentos no seu cotidiano. Foi possível verificar, a partir do estudo realizado com o grupo de estudantes, a prevalência de 55,6% de magreza e 38,9% no parâmetro de normalidade.

Quando perguntados sobre a análise do IMC da turma, se este estava dentro dos parâmetros de normalidade, 100% consideraram que os participantes estavam com o IMC dentro do parâmetro normal (18,5 e 24,9kg/m²), mesmo com resultado de magreza. Um resultado assim pode refletir a maneira como os padrões estéticos influenciam a percepção dos alunos sobre padrões de normalidade. Assim, resultados fora dos padrões técnicos para o estabelecimento de normalidade, mas que indicam magreza, socialmente valorizada, são incluídos, na percepção dos alunos, como normais.

Por ser um parâmetro internacional, cabem ressalvas e análises dos resultados obtidos, pois há elementos característicos de agrupamentos humanos, não raro relacionados à sua genética, que podem modificar tal parâmetro. Assim, é importante que se analisem os dados sob uma perspectiva contextualizada para a população brasileira.

Os alunos, nas discussões, argumentaram que gostam de brincar com skates, comem

²<https://www.tuasaude.com/calculadora/imc-infantil/>.

Tabela 2: Cálculo do IMC dos alunos.

Aluno	Gênero	Idade	Peso(kg)	Altura(m)	IMC(kg/m ²)
A	M	10	55,0	1,55	22,9
B	M	11	49,5	1,43	24,2
C	M	10	30,6	1,31	17,8
D	M	10	32,3	1,35	17,7
E	M	10	30,0	1,38	15,8
F	M	10	27,0	1,35	14,8
G	M	10	48,5	1,44	23,4
H	M	10	35,4	1,41	17,8
I	M	10	37,8	1,40	19,3
J	M	11	51,0	1,46	23,9
K	M	10	33,8	1,40	17,2
L	F	10	62,3	1,46	29,1
M	F	10	45,4	1,61	17,6
N	F	10	36,9	1,50	16,4
O	F	10	47,4	1,48	21,6
P	F	10	29,1	1,38	15,3
Q	F	10	38,3	1,39	19,8
R	F	10	30,9	1,40	15,8

Tabela 3: Classificação do IMC. Fonte: Ministério da Saúde.

Classificação	IMC (Kg/m ²)
Magreza	Menor que 18,5
Normal	Entre 18,5 e 24,9
Sobrepeso	Entre 25,0 e 29,9
Obesidade	Maior que 30,0

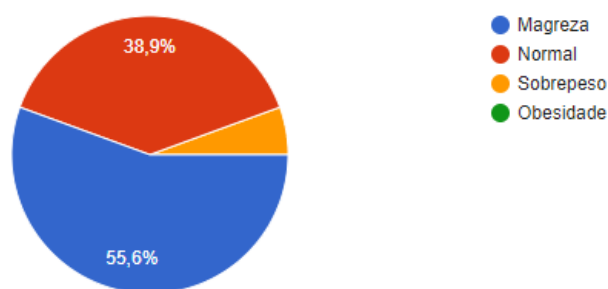


Figura 7: Resultado do IMC dos participantes da pesquisa.

pouco, gostam de correr e a maioria dos resultados dos IMCs estava próximo de 18,5 kg/m², que é um valor do parâmetro considerado normal, para a altura média dos estudantes nesta faixa etária (Figura 7). Pressupõe-se que a atividade física dos participantes influenciou nos resultados do IMC, indicando magreza.

O nível socioeconômico interfere na disponibilidade de alimentos e no acesso à informação, bem como nos padrões de atividade física de crianças e adultos, sendo um importante fator que influencia na saúde e qualidade de vida de uma população (SILVA, 2005). Nas atividades, as crianças puderam refletir sobre a acessibilidade de alimentos com relação ao poder aquisitivo. Entretanto, a questão envolve conceitos e relações sutis e, de fato, foi observada certa dificuldade no entendimento da pergunta (11,8% não responderam), como mostra o Figura 8.

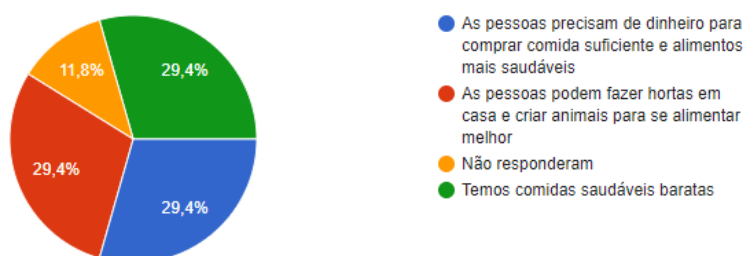


Figura 8: Condições socioeconômicas e alimentação saudável.

Na atividade em que foi pedido que os estudantes fizessem uma análise de seu IMC, relacionando-o com sua alimentação a análise sugere um nível adequado de autopercepção do peso corporal e análise da alimentação pelo estudante. Foram apresentados os resultados constantes na Figura 9.

Com relação a este tema, que envolve uma autopercepção, a discussão feita em sala de aula despertou interesses e busca de informações a respeito de uma alimentação saudável, peso ideal, doenças associadas a uma má alimentação, obesidade, desnutrição, à importância de uma nutrição adequada, às causas de desnutrição, que eram conceitos importantes a serem acessados pela sequência didática.

Finalmente, foi perguntado aos participantes o que eles aprenderam com as atividades, cujos resultados aparecem no Figura 10, que categoriza alguns padrões de respostas.

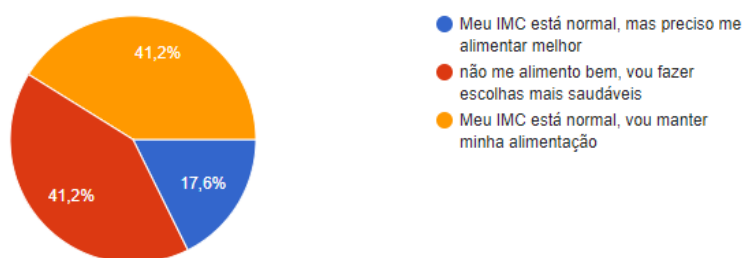


Figura 9: *Análise pessoal da própria alimentação.*

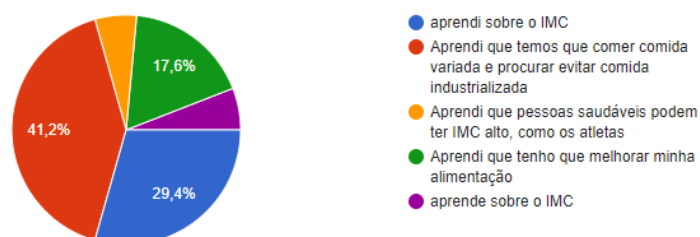


Figura 10: *Autopercepção da aprendizagem.*

As respostas apresentadas indicam que os estudantes acessaram, de forma geral, as ideias e conceitos mais importantes relacionados ao tema segundo as orientações dos PCNs e da BNCC, e se sentiram alertados para a importância deste tema.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As seqüências das atividades propostas neste estudo foram alinhadas ao tema *alimentação* no 5o ano do ensino fundamental, tendo sido propostas por meio de uma abordagem de ensino por investigação. Os resultados indicam que isso contribuiu com a construção de conhecimentos pelos alunos, evitando-se a aprendizagem expositiva e passiva do método tradicional, o que impactou na adesão dos estudantes ao processo pedagógico. Sua consecução foi possível pela orientação e estimulação da professora, considerando os conhecimentos prévios, zona de conhecimento real, e intervindo na zona de conhecimento proximal, permitindo o protagonismo dos estudantes que participaram ativamente do processo. As interações professor-aluno e aluno-aluno foram fundamentais para a eficácia do processo de aprendizagem.

Durante a finalização das atividades os estudantes se expressaram das seguintes maneiras, em geral:

- *Essa aula foi muito legal, para sabermos sobre o IMC e mais coisas sobre alimentação;*
- *Eu preciso evitar alimentos com conservantes, Eu deveria regular minha alimentação;*
- *O meu IMC está normal;*
- *Estou comendo muitas besteiras;*
- *Preciso comer coisas mais saudáveis.*

e outras declarações, concluindo que a metodologia foi aceita, sendo favorável para promoção da saúde dos estudantes.

A aplicação das atividades foi perpassada por empecilhos que influenciaram na dinâmica das atividades. Devido à pandemia causada pela Sars-Cov 19, o retorno dos estudantes ao ensino presencial foi parcial e com várias alterações em conteúdo, organização das aulas e professores interferindo no andamento das atividades. Mesmo assim, os resultados se mostraram promissores, indicando que, mesmo em situações muito adversas, a utilização da metodologia investigativa, subsidiada por um referencial teórico que lhe seja consistente, pode impactar fortemente na adesão e no conseqüente aprendizado dos estudantes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. MEC, 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: out.2021.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CLEMENT, Luiz; CUSTÓDIO, José Francisco; DE PINHO ALVES FILHO, José. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 8, n. 1, p. 101-129, 2015.

CLEOPHAS, Maria das Graças. Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais. *Revista Linhas*. Florianópolis, v. 17, n. 34, p. 266-298, maio/ago.2016.

CRESPO, Carlos J. et al. Assistir televisão, ingestão de energia e obesidade em crianças nos Estados Unidos: resultados da terceira Pesquisa Nacional de Exame de Saúde e Nutrição, 1988-1994. *Arquivos de pediatria e medicina do adolescente*, v. 155, n. 3, pág. 360-365, 2001.

DAVANÇO, Giovana Mochi; TADDEI, José Augusto de Aguiar Carrazedo; GAGLIANONE, Cristina Pereira. Conhecimentos, atitudes e práticas de professores de ciclo básico, expostos e não expostos a Curso de Educação Nutricional. *Revista de Nutrição*, v. 17, p. 177-184, 2004.

DOS SANTOS, Nilva de Oliveira Brito; GASPARIN, João Luiz. O trabalho educativo: contribuições da teoria histórico-cultural e da pedagogia histórico-crítica. In: 9^o ANPED SUL. 2012.

Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais. Brasília: MEC/SEF, 1997. Disponível em: Acessado em: 26 set. 2021.

Ministério da Educação. Secretária da Educação Básica. Base Nacional Curricular Comum. Brasília: Ministério da Educação, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf. Acessado em: 26 set. 2021.

REGO, Teresa Cristina Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995. SÁ, Lauro Chagas. Práticas pedagógicas na educação profissional: experiências em cursos técnicos integrados ao ensino médio. 2017.

SÁ, Lauro Chagas. Práticas pedagógicas na educação profissional: experiências em cursos técnicos integrados ao ensino médio. 2017.

SANTOS, Beatriz; SILVA, Clara; PINTO, Elisabete. Importância da escola na educação alimentar em crianças do primeiro ciclo do ensino básico-como ser mais eficaz. Acta Portuguesa de Nutrição, n. 14, p. 18-23, 2018.

SILVA, Giselia Alves Pontes da; BALABAN, Geni; MOTTA, Maria Eugênia F. de A. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de diferentes condições socioeconômicas. Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil, v. 5, p. 53-59, 2005.

SILVA, Andrea Souza; COELHO, Simone Côrtes. Obesidade Infantil: Influência de Hábitos Alimentares Inadequados. Saúde & Ambiente em Revista, v. 4, n. 2, p. 9-14, 2009.

VASCONCELLOS, Marcelo Barros de; ANJOS, Luiz Antonio dos; VASCONCELLOS, Mauricio Teixeira Leite de. Estado nutricional e tempo de tela de escolares da Rede Pública de Ensino Fundamental de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. Cadernos de Saúde Pública, v. 29, p. 713-722, 2013.

VAZ, Diana Souza Santos; BENNEMANN, Rose Mari. Comportamento alimentar e hábito alimentar: uma revisão. Revista Uningá Review, [S.l.], v. 20, n. 1, out. 2014. ISSN 2178-2571. Disponível em: <http://34.233.57.254/index.php/uningareviews/article/view/1557>. Acesso em: 22 jul. 2021.

ZOMPERO, Andreia Freitas et al. A Educação Alimentar nos documentos de ensino para Educação Básica. Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477, v. 6, n. 2, p. 71-82, 2015.

A. TERMO DE CONSENTIMENTO



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Instituto de Física
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS –
Especialização em Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino
Fundamental – Ciência é 10!

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

Eu, _____, portador(a) do
RG _____ abaixo-assinado, autorizo a participação do
aluno(a) _____ no estudo sobre Alimentação
saudável e o cálculo do IMC (índice de massa corporal). Fui devidamente informado(a) e
esclarecido(a) pela Professora-cursista responsável, Elizete Elizabeth de Moura Mercadante,
sobre as atividades, bem como sobre os procedimentos a serem seguidos, ressaltando-se a
garantia plena do anonimato em todos os registros e em toda a produção acadêmica resultante.

Goiânia - GO, ___/___/___.

Assinatura do responsável

B. QUESTIONÁRIO

- 1 No que diz respeito a alimentação saudável é incorreto afirmar:
 - (a) consumir alimentos variados é uma maneira de o organismo receber todos os nutrientes.
 - (b) não verificar se seu peso está ideal para sua idade.
 - (c) comer bem significa comer muito.
 - (d) mastigar bem os alimentos não favorece a uma boa digestão.
 - (e) consumir muitas balas e doces não faz mal à saúde.

- 2 Indique as recomendações corretas para uma alimentação balanceada
 - (a) fazer diversos lanches diariamente.
 - (b) não substituir as refeições principais por salgadinhos, doces ou biscoitos.
 - (c) dar preferência ao consumo de massas.
 - (d) dar preferência na alimentação ao consumo de alimentos gordurosos.
 - (e) alimentar-se de alimentos variados.

- 3 Marque as opções corretas. A alimentação saudável proporciona uma série de benefícios, como:
 - (a) mais disposição para as atividades diárias.
 - (b) prevenção de doenças.
 - (c) não auxilia o sono.
 - (d) não combate a depressão e o estresse.
 - (e) não contribui para a manutenção do peso.

- 4 Marque a alternativas corretas. Alguns hábitos podem ser adotados para se conseguir uma alimentação saudável. São eles
 - (a) evitar o consumo exagerado de óleos vegetais e manteigas.
 - (b) comer mais alimentos açucarados.
 - (c) beber, no mínimo, 2 litros de água por dia.
 - (d) consumir mais alimentos com conservantes.
 - (e) consumir uma alimentação variada e colorida.

- 5 O sistema digestório é composto por vários órgãos. ele é responsável pela transformação dos alimentos que ingerimos em substâncias bem pequenas, fazendo com que seus nutrientes sejam levados pelo sangue a todo o nosso corpo. Por que isso acontece?
 - (a) cada célula do nosso corpo precisa de nutrientes.

- (b) a digestão dos alimentos só acontece na boca.
 - (c) os nutrientes são importantes na alimentação.
 - (d) os nutrientes são absorvidos somente no estômago.
 - (e) a mastigação não é importante na quebra dos alimentos.
- 6 Hoje, minha colega Frida, comeu no almoço, arroz, feijão, carne e salada. Ela disse que a refeição dela estava completa, pois tinha todos os nutrientes. Essa afirmação é
- (a) falsa, porque só tem carboidrato.
 - (b) falsa, porque não há vitaminas.
 - (c) verdadeira, porque há proteínas.
 - (d) verdadeira porque ela tirou a carne.
 - (e) verdadeira, pode ser considerada uma refeição saudável.
- 7 Os carboidratos são tipos de nutrientes presentes nos alimentos. Marque a alternativas corretas.
- (a) são as gorduras e óleos.
 - (b) alimento energético.
 - (c) são ricos em arroz, pão, açúcar.
 - (d) o nutriente amido não é um carboidrato.
 - (e) constituem a principal fonte de energia para nosso corpo.
- 8 Quais as principais funções dos carboidratos?
- (a) reserva energética.
 - (b) não possui função.
 - (c) função reguladora.
 - (d) dar energia para o organismo.
 - (e) ajuda no fortalecimento dos ossos.
- 9 Indique quais alimentos são ricos em proteínas
- (a) ovo, carne vermelha.
 - (b) batata, macarrão.
 - (c) óleo, azeite.
 - (d) feijão, carne de frango.
 - (e) nenhum desses.
- 10 Os lipídios são as gorduras que os alimentos apresentam e que trazem benefícios para a saúde, especialmente aqueles que têm origem vegetal e animal. Identifique as alternativas dos alimentos ricos em lipídios.

- (a) abacate, iogurte.
- (b) maçã, laranja.
- (c) macarrão, pão.
- (d) arroz, feijão.
- (e) azeite, manteiga.

11 Indique os nutrientes mais energéticos.

- (a) carboidratos.
- (b) proteínas.
- (c) vitaminas.
- (d) lipídios.
- (e) nenhum desses.

12 Os alimentos são classificados em três grupos: ricos em carboidratos e gorduras, ricos em proteínas, e ricos em vitaminas e sais minerais. Quando considero que a alimentação é equilibrada?

- (a) são as vitaminas e sais minerais.
- (b) alimentação variada
- (c) alimentação rica em carboidratos sem vitaminas
- (d) alimentação que contenha basicamente gordura e carboidrato
- (e) alimentação composta de carboidratos, gorduras, proteínas, vitaminas e sais minerais.



ENSINANDO CONDUÇÃO TÉRMICA PARA O ENSINO FUNDAMENTAL

TEACHING TERMIC CONDUCTION FOR ELEMENTARY SCHOOL

DELZIMAR PRATES ALVES¹, OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO²,
MARCELLO FERREIRA², MARCOS ROGÉRIO MARTINS COSTA²

¹Centro Educacional Estância III - Planaltina DF

²Instituto de física, Universidade de Brasília, UnB

Resumo

Por meio de um levantamento de pesquisas realizadas nos últimos cinco anos, verificamos que os conceitos da termodinâmica ensinados utilizando-se a metodologia do ensino por investigação ainda se concentram no ensino médio. Este trabalho buscou suprir em parte essa lacuna, ao buscar acessar os alunos do ensino fundamental a partir de um ensino mais investigativo e ativo no campo da termodinâmica. Neste sentido, o objetivo foi saber como as atividades baseadas no ensino por investigação e na aprendizagem significativa de Ausubel poderiam proporcionar uma melhor compreensão das formas de propagação de calor. Focou-se no ensino das formas de propagação de calor visando a habilidade (EF07CI03) da Base Nacional Comum Curricular. A sequência didática utilizada propôs uma atividade investigativa sobre condução térmica baseada no modelo de Monk e Dillon. A pesquisa foi feita com alunos do 7º ano de uma escola pública do Distrito Federal. A teoria de Ausubel foi relevante para orientar o planejamento das atividades investigativas traçando ações, como a necessidade de organizadores prévios, para que os alunos tivessem subsunçores suficientes para elaborar a argumentação durante a aplicação da atividade investigativa. Ao final, os resultados mostraram que os alunos compreenderam adequadamente o que são condutores e isolantes térmicos.

Palavras-chave: Propagação de calor. Ensino por investigação. Aprendizagem significativa.

Abstract

Through a survey of researches carried out in the last five years, we verified that the concepts of thermodynamics taught using the methodology of teaching by investigation are still concentrated in high school. This work sought to partially fill this gap, by seeking to access elementary school students from a more investigative and active teaching in the field of thermodynamics. In this sense, the objective was to know how Ausubel's activities based on inquiry-based teaching and meaningful learning could provide a better understanding of the forms of heat propagation. It focused on teaching the forms of heat propagation targeting the skill (EF07CI03) of the National Common Curricular Base. The didactic sequence used proposed an investigative activity on

thermal conduction based on the Monk and Dillon model. The research was carried out with 7th grade students from a public school in the Federal District. Ausubel's theory was relevant to guide the planning of investigative activities, tracing actions, such as the need for previous organizers, so that students had enough subsumers to elaborate arguments during the application of the investigative activity. In the end, the results showed that the students adequately understood what thermal conductors and insulators are.

Keywords: Heat propagation. Inquiry-based teaching. Meaningful learning.

I. INTRODUÇÃO

O ensino comumente praticado nas aulas de ciências ainda hoje se fundamenta na memorização de fórmulas e/ou conceitos, ou em práticas experimentais que tem por objetivo a mera comprovação da teoria. Isso é feito em detrimento de um ensino que estimule a investigação, no qual os alunos possam vivenciar os processos de produção do conhecimento científico. Isso pode ser corroborado pela ausência de trabalhos direcionados para as séries finais do ensino fundamental que abordem o ensino por investigação.

Por meio de um levantamento feito por meio de periódicos (Revista Brasileira de Ensino de Física e Revista Investigações em Ensino de Ciências), atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e o banco dissertações e teses, buscamos compreender o estado da arte das pesquisas fundamentadas no ensino por investigação e que trabalharam os conceitos de calor, temperatura e propagação de calor envolvidos na área da termodinâmica no ensino fundamental, séries finais. Percebemos que dentro do nosso escopo de pesquisa não foram desenvolvidos trabalhos direcionados para as séries finais do ensino fundamental, mas apenas para o ensino médio, como, por exemplo, as seguintes pesquisas: FALCOMER, GUIMARÃES e SILVA, 2017; MARTINS, FERNANDES e GOMES, 2017; DURÃES, XAVIER e SOARES, 2017; FEITOSA e MENEZES, 2015; PEREIRA e ABIB, 2015; SEFERIN, ALVARENGA e AMBRÓZIO, 2015.

Considerando esse contexto e com o objetivo de que as aulas de ciências possam proporcionar ao aluno essa vivência do processo de produção da ciência, consideradas suas adaptações ao espaço escolar, trazemos, neste trabalho, a proposta do ensino por investigação.

Nela buscamos compreender como as atividades baseadas no ensino por investigação e na aprendizagem significativa de Ausubel podem proporcionar uma compreensão significativa das formas de propagação de calor. O nosso objetivo geral foi que ao final da aplicação da sequência didática, os alunos pudessem compreender significativamente as formas de propagação de calor trabalhando a habilidade (EF07CI03) da Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

(EF07CI03) Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento. (BRASIL, 2018, p. 347)

Assim, essa habilidade, ao ser trabalhada em sala de aula com o ensino por investigação poderá permitir um ensino mais contextualizado. Segundo Lutfi *apud* Leite, Wenzel e Radetzke 2020, p. 227: a contextualização é mais do que a mera ligação entre conceitos cotidianos e científicos, deve promover a compreensão de problemas sociais e contribuir para que o aluno consiga intervir no meio em que vive. Assim o aluno poderá compreender situações cotidianas como o uso de determinados materiais isolantes térmicos em utensílios domésticos.

A seguir dividimos nosso trabalho em quatro seções: na seção II, abordaremos o referencial teórico utilizado neste trabalho (esta seção se subdivide em II.1 o ensino por investigação em ciências e II.2 características do amálgama entre Ausubel e Lipman); na seção III, apresentaremos o percurso metodológico; faremos, na seção IV, a discussão dos resultados (subdivide-se em IV.1 análise da discussão do primeiro experimento e IV.2 análise da discussão do segundo experimento) e teceremos, na seção V, as considerações finais.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

I. O Ensino por Investigação em Ciências

O método de ensino por investigação aproxima o aluno do próprio processo de produção da ciência com seu levantamento de hipóteses, manipulação de variáveis e elaboração de modelos explicativos. Ao se planejar um ensino baseado na investigação, este se afasta de uma aprendizagem baseada na memorização e se aproxima de um ensino em que o aluno é estimulado a desenvolver seu raciocínio e argumentação. Para Scarpa, Batistoni e Silva,

ao se considerar a investigação uma das características centrais da produção do conhecimento científico, utilizá-la nas aulas de Ciências é uma maneira de ensinar não só o conteúdo científico, mas também as características que compõem a natureza desse conhecimento, além de utilizar a linguagem argumentativa, contemplando os três eixos estruturantes da alfabetização científica (SCARPA, BATISTONE e SILVA, 2019, p. 132).

Assim, a adoção desta metodologia transcende a aprendizagem somente de conceitos científicos, fornecendo aos estudantes um vislumbre importante da própria natureza do conhecimento científico. Um ensino que vai além do que comumente é feito com o objetivo de memorização de fórmulas e/ou conceitos.

O ensino por investigação pode trazer a vivência com o fazer científico. Segundo Baptista (2016), tal ensino se concretiza nas atividades de investigação. A autora, em sua obra, elenca várias pesquisas sobre como desenvolver estas atividades. Neste trabalho, abordaremos uma delas: trata-se da abordagem de Monk e Dillon (*apud* Baptista, 2016), que classifica as atividades por meio do seu grau de abertura. A Figura 1 (Batista, 2016, p. 95) resume as ideias destes autores.

Segundo Monk e Dillon (*apud* Baptista, 2016), o professor deve considerar essas três fases para delimitar, na construção de sua sequência didática, o grau de abertura das atividades de investigação. Optamos, na nossa pesquisa, por atividades investigativas mais fechadas,

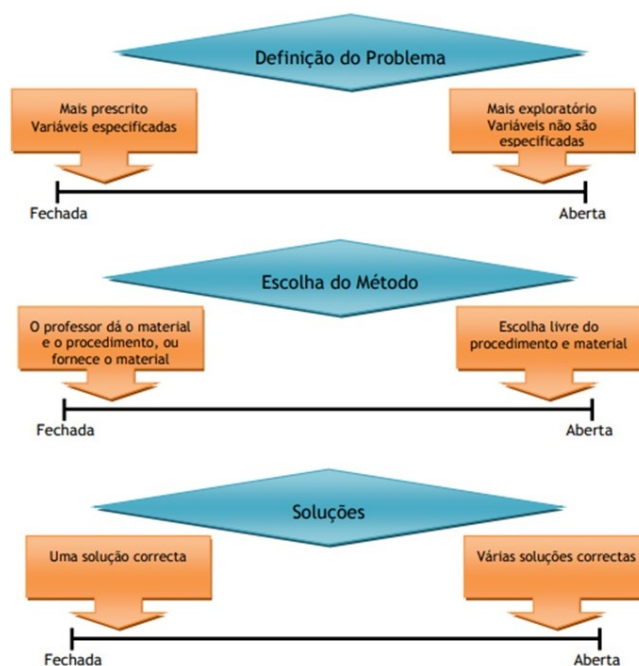


Figura 1: : Graus de definição do problema, escolha do método e apresentação das soluções. Fonte: Baptista (2016, p. 95).

em função da faixa etária dos alunos e de sua conseqüente menor autonomia na resolução de problemas, e também porque as atividades envolvem a manipulação de altas temperaturas.

Para Munford, Castro & Lima (2007, p. 100), conforme o documento Investigação e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências: Um Guia para Ensino e Aprendizagem é essencial, para que ensino por investigação seja bem sucedido, que os estudantes:

- engajem-se com perguntas de orientação científica;
- dêem prioridade às evidências ao responder questões;
- formulem explicações a partir de evidências;
- avaliem suas explicações à luz de outras alternativas, em particular as que refletem o conhecimento científico;
- comuniquem e justifiquem explicações propostas.

Note-se que todas essas orientações se conformam exatamente àquelas que haurimos da síntese entre Ausubel e Lipman, como veremos mais adiante, indicando a considerável naturalidade com que os referenciais teóricos adotados se amálgamam entre si.

Tal metodologia de ensino por investigação, entretanto, depende de um nível mais profundo de fundamentação teórica, uma vez que se trata de uma tecnologia de ensino que pode se ancorar nas mais diversas abordagens descritivo-psicológicas e/ou normativo-educacionais (SILVA FILHO et al. 2021). Segundo os autores Silva Filho et al. (2021, p. 9), enquanto as teorias psicológicas de aprendizagem são de natureza (predominantemente) descritiva; as teorias pedagógicas, as teorias de educação e as metodologias de ensino são

de natureza (predominantemente) normativa. Assim, como pano de fundo de nossas ações, no que concerne à dimensão descritivo-psicológica, adotamos a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Ausubel. Como seu desdobramento natural, adotamos ainda o amálgama da TAS, com as perspectivas de Lipman, na complementação da perspectiva descritivo-psicológica por uma prescritiva-educacional (SILVA FILHO e FERREIRA, 2018).

Na seção a seguir, apresentamos a TAS em suas principais características, articulando-as com a abordagem de Lipman.

II. Características do Amálgama entre Ausubel e Lipman

Para Ausubel a aprendizagem significa organização e integração do material na estrutura cognitiva do aprendiz. (MOREIRA, 1999, p.150). Assim, no âmbito da TAS, existe a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica, como polos de um *continuum* de possibilidades de aprendizagem. A aprendizagem significativa, nosso objetivo, ocorre quando o processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo (MOREIRA, 1999, p. 151).

O subsunçor, segundo Moreira (2012, p. 30), é o nome dado a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimento do indivíduo, que permite dar sentido a um novo conhecimento que se apresenta a ele ou que é descoberto por ele. Serve como ideia âncora para novos conhecimentos.

Ausubel traz três tipos de aprendizagem significativa: a aprendizagem representacional; por conceitos e a proposicional. (MOREIRA, 1999, p. 155).

Outro ponto importante da TAS é o conceito de assimilação. Segundo ele, trata-se de um processo que ocorre quando um conceito ou proposição, potencialmente significativo, é assimilado sob uma ideia ou conceito mais inclusivo, já existente na estrutura cognitiva, como um exemplo, extensão, elaboração ou qualificação do mesmo (MOREIRA, 1999, p. 156).

Para que ocorra a aprendizagem significativa, Moreira (2012) traz duas condições: que o material seja potencialmente significativo e a que haja predisposição do estudante para aprender. Um material, portanto, não é significativo em si mesmo. O processo de significação ocorre sempre a partir de uma relação entre o material e a estrutura cognitiva do aluno. Faz-se necessário, para que o potencial de significação do material se converta em verdadeira significatividade, que o aluno possua, em sua estrutura cognitiva, conceitos nos quais esse material possa se ancorar. Tais âncoras cognitivas são chamadas de subsunçores e são condição *sine qua non* para que uma verdadeira aprendizagem significativa possa ocorrer. É a partir dessa estrutura cognitiva que se torna possível ao aluno relacionar os novos conhecimentos, de forma não arbitrária e não literal, com os conhecimentos prévios. (MOREIRA, 2012, p. 36).

A TAS pode se relacionar com a teoria de educação de Lipman a partir da introdução, por este último, das Comunidades de Investigação e o Pensamento de Ordem Superior (SILVA FILHO e FERREIRA, 2018). Lipman concretiza a ideia de aprendizagem significativa ao propor quatro habilidades (raciocínio, formação de conceitos, investigação e tradução) necessárias para o desenvolvimento do Pensamento de Ordem Superior. Elas, por sua vez,

devem ser articuladas a partir das comunidades de investigação, que introduzem o processo dialógico na aprendizagem. Tais comunidades

se estabelecem a partir de um diálogo no qual os conteúdos são inicialmente apresentados a partir das próprias suposições dos alunos (ou seja, em termos Ausubelianos, seus subsunçores, que agora passam ser compartilhados por intermédio das comunidades de investigação). (SILVA FILHO e FERREIRA, 2018, p. 113).

Os subsunçores citados anteriormente, que servirão de âncora para os novos conhecimentos, devem ser trabalhados, na perspectiva do amálgama TAS-LIP, a partir das comunidades de investigação, uma vez que, por meio das comunidades de investigação, é possível reposicionar as concepções dos alunos ao colocá-los em contato com perspectivas diferentes (SILVA FILHO e FERREIRA, 2018, p. 113). Com a dialogia, é possível introduzir o desenvolvimento das habilidades propostas por Lipman no contexto da aprendizagem significativa.

III. METODOLOGIA

Nosso objetivo, considerando o referencial teórico adotado, foi propiciar aos alunos uma aprendizagem significativa sobre propagação de calor. Consideramos que os alunos (do 7º ano) já tinham alguns subsunçores na sua estrutura cognitiva, pois foi previamente trabalhado com eles os conceitos de calor, de temperatura e de transferência de energia térmica, tanto de forma macroscópica, quanto microscópica, por meio do registro escrito e de desenhos.

Os conhecimentos prévios que esperávamos que eles tivessem estão no mapa conceitual apresentado na Figura 2.

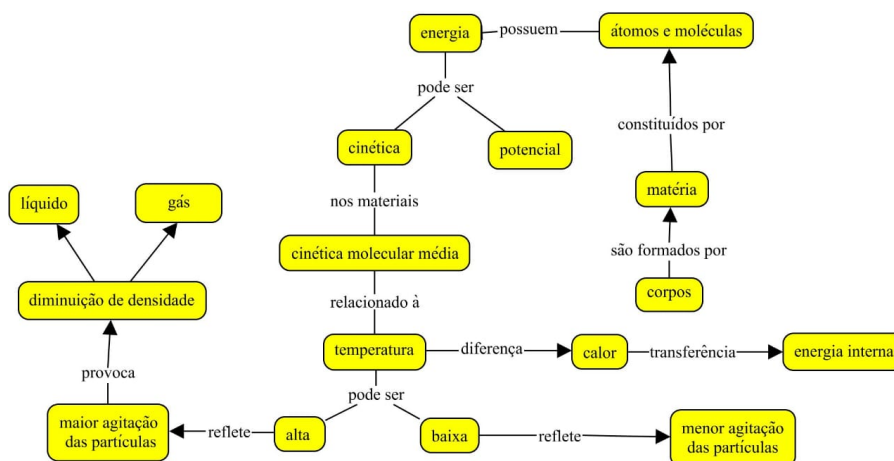


Figura 2: Mapa Conceitual dos subsunçores desejados.

Foi aplicado um questionário para o levantamento desses subsunçores. Na Figura 3 apresentamos um mapa conceitual relacionado aos conceitos que desejamos ensinar, e que foi diretor da construção do mapa conceitual referente aos subsunçores desejados. Nele está presente a propagação de calor por convecção térmica, ainda que a atividade investigativa completa não tenha sido feita somente sobre condução térmica.

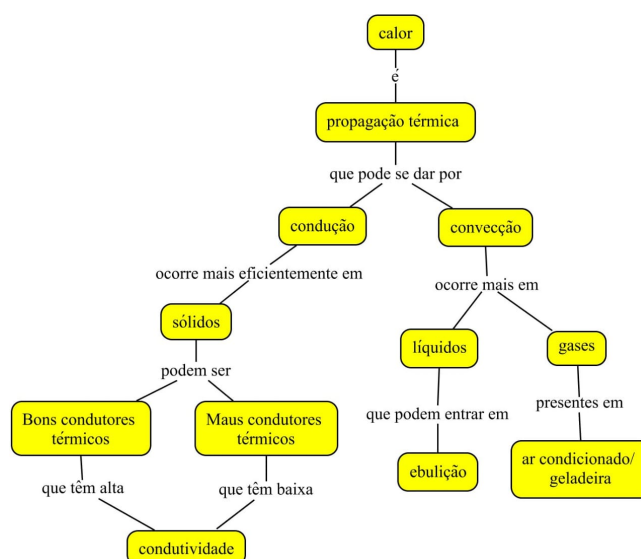


Figura 3: Mapa Conceitual dos conceitos a ensinar.

A partir deste mapa foi construída a atividade investigativa. A pesquisa foi realizada com 30 alunos de uma turma do 7º ano em uma escola de Planaltina DF. Entretanto, participaram, efetivamente, apenas 16 alunos. Devido à pandemia, a turma foi organizada em duas equipes (verde e amarela), que se alternavam em cada semana. Na Tabela 1 apresentamos uma síntese da atividade investigativa.

Aula 1- experimento 1 (2 aulas de 35min)	
Ações	Apresentação das questões problematizadoras: 1- Por que as panelas de ferro que compramos possuem os cabos de madeira? 2- Ana colocou uma panela de cerâmica para cozinhar um feijão e uma panela de inox para cozinhar o arroz. A panela de inox rapidamente estava quente para colocar o arroz. Como você explica o que aconteceu a partir de suas observações e do material que compõem cada panela?
	Realização do experimento pela docente: Derretimento da margarina em diferentes materiais: colheres de pau, ferro, plástico imersas parcialmente na água quente.
	Discussão do experimento 1
Aula 2- experimento 2 (2 aulas de 35min)	
Ações	Retomada das questões problematizadoras apresentadas na aula anterior e comparação pelos alunos do derretimento do gelo em diferentes materiais.
	Realização do experimento pela docente: Derretimento do gelo em diferentes materiais: madeira, plástico, alumínio e vidro.
	Discussão do experimento 2.
	Avaliação final (questões abertas)

Tabela 1: Síntese da aplicação da atividade investigativa sobre condução de calor.

Os experimentos foram feitos de forma demonstrativa pela professora regente, devido à impossibilidade de manipulação dos materiais pelos alunos em grupo, e pelo fato de o experimento envolver materiais em altas temperaturas, ensejando perigo para alunos da faixa etária em questão.

A atividade investigativa foi aplicada em duas semanas. Na primeira, com o grupo verde,

e na segunda, com o grupo amarelo. Aqui os resultados serão analisados considerando a turma como um só grupo, uma vez que se tratava, de fato, de um mesmo conjunto razoavelmente homogêneo de indivíduos, separados apenas por uma conveniência sanitária.

Estavam presentes 8 alunos do grupo verde e 8 do amarelo. Para apresentação dos diálogos, os alunos serão identificados usando códigos A1, A2, A3, ... (grupo verde) e B1, B2, B3, ... (grupo amarelo), visando preservar a identidade dos participantes da pesquisa. Usamos as gravações das aulas em áudio e registro escrito realizado no decorrer da aplicação da sequência didática. Os resultados foram analisados a partir do registro escrito dos alunos e da análise dos diálogos feitos entre professora e alunos. Essa escolha foi baseada no referencial teórico adotado, que seleciona a dialogia como mecanismo precípua de veiculação da aprendizagem significativa, por intermédio da construção, em sala de aula, de uma Comunidade de Investigação.

IV. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente foi aplicado um questionário para os 16 alunos, com o intuito de fazer o levantamento dos subsunçores em suas estruturas cognitivas que, como vimos, é, segundo a teoria de Ausubel, crucial para identificar ideias que servirão de âncora para novos conhecimentos (MOREIRA, 2012, p.39). A partir dos resultados do questionário foi possível direcionar as ações para elaboração da atividade investigativa. A seguir apresentaremos os resultados dos dois experimentos realizados durante a atividade investigativa.

I. Análise da discussão do primeiro experimento

A apresentação dos diálogos segue a perspectiva teórica adotada que elegeu este elemento como fundamento do ensino e da aprendizagem significativa. Trechos do diálogo do primeiro experimento com o grupo verde e amarelo estão apresentados na Tabela 2.

Foram, então, apresentadas as questões problema para que os alunos tivessem um ponto inicial para elaborar suas hipóteses explicativas, apresentarem conclusões e avaliarem seus argumentos, condizente com o método investigativo e a proposta de Lipman.

Como podemos observar, na Tabela 2, os alunos usaram conhecimentos prévios trabalhados anteriormente para formular seus argumentos, como aquele da transmissão de energia, da matéria formada por partículas e do calor como associado ao grau de agitação das partículas, o que permitiu que eles não permanecessem somente na observação macroscópica, mas pudessem pensar a partir de uma perspectiva microscópica sobre a constituição dos materiais inclusive. Isso ensejou, por exemplo, a explicação de que o metal é um bom condutor, como disse o grupo verde, pela forma rápida ou lenta em que a condução ocorre. Isso, de certa maneira, é um indício de aprendizagem significativa, pois mostra que os novos conhecimentos estão sendo ancorados de maneira não-arbitrária na estrutura cognitiva dos alunos (MOREIRA, 1999). Em outro diálogo, o grupo verde chega à conclusão de que a madeira é um mau condutor:

Grupo Verde	Grupo Amarelo
<p>A1: Não é um bom condutor de calor. Professora: O que não é um bom condutor de calor? A1: Como se fosse...o calor transmitisse calor mais facilmente. Professora: Pra você o que significa essa palavra? A1: Condutor então vai passar energia de uma coisa para outra. Professora: Vamos ajudar o Guilherme? Isso aqui é o que ele está vendo macroscopicamente, macroscopicamente é o que estou visualizando a partir do que fizemos ali e microscopicamente como poderia fazer isso? Como poderia explicar isso aqui microscopicamente? Primeira coisa o que tem aqui dentro desse copo? A1 e A2: água quente. Professora: E o ferro ele está em contato com quem? O que está acontecendo para ele ser um bom condutor de calor se eu conseguisse visualizar microscopicamente? A1: a água está passando energia para o ferro. Professora: Como ela está passando energia para o ferro se eu conseguisse visualizar microscopicamente? Como é a água microscopicamente? A2: a água é umas gotinhas. Professora: Como eu represento umas gotinhas? A1: as partículas? Professora: As partículas como eu posso representar? Posso fazer bolinhas assim? Como é o nome da molécula de água? A1: H₂O. Professora: E aí a água está entrando em contato com quem? A1: com o metal. Professora: Como posso representar o metal? Posso representar o metal da mesma forma que a água? A2: Não. Professora: Por que não posso representar da mesma forma que a água? A2: Por que as partículas são diferentes.</p>	<p>Professora: qual o problema de eu falar que a temperatura está passando? Eu posso falar que ela está passando? Alunos: não. Professora: o que que passa de um corpo para outro? Tenta responder as duas perguntas de acordo com que vocês estão pensando. B1: professora essa colher é de alumínio mesmo? Metal? Professora: metal. Alumínio. B1: No meu pensamento os átomos do metal aquecem mais rápido, recebem o calor mais rápido que as outras. B2: eu pensei nisso. B1: os átomos de alumínio aquecem mais rápido do que a de plástico e muito mais rápido do que a de madeira. Professora: Como a gente poderia representar os átomos de alumínio em contato com a água. As moléculas de água estão em contato com os átomos de alumínio. E como está sendo essa interação dos dois aí? O que está acontecendo com um e com o outro? B1: Na minha cabeça obviamente os átomos da colher de plástico, da de madeira e de metal são diferentes. Acho que os de alumínio tem uma aceitação maior com as moléculas de água. As moléculas da água estão aquecidas. Professora: Quando elas estão aquecidas como é que está agitação das moléculas de água? B1: mais rápida.</p>

Tabela 2: *Discussão do experimento 1.*

Professora: Por que você afirmou pra mim que não é um bom condutor de calor?

A1: a Madeira.

Professora: Se a madeira não é um bom condutor de calor e o ferro? E o ferro é o que?

A1: é um excelente condutor de calor.

Professora: é um excelente condutor de calor?

A2: sim.

Neste diálogo, eles já percebem que a condutividade térmica é diferente entre os materiais usados no experimento. No entanto, ainda ocorre uma confusão (grupo verde e amarelo) inicial em compreender a condução térmica, considerando que a temperatura da água era diferente para cada material, ou que a temperatura passa de um material para o outro, como apresentado na tabela 3.

Grupo verde	Grupo amarelo
A2: A temperatura do ferro estava diferente para madeira. Professora: a temperatura do ferro estava diferente para madeira? Ou estão na mesma temperatura? A2: o ferro é uma coisa a madeira é outra. Professora: Mas se eles estão no mesmo ambiente eles terão a mesma temperatura? Quem está transferindo energia para quem ali? A1: a água. Professora: a temperatura da água é a mesma tanto para o ferro e a mesma para madeira? A2: eu não sei como dizer isso. Professora: o que é temperatura? A1: temperatura é a agitação das partículas. Professora: isso. É a agitação das partículas. Se temperatura é a agitação das partículas e essa água aqui a temperatura dela está a mesma tanto para o ferro quanto para madeira quanto para o plástico então quer dizer que a transferência de energia é diferente? A1: sim. A2: Porque o ferro transmite mais fácil. Professora: Transmite o que? A1: Transmite energia, calor. Professora: Calor ou energia? Qual diferença de um para outro? A3: energia vem da água. Professora: Que energia vem da água? A2: a energia das moléculas de água. Professora: Elas têm energia quanto está quente? Essa energia passa de quem para quem? A1: A água passa energia para a colher.	B1: a temperatura da água vai passar para colher de metal. Professora: a temperatura passa de um lugar para o outro? Alunos: não. B1: dependendo da situação pode. B3: vai se igualando as duas temperaturas. B4: a temperatura quente da água passou para colher.

Tabela 3: discussão do experimento 1 - continuação.

É comum os alunos confundirem temperatura com calor, inclusive usando os dois conceitos como sinônimos (SILVA, FERNANDES NETO e CARVALHO *apud* GOMES et al., 2003). No grupo verde, logo após a docente intervir no raciocínio dos alunos, como preconizado pela abordagem educacional de Mathew Lipman, eles começaram a perceber que o conceito

de calor é diferente daquele de temperatura, inclusive expondo o conhecimento prévio adquirido de que a temperatura está associada ao grau de agitação média das partículas e pensando no calor como um trânsito de energia de um corpo para outro.

Em outro trecho os alunos já passaram a articular a condução de calor com a velocidade com que a energia envolvida é propagada pelo material, como pode ser visto no diálogo a seguir:

Professora: Então posso dizer que ele (ferro) transmite mais fácil o calor ou a energia?

A2: transmite mais fácil energia.

Professora: Da água para o ferro. Qual a conclusão podemos chegar? Por que a panela de ferro tem cabos de madeira?

A2: para não queimar mão.

Professora: Como a ciência explica? Por que eu escolho cabo de madeira e não cabo de ferro?

A2: Porque a madeira não transmite energia.

Professora: a madeira não transmite energia.

A1: transmite devagar.

Professora: Não transmite energia ou transmite devagar? A madeira transmite devagar como o A1 falou. Por isso eu falo que a madeira é o que?

A3: um condutor ruim de calor.

A2: um mau condutor.

Um dos nossos objetivos era desenvolver nos alunos a habilidade de identificar os materiais bons e maus condutores, pensando também no que não estavam visualizando, que é a dimensão microscópica e seus efeitos explicativos no comportamento macroscópico, o que, efetivamente ocorreu. Além disso, eles foram capazes de pensar em algumas variáveis que poderiam influenciar no resultado do experimento, como podemos ver no diálogo abaixo:

B5: a diferença das colheres serem mais finas tem alguma diferença?

Professora: tem. A espessura do material vai diferenciar em relação ao que? De acordo com que a gente falou aqui?

B3: com o número de moléculas?

Professora: Por que a massa do material é maior. Por isso que quando eu peguei as minhas colheres vocês podem reparar que eu peguei as colheres do mesmo tamanho. A espessura poderia influenciar em que Sarah?

B3: uma poderia esquentar mais rápido.

Professora: estou falando de espessuras diferentes.

B4: vamos pegar essa colher aqui professora e colocar em outra vasilha?

Os alunos perceberam que a espessura do material pode influenciar na condutividade térmica, ao alterar a velocidade da transferência de energia. Por razões de limitação de tempo, não foi possível discutir essa variável em sala, mas a professora colocou pode apresentar uma variação do experimento, implicando diferentes espessuras dos materiais envolvidos, para que os alunos testassem a hipótese deles.

Conforme Zômpero e Laburú (2011, p.68), a perspectiva do ensino com base na investigação possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, e também a cooperação entre eles, além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico. Podemos confirmar isso pela análise das falas dos alunos, em que, juntos, buscavam explicações aos problemas propostos e até mesmo na formulação de hipóteses, como neste último diálogo em que o aluno ajudou a colega a pensar em como a condutividade térmica pode ser diferente dependendo da espessura do material.

II. Análise da discussão do segundo experimento

Na Tabela 4 apresentamos alguns diálogos que ocorreram ao longo da apresentação do segundo experimento.

Grupo verde	Grupo amarelo
Professora: o que está acontecendo com esta energia das partículas entrando em contato com o gelo? A3: elas estão recebendo mais... Professora: quando entrarem em contato o que vai fazer? A2: as partículas de metal vai deixar as partículas de água mais agitadas Professora: 25min para o gelo derreter na madeira. Quem derreteu primeiro? A3: o alumínio. Professora: se ele derreteu primeiro ele é um bom o que? A3: condutor térmico. Professora: por que eles são bons condutores? Interação de uma partícula com a outra? A energia que está sendo transferida do alumínio para o gelo é mais rápida ou mais lenta? A3: mais rápida. Professora: e madeira como é a condução de energia dela? Alunos: mais devagar. Professora: quando a condução de energia é mais devagar eu chamo de que? A1: mau condutor. Professora: mau condutor são isolantes térmicos.	B5: o alumínio absorve calor mais rápido. Professora: então a energia no alumínio é propagada mais rápido ou mais lento? Alunos: mais rápido. Professora: por que no alumínio é propagado mais rápido? B1: Porque os átomos do alumínio têm uma aceitação maior. Professora: vocês ouviram o que o Samuel Vi-tor falou? Ele falou que os átomos do alumí-nio têm uma aceitação maior que os átomos que forma o plástico, o vidro, a madeira. Tem aceitação maior de que? B3: calor. Professora: o calor está passando de quem para quem? B5: da bandeja para o gelo. Professora: então a bandeja está passando calor, transferindo energia né? Quando a gente transfere calor não transfere energia? Transferindo energia térmica da bandeja para o gelo. B1: aí conforme a energia passa de um para outro as moléculas de gelo começa se agitar mais e o gelo vai derreter e virar água de novo. Professora: quem vai passar essa energia para o gelo? B5: a bandeja de alumínio. Professora: ela que vai passar essa energia. Quando a bandeja de alumínio vai passar para o gelo desses quatro materiais que eu coloquei qual seria o melhor condutor de calor? B1: o alumínio.

Tabela 4: discussão do segundo experimento.

Os dois grupos novamente conseguiram concluir que os diferentes materiais possuem

condutividade térmicas diferentes portanto, permitindo classificá-los em condutores ou isolantes térmicos. Note-se, ainda, que eles usaram os subsunçores trabalhados previamente, usando termos como moléculas e átomos ao se referir aos constituintes de cada material. Do mesmo modo, referiram-se à energia em trânsito ao fazer menção ao conceito de calor.

Entretanto, não foi possível abordar as subpartículas dos átomos como os elétrons. Conforme Hewitt (2002, p. 281), os sólidos formados por átomos com um ou mais de seus elétrons mais externos fracamente ligados, são bons condutores de calor (e de eletricidade). Os metais possuem os elétrons externos mais fracamente ligados, que são livres para transportar energia por meio de colisões através do metal. Por essa razão eles são excelentes condutores de calor e de eletricidade.

Os subsunçores que eles possuem são aqueles do modelo atômico de Dalton, que não abrange as subpartículas do átomo (elétrons, prótons, nêutrons), o que impediu o aprofundamento dos conceitos.

Finalmente, apresentamos a seguir o questionamento de um aluno sobre a temperatura do gelo quando está derretendo:

A4: hem professora qual temperatura o gelo vai atingir até ficar líquido?

Professora: Tanto que o gelo outra coisa que é importante vocês saberem...vocês se lembram que a matéria tem três estados físicos. Quais são os três estados físicos?

A1: liquido

A5: sólido

A3: gasoso.

Professora: quando ele tiver nesta fase de solido mais liquido ao mesmo tempo ele vai ficar na mesma temperatura só depois que todo gelo derreter que ele vai começar a aumentar a temperatura novamente. Como se ele ficasse a temperatura de 0° C o tempo todo.

Neste ponto a Professora interrompeu a aula para buscar um gráfico sobre a mudanças de estado físico.

Professora: vem cá A4! O gelo está na temperatura de 0 né? Então quando o gelo ficar sólido e liquido ele vai continuar na temperatura de 0 , estável. Quando ele tiver aqui gelo e a água liquida vai continuar na temperatura de 0 quando derreter totalmente ele vai começar a aumentar a temperatura. Vocês entenderam que a temperatura fica constante? Quando passa de sólido para liquido ele não fica aumentando a temperatura, a temperatura ficará constante.

A4: Então quando ele ficar totalmente em estado líquido.

A atividade investigativa permitiu que não só os conteúdos previstos fossem abordados como também que os alunos pensassem sobre outros conceitos envolvidos como as mudanças de fase nos três estados físicos e a temperatura constante quando ocorre a mudança de estado físico. Esse é outro indício de aprendizagem significativa, pois mostra que o aluno está sendo capaz de transpor o conhecimento ensinado para contextos de articulação não apresentados.

Além da avaliação que foi feita ao longo do processo de aplicação das atividades investigativas com base no diálogo com os alunos, duas questões foram aplicadas com o

objetivo levá-los a pensar em outras situações problema a partir do conhecimento apreendido em sala de aula.

Na Tabela 5 temos os diálogos que emergiram da apresentação dessas duas questões. Apresentamos apenas os resultados com o grupo verde porque não foi possível desenvolver o mesmo com o amarelo por falta de tempo hábil para execução da avaliação.

Primeira Questão	Segunda Questão
<p>A população indígena esquimó que habita as regiões árticas desenvolveu habilidades que os fazem suportar a época de inverno, com temperaturas que podem alcançar até 20°C negativos. O iglu foi uma alternativa muito eficaz para garantir a sobrevivência durante a estação, por mais que seja muito contraditório dizer que uma casa de gelo te abriga do frio, é exatamente assim que acontece. (Texto adaptado: http://www.icelandcampos.com.br/iglu-o-abrigo-congelado-que-esquenta/). Como você explica essa casa de gelo proteger os esquimós do frio do inverno?</p>	<p>A baleia jubarte possui 17 metros e 40 toneladas. Possuem uma camada de gordura com 15 centímetros de espessura debaixo da pele. Fonte: https://www.natgeo.pt/estranho-mas-verdade/2018/05/como-e-que-estes-animais-conseguem-sobreviver-ao-frio. Com essas informações após a realização dos experimentos como você pode explicar ela sobreviver a temperaturas baixas?</p>
Diálogo com os alunos	Diálogo com os alunos
<p>Professora: vou impedir a transmissão de energia da parte de fora para parte interna porque o iglu também vai funcionar como um?</p> <p>Alunos: isolante térmico.</p> <p>Professora: o iglu vai impedir o que? Que eu não troque energia com o ambiente. Se eu não vou trocar energia com o ambiente o que vai acontecer com a minha temperatura?</p> <p>B1: ela vai se manter estável. Então no caso os cubos de gelo do iglu vai funcionar como isolante térmico porque a temperatura deles atingiu o grau máximo dali.</p> <p>Professora: peraí...para o gelo começar a derreter ele tem que atingir que temperatura?</p> <p>B1: 0° C.</p> <p>Professora: então se a temperatura está lá menos 20° C o gelo vai derreter?</p> <p>B1: não.</p> <p>Professora: então eu vou conseguir a manter a temperatura de que?</p> <p>B1: do gelo sem derreter. O que vai fazer com que eles vão ser maus condutores de calor para fazer o processo de transferência de energia seja mais lento.</p>	<p>Professora: o que esta camada de gordura da baleia interfere nela?</p> <p>B2: como isolante.</p> <p>Professora: vai impedir do calor sair de dentro dela e vai manter o que nela?</p> <p>B3: a temperatura dela.</p> <p>B1: sabe que eu lembrei? Da garrafa de café!</p> <p>Professora: vocês chegaram em uma conclusão né? Que a camada de gordura funciona como o que?</p> <p>B6: como isolante térmico.</p> <p>Professora: e o isolante térmico.</p> <p>B5: para que os órgãos dela não parem de funcionar.</p> <p>Professora: e o isolante térmico funciona como? Os isolantes térmicos funcionam como maus condutores. Então a condução de calor vai ser mais rápida ou mais lenta?</p> <p>B4: mais lenta.</p>

Tabela 5: Diálogos sobre as duas questões apresentadas na avaliação final.

Da Tabela 5, fica claro que os alunos tiveram dificuldade em pensar sobre as duas questões. Assim, a professora, seguindo as exigências do referencial teórico adotado, na perspectiva de Lipman, entrevistou na elaboração do raciocínio, conduzindo-o em parte.

Em ambas as questões os alunos conseguiram chegar à conclusão de que, tanto o iglu, como a camada de gordura da baleia funcionam como isolantes térmicos e estes são maus condutores de calor, pensando em quão mais rápida ou mais lenta é a condução de calor.

Vale ressaltar que um dos alunos conseguiu, no contexto da segunda questão, extrapolar as ideias envolvidas para a aplicação na garrafa térmica, vista igualmente como um isolante. Novamente, essa transposição de contextos fornece indícios de aprendizagem significativa.

Ao final da atividade investigativa, foi proposta uma avaliação com questões objetivas como sugestão para complementar a avaliação final. Devido ao tempo curto das aulas esta avaliação de sondagem não foi feita.

Podemos inferir assim que os alunos alcançaram o objetivo da atividade investigativa, que era desenvolver a habilidade de compreender e caracterizar o que são isolantes e condutores térmicos.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das colocações de vários autores sobre o ensino investigativo é possível caracterizá-lo como se segue:

para uma proposta investigativa deve haver um problema para ser analisado, a emissão de hipóteses, um planejamento para a realização do processo investigativo, visando a obtenção de novas informações, a interpretação dessas novas informações e a posterior comunicação das mesmas (ZÔMPERO E LABURU, 2011, p. 74-75).

A adoção de uma realização demonstrativa do experimento implica em um nível de manipulação experimental menor, o que pode ter mitigado alguns dos elementos descritos anteriormente. Por outro lado, como mostra a análise dos resultados, a sequência didática possibilitou aos alunos formularem suas hipóteses e confrontar com os colegas seus pontos de vista.

Eventualmente, a divisão da sala (comunidade de investigação) em grupos poderia promover uma maior interação entre os alunos e intensificar sua manipulação dos materiais e das variáveis, mas tal escolha estava em parte dificultada pelas medidas restritivas de afastamento social. Ao mesmo tempo foi possível, mesmo com as limitações indicadas, perceber que os alunos se empenharam em buscar solução para o problema apresentado, apresentando hipóteses e argumentações consistentes nessa direção.

A habilidade (EF07CI03) da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) pode ser parcialmente atingida, uma vez que os alunos compreenderam o uso no cotidiano de determinados materiais na produção de utensílios domésticos em substituição a outros. Nesse sentido, teria sido interessante abordar o funcionamento de determinados equipamentos, como a garrafa térmica, que inclusive foi mencionada por um dos alunos; entretanto, havia pouco tempo para fazê-lo. Além disso, as outras formas de propagação de calor radiação e convecção térmica não foram trabalhadas em sala de aula, permanecendo um tema para futuras pesquisas da aplicação do método investigativo nas séries finais do Ensino Fundamental.

A despeito de todas essas limitações, consideramos que a pesquisa se mostra importante para esta etapa do Ensino Fundamental (séries finais). De fato, nossa revisão de literatura mostrou que estas séries ainda não são contempladas com a abordagem investigativa. Nesse

sentido, a presente pesquisa mostra que é possível propor atividades investigativas em sala de aula para as séries finais do Ensino Fundamental, e que estas são válidas na compreensão de conceitos físicos no ensino de ciências.

Por fim, vale salientar a importância de se agregar o referencial teórico da teoria da Aprendizagem Significativa e a perspectiva de Lipman, como formas de se orientar o planejamento das atividades investigativas, traçando ações como aquela de se desenvolver uma aula de organização prévia, de modo a enriquecer suficientemente os subsunções presentes na estrutura cognitiva dos estudantes, para que estejam aptos a desenvolver sua argumentação durante a aplicação das atividades.

Do ponto de vista dos conteúdos veiculados, a sequência didática forneceu suporte para que o aluno pudesse pensar não apenas em termos macroscópicos, mas em termos microscópicos, usando o modelo atômico nas suas explicações. De fato, Ben-Zvi et al. *apud* Gibin e Ferreira (2013, p.22),

salientam que várias pesquisas mostram que os estudantes apresentam dificuldades para compreender os diferentes níveis de representações em química. Ainda segundo a autora, os estudantes apresentam dificuldades com as representações submicroscópica e simbólica porque são invisíveis e abstratas, e o pensamento deles é elaborado sobre a informação sensorial.

É muito comum os alunos ficarem presos somente ao que observam pelos sentidos e não conseguem pensar a partir da dimensão submicroscópica. Isso foi constatado durante a aplicação das atividades investigativas, quando foi solicitado que representassem, no nível simbólico (GIBIN E FERREIRA, 2013), tais estruturas. Os alunos não foram capazes de fazer tal representação, mesmo usando em seu vocabulário os termos partículas, átomos e/ou moléculas. Isso indica que, em futuras aplicações da sequência didática, seria interessante trabalhar com modelos atômicos de montar, como os existentes no mercado na forma de material didático, podendo, inclusive, ser esta uma maneira de aprofundar o tema.

REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M. L. M. Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico. Tese (Doutorado), Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

DURÃES, C. P.; XAVIER, A. P.; SOARES, D. C. A. O ensino da dispersão da luz com auxílio do PhET por meio do ensino por investigação. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, Florianópolis, Atas do ENPEC. FLORIANÓPOLIS: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

FALCOMER, V. A. S.; GUIMARÃES, E. M.; SILVA, D. K. S. O desenvolvimento de conteúdos procedimentais e atitudinais por meio do ensino por investigação em uma unidade didática sobre densidade. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, Florianópolis, Atas do ENPEC. FLORIANÓPOLIS: Universidade Federal de Santa Catarina,

2017.

FEITOSA, C. M. O.; MENEZES, P. H. D. A eletricidade e seus riscos: uma perspectiva para o ensino de física. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindóia, Atas do ENPEC. Águas de Lindóia: FAPESP, 2015.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar no Ensino de Conceitos Químicos. *Revista Química Nova na Escola*, v.35, n.1, p. 19-26, 2013.

GOMES, E. F.; GEJÃO, D.G.; OLIVEIRA, A. M.; SILVA, F. E. Calor x temperatura: um vídeo sobre as concepções alternativas de estudantes de ensino médio. In: XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2003.

HEWITT, P. G. Física conceitual. Porto Alegre: Bookman. 2002.

LEITE, F. A.; WENZEL, J.S.; RADETZKE, F.S. Contextualização nos currículos da área de ciências nos currículos da área de ciências da natureza e suas tecnologias. *Revista Contexto e Educação*, v. 35, n. 110, jan/abr., 2020. ISSN 2179-1309.

MARTINS, P. C. M; FERNANDES, S. A.; GOMES, T. S. Abordagem de conteúdos conceituais e procedimentais em Física através da mediação de atividades investigativas e simulações computacionais. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2017, Florianópolis, Atas do ENPEC. FLORIANÓPOLIS: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. Al final, Qué es aprendizaje significativo? *Revista Qrriculum*, v. 25, p. 29-56, 2012.

MUNFORD, D.; CASTRO e LIMA, M. E. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Revista Ensaio*, v. 9, n. 01, p. 89 -111, 2007.

PEREIRA, M. M.; ABIB, M. L. V. S. Potencialidades da perspectiva do ensino por investigação para a aprendizagem de conhecimento científico escolar ao longo do tempo. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindóia, Atas do ENPEC. Águas de Lindóia: FAPESP, 2015.

SCARPA, D. L; BATISTONI e SILVA. A biologia e o ensino de ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2019.

SEFERIN, A. M. L.; ALVARENGA, F. G.; AMBRÓZIO, R. M. Tópicos de Cosmologia no Ensino Médio: uma abordagem a partir de atividades investigativas. In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015, Águas de Lindóia, Atas do ENPEC. Águas de Lindóia: FAPESP, 2015.

SILVA FILHO, O. L. da; FERREIRA, M.; POLITO, A. M. M.; COELHO, A. L. M. de B. Normatividade e descritividade em referenciais teóricos na área de ensino de Física. Pesquisa e Debate em Educação, Juiz de Fora: UFJF, v. 11, n. 1, p. 1-33, e32564, jan./jun. 2021. ISSN 2237-9444. DOI:<https://doi.org/10.34019/2237-9444.2021.v11.32564>.

SILVA FILHO, L.S.; FERREIRA, M. Teorias da aprendizagem e da educação como referenciais em práticas de ensino: Ausubel e Lipman. Revista do Professor de Física, v. 2, n. 2, p 104-125, 2018.

ZÔMPERO, A. F. LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Revista Ensaio, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.



ONDAS MECÂNICAS: ensino pelo método investigativo

MECHANICAL WAVES: teaching using the inquiry-based approach

LUCÉLIA ANDRADE FRANÇA¹, OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO²,
MARCELLO FERREIRA², MARCOS ROGÉRIO MARTINS COSTA²

¹Centro de ensino em período integral Maria Ribeiro Carneiro

²Instituto de física, Universidade de Brasília, UnB

Resumo

Atualmente nas escolas brasileiras, a metodologia de ensino por transmissão/recepção é muito utilizada como único recurso por muitos professores; nela, o professor tem papel de destaque, sendo detentor de todos os saberes. Nesse ambiente educativo, o aluno não consegue exercer o seu protagonismo, participar ativamente do seu processo de aprendizagem, não encontrando significado para aquela aula. Nesse contexto, objetivou-se com essa pesquisa, elaborar e aplicar uma sequência didática sobre ondas mecânicas, assim como, analisar seus resultados, utilizando atividades investigativas fundamentadas pela teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (TAS), para alunos do 9o ano do ensino fundamental. Com os as atividades propostas, os alunos tiveram oportunidade de participar mais ativamente das aulas, expondo suas hipóteses, trabalhando colaborativamente com os colegas, expondo suas ideias, interagindo com o professor e tendo seus conhecimentos prévios considerados, pois na TAS são de extrema importância, à medida que servem como ponte cognitiva para a ancoragem de novos conceitos. Para os estudantes, as atividades da sequência didática se constituíram como uma metodologia atrativa, quando evidenciamos alunos mais envolvidos e motivados no ambiente escolar.

Palavras-chave: Ondas Mecânicas. Ensino por investigação. Aprendizagem Significativa.

Abstract

Currently in Brazilian schools, the teaching methodology by transmission/reception is very used as the only resource by many teachers; in it, the teacher has a prominent role, holding all knowledge. In this educational environment, the student cannot exercise their protagonism, actively participate in their learning process, not finding meaning for that class. In this context, the objective of this research was to elaborate and apply a didactic sequence on mechanical waves, as well as analyze its results, using investigative activities based on Ausubel's theory of meaningful learning (TAS), for students in the 9th year of elementary school. With the proposed activities, the students had the opportunity to participate more actively in the classes, exposing their hypotheses, working collaboratively with colleagues, exposing their ideas, interacting with

the teacher and having their previous knowledge considered, because in the TAS they are of extreme importance, as that serve as a cognitive bridge for the anchoring of new concepts. for students, the activities of the didactic sequence were constituted as an attractive methodology, when we show more involved and motivated students in the school environment.

Keywords: *Mechanical Waves. Inquiry-based teaching. Meaningful Learning.*

I. INTRODUÇÃO

Para ensinar ciências na escola, está à disposição do professor um vasto conjunto de referenciais teóricos, metodologias e tecnologias da educação. A despeito disso, ainda hoje, a estratégia mais utilizada pela maioria dos professores é a metodologia por transmissão/recepção, resultando, no mais das vezes, em uma aprendizagem mecânica, aquela praticamente sem significado, puramente memorística, que serve para as provas e esquecida, apagada, logo após. (MOREIRA, 2012, p.12). Essa aprendizagem arbitrária gera uma organização de informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos ou proposições relevantes, existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (SCHNETZLER, 1992). Neste modelo psicopedagógico centrado na transmissão-recepção, Schnetzler (1992, p. 17) explica que,

os conteúdos científicos a serem ensinados são vistos como segmentos de informações que devem ser depositados pelo professor na "cabeça vazia" do aluno. Por isso, é o professor o agente ativo no processo, já que fala 90% do tempo em sala de aula tentando "passar" ou "cobrir" o conteúdo para alunos silenciosos, os quais devem passivamente internalizá-lo e reproduzi-lo em termos verbatim nas avaliações.

Escolhendo esse método como único recurso, o professor retira o protagonismo do aluno, visto que, aprender apenas receptivamente significa que o aprendiz não precisa descobrir para aprender (MOREIRA, 2012, p.13). Dessa forma, então, como propor um método de ensinar ciências?

Com essa questão em mente, propomos, neste trabalho, uma sequência didática sobre ondas mecânicas, utilizando a metodologia de ensino por investigação, isto é, utilizando atividades investigativas (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011), fundamentadas teoricamente pela teoria da aprendizagem significativa (TAS) de David Ausubel, que, ao descrever o processo de aprendizagem, destaca a importância do conhecimento prévio dos alunos como fator isolado mais importante na determinação do processo de ensino. (VIEIRA, 2012, p. 4).

Neste contexto, uma possível convergência entre os princípios estabelecidos pelo ensino por investigação e a TAS nos levam a propor nesta sequência atividades com o propósito de: retomar as ideias prévias dos alunos, considerando que elas possuem extrema importância, servindo como ponte cognitiva para novos conhecimentos; propor problemas, que atuam como estímulo ao processo investigativo; levantar hipóteses, associadas ao problema proposto, permitindo aos alunos testar suas ideias e construir suas argumentações; avaliar ideias, estabelecendo justificativas ou refutações (SASSERON, 2013); desenvolver habilidades dialógicas e a capacidade de inferir conhecimentos científicos, associando-os a situações

cotidianas; formar alunos críticos e reflexivos, que saibam se comunicar com a sociedade e, principalmente, no aprendizado da ciência.

As atividades da sequência didática foram desenvolvidas com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental II e representam uma análise e reflexão a respeito de atividades investigativas fundamentadas pela TAS de Ausubel, que abordaram o reconhecimento das propriedades das ondas, o levantamento inicial das variáveis pertinentes ao movimento ondulatório, a classificação das direções de propagação e de vibração das ondas e, por fim, vivenciar situações de produção e análise de sons, diferenciando timbre, altura e intensidade sonora (volume).

II. REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino de ciências por investigação chega às salas de aulas brasileiras como alternativa metodológica frente ao ensino tradicional de ciências, aqui considerado como aquele meramente expositivo, em que o professor faz do quadro e dos livros didáticos seus únicos recursos e sua estratégia metodológica se encontra fundamentada na ideia de um processo de transmissão-recepção unidirecional, sem o concurso da dialogia como elemento imanente à abordagem.

Ao revisarmos na literatura sobre o conceito de ensino por investigação, encontramos muitas definições: para (SÁ et al., 2008) este ensino surge como estratégia didática, que proporciona atividades centradas no aluno, desenvolvendo, assim, sua autonomia e possibilitando a capacidade de tomar decisões e resolver problemas. Já Aulls e Shore apud Baptista (2010) indicam que os termos descoberta e resolução de problemas foram os mais utilizados pelos investigadores educacionais a partir dos anos 60. Clement et al. (2015, p. 117) apontam que o ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem. Ressalta-se ainda que,

apesar da grande diversidade de visões acerca do que é ensino por investigação, acreditamos que as diferentes propostas existentes podem ser melhor compreendidas a partir de uma mesma preocupação, qual seja, a de reconhecer que há um grande distanciamento entre a ciência ensinada nas escolas e a ciência praticada nas universidades, em laboratórios e outras instituições de pesquisa (MUNFORD; LIMA, 2007, p. 92).

Por outro lado, é importante salientar que:

a investigação é utilizada no ensino com outras finalidades, como o desenvolvimento de habilidades cognitivas nos alunos, a realização de procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e o desenvolvimento da capacidade de argumentação (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 73).

Todas essas habilidades descritas anteriormente, levam ao que Sasseron e Carvalho (2008) chamam de Alfabetização Científica, que, de acordo com Carvalho (2013, p. 45), significa oferecer condições para que os estudantes possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos.

Assim, ao se ensinar ciência pelo método investigativo, espera-se que o aluno se envolva no fazer, pensar, falar e escrever sobre ciência (ABELL & MCDONALD, 2006 apud BAPTISTA, 2016, p. 89), o que significa que este tipo de atividade requer dos alunos uma responsabilidade importante com relação à sua própria aprendizagem (BAPTISTA, 2016, p. 106 -107).

Entretanto, há diversos graus de envolvimento dos alunos nas diferentes dimensões do ensino por investigação. A gradação da Tabela 1 classifica a atuação do professor e dos alunos em diferentes níveis de envolvimento com a atividade investigativa. A partir do grau II é possível que o aluno, devidamente orientado pelo professor, apresente um papel ativo na busca do conhecimento. Segundo Zômpero e Laburú (2011) estes são pontos relevantes para a compreensão das estratégias de investigação adotadas na relação que estas estabelecem com o desenvolvimento de uma Cultura Científica.

Tabela 1: *Graus de liberdade professor (P)/aluno (A) na aula investigativa. Fonte: (CARVALHO, 2006, p.83. apud ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p.77)*

	Grau I	Grau II	Grau III	Grau IV	Grau V
Problema	–	P	P	P	A/P
Hipóteses	–	P/A	P/A	P/A	A
Plano de Trabalho	–	P/A	A/P	A	A
Obtenção dos Dados	–	A/P	A	A	A
Conclusão	–	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Sociedade

Por outro lado, para que a aprendizagem por meio de atividades investigativas seja significativa, o aluno deve se alicerçar na sua própria ação (VIEIRA, 2012, p. 6), na maneira que o processo investigativo está sendo conduzido. Assim, adotar apenas a perspectiva investigativa não garante, por si só, o caráter significativo da aprendizagem. Para que se possa tentar lograr um ensino investigativo com o caráter de significatividade, faz-se necessário adotar um referencial teórico que estabeleça, primeiramente, o que isso seja e, finalmente, que forneça os meios de se tentar atingir tal objetivo. Isso nos leva, portanto, à adoção da perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Ausubel.

Segundo Coll (2002), o processo de ensino e aprendizagem se torna significativo quando o aluno constrói significados para aquilo que está posto a aprender. Se não encontra significado, o estudante se limita à mera repetição de um conteúdo que foi por ele apenas memorizado. Desse modo, valorizar, fazer menção e aproveitar o que o aluno já domina é um dos caminhos metodológicos indicados para uma aprendizagem significativa. (PÓLON, 2012, p. 68).

Os conhecimentos que o aluno já domina são chamados, na abordagem da TAS, de subsunçores (MOREIRA, 2012), ou seja,

o "subsunçor" é um conceito, uma idéia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de "ancoradouro" a uma nova informação de modo que ela adquira, assim, significado para o indivíduo: a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação "ancora-se" em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva (OSTERMANN; CAVALCANTI, 2010, p. 23).

Na aprendizagem significativa, nada é estático, os processos vão se reestruturando constantemente, o conhecimento vai sendo construído de maneira dinâmica (MOREIRA, 1997, p. 5). Algumas das condições de possibilidade para um aprendizado significativo podem ser encontradas na metodologia investigativa, uma vez que esta exige do estudante a construção de reflexões, argumentações e discussões embasadas, certamente embasadas nos conhecimentos prévios dos estudantes e naqueles desenvolvidos no próprio percurso investigativo, mesmo que este não seja, por si só, suficiente para garantir tal significatividade. Para Vieira (2012) com os estímulos corretos, dentro de uma perspectiva significativa, o professor contribui para o aluno construir o seu conhecimento científico; assim, julgamos que a perspectiva investigativa movimentada alguns destes estímulos pelas suas características precípuas.

Dado o forte enraizamento da TAS no elemento conceitual da aprendizagem, foi desenvolvida a técnica dos mapas conceituais, que, para Moreira (1997), sob uma abordagem ausubeliana, em termos de significados, implicam:

- 1) identificar a estrutura de significados aceita no contexto da matéria de ensino; 2) identificar os subsunçores (significados) necessários para a aprendizagem significativa da matéria de ensino; 3) identificar os significados preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz; 4) organizar sequencialmente o conteúdo e selecionar materiais curriculares, usando as ideias de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa como princípios programáticos; 5) ensinar usando organizadores prévios, para fazer pontes entre os significados que o aluno já tem e os que ele precisaria ter para aprender significativamente a matéria de ensino, bem como para o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente e adequado para dar significados aos novos materiais de aprendizagem (MOREIRA, 1997, p. 6).

Mapas conceituais podem ser utilizados como recursos nessas etapas, desde o planejamento das ações até a avaliação da aprendizagem. De um modo geral, mapas conceituais, ou mapas de conceitos, são diagramas que indicam as relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. De fato,

isso quer dizer que mapas conceituais podem ser importantes mecanismos para focalizar a atenção do planejador de currículo na distinção entre o conteúdo curricular e o conteúdo instrumental, ou seja, entre o conteúdo que se espera que seja aprendido e aquele que serve de veículo para a aprendizagem (MOREIRA, 1997, p. 7).

A partir de um mapa conceitual de subsunçores e de uma sondagem prévia com o foco da aprendizagem, é possível planejar estratégias para que a aprendizagem seja realmente significativa. Uma possibilidade são os organizadores prévios, que Moreira e Massini (1982, p. 11-12) definem como materiais introdutórios apresentados antes do próprio material que se deseja ensinar. Esse organizador prévio cria, metaforicamente falando, uma ponte cognitiva, potencializando a aprendizagem significativa (SILVA; FERREIRA, 2018) e pode ser realizado de duas formas:

quando o material de aprendizagem é não familiar, quando o aprendiz não tem subsunçores recomenda-se o uso de um **organizador expositivo** que, supostamente,

faz a ponte entre o que o aluno sabe e o que deveria saber para que o material fosse potencialmente significativo. Nesse caso o organizador deve prover uma ancoragem ideacional em termos que são familiares ao aprendiz. Quando o novo material é relativamente familiar, o recomendado é o uso de um organizador comparativo que ajudará o aprendiz a integrar novos conhecimentos à estrutura cognitiva e, ao mesmo tempo, a discriminá-los de outros conhecimentos já existentes nessa estrutura que são essencialmente diferentes, mas que podem ser confundidos. (MOREIRA, 2012, p. 11).

Desse modo, cabe ao professor, a partir do seu levantamento de subsunçores, escolher a melhor forma de organizar as informações na estrutura cognitiva do aluno, que dependerá da riqueza desses subsunçores, tornando essa estrutura cada vez mais complexa (SILVA; FERREIRA, 2018).

Segundo Ausubel apud (SILVA; FERREIRA, 2018, p. 107) na aprendizagem significativa ocorrem, ainda, dois processos que se relacionam, a saber: a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. Para Moreira (2011a, 2011b, 2011c) apud Brum (2015, p. 54),

O princípio da diferenciação progressiva, pelo qual o assunto deve ser programado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas antes e progressivamente diferenciadas, introduzindo os detalhes específicos necessários ordem de apresentação que corresponde à sequência natural da consciência quando um ser humano é espontaneamente exposto a um campo inteiramente novo de conhecimento.

Em que, conceitos e ideias devem ser inseridos de forma mais ampla e aprofundada aos poucos, provocando uma aprendizagem mais efetiva; o princípio da diferenciação progressiva deve ser levado em conta ao se programar o conteúdo. (AUSUBEL apud MOREIRA; MASSINI, 1982, p. 21).

Ainda para Moreira (2011a, 2011b, 2011c) apud Brum (2015, p. 54),

O princípio da reconciliação integrativa, pelo qual a programação do material de ensino deve ser feita para explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes.

Assim, acontece a reorganização da estrutura e é possível atribuir novos significados para os conteúdos. Com isso, o indivíduo torna-se participativo na construção do conhecimento na medida em que faz a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora e identifica as semelhanças e diferenças para reorganizar o novo conhecimento. (SILVA; FERREIRA, 2018, p. 110).

Além dos princípios mencionados acima, na TAS ainda é preciso levar em consideração outros fatores, tais como: o ensino centrado no aluno (MOREIRA, 2010), em que o professor deixa de ser expositor e passa a ser um mediador, falando menos, deixando a cargo do aluno a função de expor suas hipóteses, negociar, discutir com os outros alunos e expor suas ideias; predisposição para aprender (AUSUBEL, 2000 apud MOREIRA, 2010), no qual o aluno decide se quer aprender significativamente ou não não havendo tal disposição, faz-se então necessário que o professor encontre meios para provoca-lo ou estimulá-lo (LIBÂNEO, 2013);

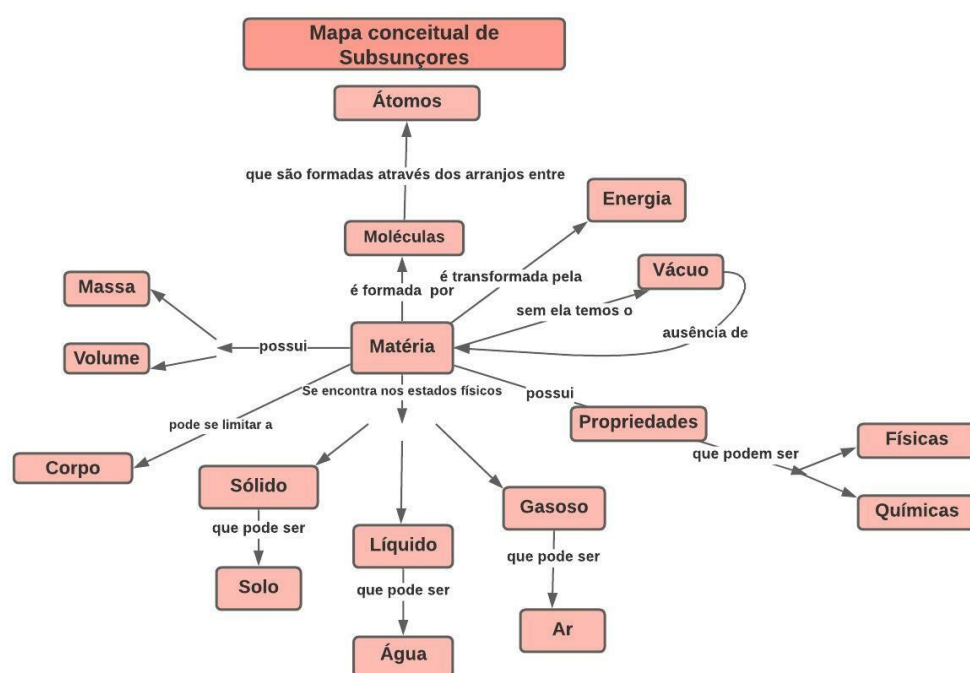


Figura 1: Mapa conceitual dos conceitos subsunçores.

avaliação da aprendizagem (MOREIRA, 2010), que, em se tratando da TAS, não faz sentido que seja comportamentalista e dicotômica, visto que, em um ensino centrado no aluno, não na narrativa, e voltado para a captação e significados, para a aprendizagem significativa e para o aprender a aprender criticamente, a avaliação deve ser predominantemente formativa e recursiva. (MOREIRA, 2010, p. 8); atividades colaborativas, nas quais ocorrem interação do tipo aluno-aluno, favorecendo discussões, discordâncias e consensos, que, de acordo com Moreira (2010), contribuem para a aprendizagem.

III. METODOLOGIA

Foram escolhidos para a implementação do projeto de investigação, alunos de duas turmas do 9º ano de uma instituição de ensino integral pública, da cidade de Rio Verde Goiás, sendo que cada turma continha 35 alunos.

Apesar de a escola ser de tempo integral, os alunos estavam na modalidade de ensino híbrido, em que metade das turmas estudavam presencialmente no período matutino e a outra metade no vespertino. Os encontros aconteceram em momentos de aula regular de ciências, atendendo a matriz bianual de conteúdos do Documento Curricular para Goiás (DC-GO). O projeto teve uma duração de 15 dias, com 02 aulas de 45 minutos por semana.

Alinhado o projeto com a matriz Bianual de conteúdos, e com o referencial teórico proposto, da TAS, a professora elaborou dois mapas conceituais: um com os conceitos que ela objetivava ensinar (Figura 2), e outro com os conceitos que ela julgou essenciais para tal ensino (Figura 1).

A partir do mapa conceitual de subsunçores, foi realizada uma etapa de levantamento

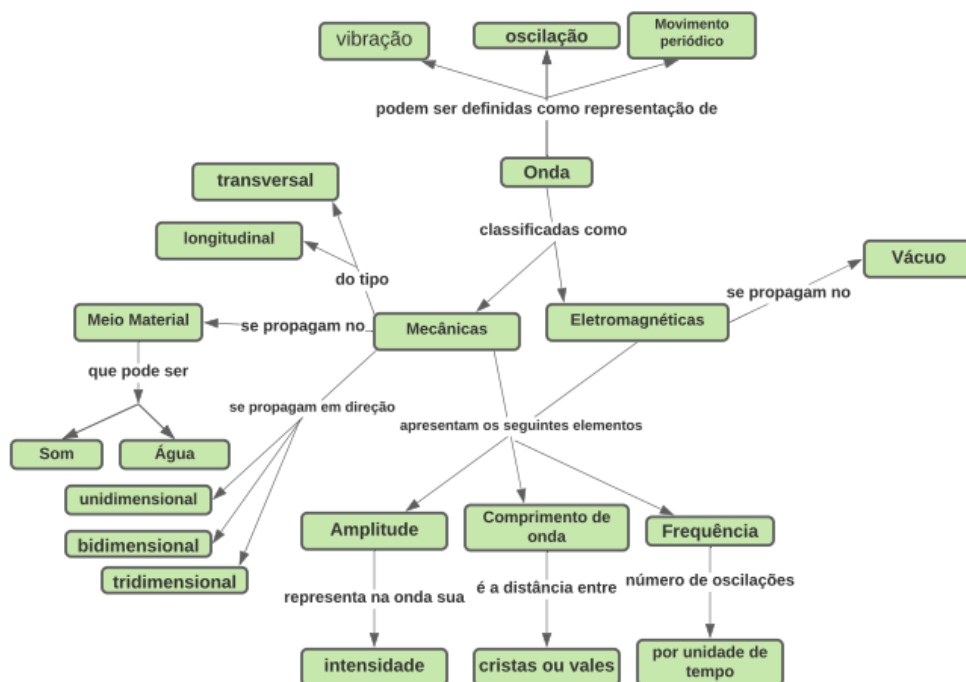


Figura 2: Mapa conceitual dos conceitos a ensinar.

destes adotando-se uma perspectiva dialógica. Tal etapa, dado o referencial teórico da TAS é absolutamente necessário para o conhecimento da presença (ou ausência) dos conteúdos considerados básicos para a compreensão das ondas mecânicas. Após esse levantamento, seguindo os pressupostos da TAS, foi realizada a primeira aula de organização prévia. Como esperado, esta intervenção foi muito útil, pois facilitou a aprendizagem ao estabelecer pontes cognitivas entre o conhecimento novo e o conhecimento prévio necessário (MOREIRA, 2008).

A segunda aula iniciou-se com a professora convidando dois alunos para desenvolver o experimento da corda, no qual cada um se posicionou em uma das extremidades da corda enquanto, seguindo as orientações da professora, os colegas de sala observavam atentos e participavam respondendo, de forma oral aos questionamentos a seguir:

- O que acontece quando realizam movimentos bruscos de sobe e desce?
- O que acontece quando realizam vários movimentos bruscos de sobe e desce?
- O que estas ondulações na corda estão transportando?
- É possível perceber nos movimentos de sobe e desce, pontos mais altos e mais baixos, o que seriam estes pontos?

A terceira aula iniciou-se com a professora utilizando seu smartphone para ouvir uma música, sem fone de ouvido e questionando os alunos se todos ouviam o som e em que intensidade o ouviam, de acordo com sua posição na sala de aula. Em seguida, cada grupo

de alunos com um prato e um conta gotas realizou a atividade de investigação a respeito das direções de propagação das ondas. Foram retomados conceitos da segunda aula, na qual havíamos utilizado a corda. Ainda nesta aula, foi introduzido o conceito de direção de vibração, no qual houve a necessidade de se fazer uma exposição no quadro branco. Durante a aula e a realização do experimento foram feitos os seguintes questionamentos:

- Na corda, as ondas vão em quantas direções?
- O fenômeno provocado na água, possui as mesmas direções?
- Para o caso de ondas sonoras, como elas se propagariam?

O quarto encontro aconteceu no pátio da escola, de forma colaborativa, com os alunos divididos em grupos de 04, com cada integrante portando seus celulares com o aplicativo Oscilloscope[®] previamente baixado e com um kit de 06 garrafas long neck.

Ao final de cada uma das aulas, era realizada uma avaliação qualitativa de caráter formativo referente ao engajamento dos alunos, sua curiosidade e participação nas atividades propostas. Após a finalização da sequência didática, uma avaliação de caráter somativo foi realizada na forma de questões objetivas de V ou F. As avaliações somativas objetivas são um método utilizado pelas escolas de tempo integral do estado de Goiás, e têm, como principais finalidades:

acompanhar o rendimento dos estudantes em relação aos conteúdos trabalhados; diagnosticar pontos a serem retomados junto aos planejamentos dos professores; analisar os resultados; realizar intervenções pontuais, garantindo o nivelamento das habilidades essenciais, por turma e, ao mesmo tempo de forma individualizada e assim, assegurando a reorientação pedagógica às reais necessidades de aprendizagem. (SEDUC/GO, p. 37, 2021).

O resumo da sequência didática completa está apresentado na Tabela 2, em que apresentamos cada etapa, com suas atividades descritas e os recursos utilizados. Nesse quadro fica clara a estrutura da sequência didática, baseada em uma aula de levantamento de subsunçores e organização prévia, visando adaptá-los para a aproximação do mapa conceitual apresentado na Figura 2, três aulas com atividades investigativas e sistematização, e, finalmente, uma etapa relacionada com o processo de avaliação.

Assim, fica clara a relação que a aplicação da sequência didática manteve com o referencial teórico adotado.

Tabela 2: *Sequência Didática*

Primeiro Encontro		Organizador prévio	Recursos
Objetivo	Compreender que a matéria é constituída por partículas (átomos e/ou moléculas), propondo modelos microscópicos que expliquem algumas propriedades das substâncias.		Lousa e Marcador

Questão-Problema	Como você acha que são constituídos, em escala microscópica, os diferentes materiais?	
Avaliação	Participação nas discussões	
Segundo Encontro		Recursos
Objetivo	Reconhecer as propriedades das ondas e fazer levantamento inicial das variáveis pertinentes ao movimento ondulatório.	Cordas
Questão-Problema	O tsunami de Fukushima foi ocasionado pelo deslocamento da água do Oceano Pacífico, por meio da intensidade de um tremor registrado na costa leste japonesa. As regiões japonesas de Iwate, Miyagi e Fukushima foram as mais atingidas pelo tsunami, que ainda atingiu em menor grau a costa dos Estados Unidos, das Filipinas e da Indonésia. Sabendo que um Tsunami se origina de um tremor tectônico, como ele conseguiu chegar à costa de todos estes países? E como é possível que ele tenha causado tanto estrago?	
Metodologia	Atividade investigativa, utilizando uma corda, que será movimentada com a colaboração de dois alunos.	
Questionário	<ol style="list-style-type: none"> 1. O que acontece quando realizam movimentos bruscos de sobe e desce? 2. O que acontece quando realizam vários movimentos bruscos de sobe e desce? 3. O que estas ondulações na corda estão transportando? 4. É possível perceber nos movimentos de sobe e desce, pontos mais altos e mais baixos, o que seriam estes pontos? 	
Sistematização	Desenho do esquema de uma onda semelhante àquela reproduzida na corda, nomeando e destacando seus elementos.	
Avaliação	Observação do interesse, a motivação e o envolvimento dos alunos na realização das atividades e registro da sistematização no caderno.	
Terceiro Encontro		Recursos
Objetivo	Classificar as direções de propagação e de vibração das ondas;	Pratos, smartphones, conta gotas e cordas.

Questão-Problema	Quando as pessoas estão ouvindo música no celular, é comum elas usarem fones de ouvido. Por qual motivo elas precisam usar estes equipamentos?	
Metodologia	Atividade investigativa utilizando celulares, pratos, conta gotas e novamente a corda. Retomada da atividade anterior, onde se utilizou a corda, seguida de questionamentos e interação dialógica entre alunos e professores.	
Questionário	1. Na corda, as ondas vão em quantas direções? 2. O fenômeno provocado na água, possui as mesmas direções? 3. Para o caso de ondas sonoras, como elas se propagariam?	
Avaliação	Desenvolvimento do experimento e participação nas atividades propostas.	
Quarto Encontro		Recursos
Objetivo	Vivenciar situações de produção e análise de sons; diferenciar timbre, altura e intensidade sonora (volume).	Garrafas long neck, garfos ou facas de metal, líquido com corante, smartphones e aplicativo de celular Oscilloscope®
Questão-Problema	Como e do que é feito o som?	
Metodologia	¹ Atividade experimental: piano de Garrafas. A atividade será colaborativa com os alunos organizados em grupos de 04, cada grupo com 06 garrafas long neck.	
Sistematização	Será utilizado o aplicativo Oscilloscope® para visualizar de forma mais clara as ondas produzidas pelo piano de garrafas.	
Avaliação	Desenvolvimento do experimento e participação na aula.	
Avaliação objetiva somativa		

¹No planejamento inicial do projeto, o experimento investigativo proposto seria como enxergar sua própria voz; com dificuldades relativas aos recursos financeiros para adquirir o laser, foi necessário adaptar o plano e sugerir uma atividade que tivesse um custo financeiro mais acessível, nesse sentido então foi proposto o piano de garrafas.

IV. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção serão descritas as observações quanto à participação e ao envolvimento dos estudantes das turmas do 9o ano A e 9o ano B durante as aulas propostas na sequência didática. Em relação à assiduidade, considerando o caráter híbrido das aulas, e as famílias um tanto receosas por causa da pandemia, tivemos uma participação de em média 75% alunos por encontros.

I. PRIMEIRO ENCONTRO

Na primeira aula foi apresentada aos alunos a proposta das aulas seguintes, que compunham a sequência didática, e foi explicado que elas seguiriam uma metodologia diferente da que os estudantes estavam acostumados, e que a participação ativa deles seria muito importante para o seu desenvolvimento e sucesso.

Após as explicações iniciais, começamos a realizar o levantamento dos conhecimentos prévios, abrangendo conceitos de matéria, energia, estados físicos da matéria e o que eles conheciam sobre ondas. Várias foram as descrições; dentre elas, destacamos duas, que para a aplicação das atividades investigativa seriam mais relevantes:

Aluno 1: Eu conheço as ondas do mar, quando fui na praia nas férias.

Aluno 2: No jornal eu ouvi falar sobre tsunami, que é uma onda gigante.

A partir dos relatos, foi possível perceber que alguns já traziam consigo informações genéricas a respeito do tema ondas. No entanto, conceitos teóricos a respeito da formação das ondas, seus elementos constitutivos, suas formas e meios de propagação não foram mencionados por aluno algum. Isso já era esperado, visto que esse era, afinal, o tema proposto para nossa sequência. Em virtude do resultado do levantamento dos subsunçores com relação aos conceitos de matéria, energia e estados físicos da matéria, foi realizada uma organização prévia, de forma expositiva e dialogada².

No bimestre anterior, já havíamos trabalhado esses conteúdos, extremamente necessários para o processo de ancoragem relacionado às ondas mecânicas. Assim, foi possível retomar alguns conceitos importantes daquelas aulas, para que eles adquirissem os subsunçores necessários para a ancoragem dos novos conhecimentos.

II. SEGUNDO ENCONTRO

Iniciamos a aula escrevendo na lousa a seguinte problematização:

O tsunami de Fukushima foi ocasionado pelo deslocamento da água do Oceano Pacífico, por meio da intensidade de um tremor registrado na costa leste japonesa. As regiões japonesas de Iwate, Miyagi e Fukushima foram as mais atingidas pelo tsunami, que ainda atingiu em menor grau a costa dos Estados Unidos, das Filipinas e da Indonésia.

²A princípio, o organizador prévio seria na forma de um experimento, sobre as divisões sucessivas da matéria, mas em virtude do caos escolar provocado pela retomada das aulas presenciais, não foi possível seguir este roteiro.

Sabendo que um Tsunami se origina de um tremor tectônico, como ele conseguiu chegar à costa de todos estes países? E como é possível que ele tenha causado tanto estrago?

Para facilitar na compreensão da questão, foi exposto o mapa Mundi na sala, pois muitos estudantes ainda possuíam dificuldades relacionadas à localização dos continentes e oceanos. Localizando a região do epicentro do Tsunami, foi oportunizado aos alunos o momento de exporem suas hipóteses.

Foi perguntado aos alunos, onde seria possível encontrar ondas, além do mar, e eles responderam que dava para fazer na corda, na brincadeira de pular cobrinhas. Foi uma excelente resposta, já que o experimento com a corda estava previsto no planejamento da sequência. Ao realizar o experimento, foram realizados os seguintes questionamentos aos alunos:

1. O que acontece quando realizam movimentos bruscos de sobe e desce?
2. O que acontece quando realizam vários movimentos bruscos de sobe e desce?
3. O que estas ondulações na corda estão transportando?
4. É possível perceber nos movimentos de sobe e desce, pontos mais altos e mais baixos, o que seriam estes pontos?

Alguns poucos alunos responderam que o que andava na corda era a força deles e que dependendo a força, movimentos bruscos poderiam machucar os colegas. A partir dessas respostas, através de uma interação dialógica, foi possível abordar as perturbações que ocorrem em determinado espaço e meio, destacando as variáveis pertinentes aos movimentos produzidos, corrigir conceitos distorcidos a respeito de energia e através da reconciliação integrativa eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados e fazer superordenações entre os conceitos (MOREIRA, 2011). Após o encerramento da atividade, foi proposto que desenhassem o esquema de uma onda em uma corda para sistematizar o conteúdo.

III. TERCEIRO ENCONTRO

O objetivo desse encontro foi classificar as direções de propagação e de vibração das ondas; foi aplicada nesta aula uma atividade investigativa utilizando celulares, pratos e conta gotas para movimentar esses conceitos, que somente com a corda no experimento anterior, não seriam facilmente ilustrados. Inicialmente, utilizamos uma questão problema para promover o envolvimento dos alunos na aula e para que eles construíssem seus próprios argumentos, muito importantes no ensino por investigação. Como destaca Munford e Castro (2007, p. 102), tais explicações estão abertas à crítica e dependem do uso de vários processos cognitivos associados à ciência (classificação, análise, inferência, pensamento crítico).

Neste encontro, com a realização do experimento, foi possível discutir sobre os meios de propagação e da fonte das ondas e das implicações disso para o seu modo de vibração, bem como sua dimensionalidade; a respeito do modo de vibração os alunos apresentaram dificuldade em entender somente com o experimento, sendo necessária uma demonstração através de desenho na lousa e fez-se necessário também, a retomada de conceitos matemáticos, como a perpendicularidade entre as retas.

IV. QUARTO ENCONTRO

Nesse encontro, objetivamos com a sequência didática vivenciar situações de produção e análise de sons; diferenciar timbre, altura e intensidade sonora (volume). A atividade aconteceu em grupos de modo a prover situações que os alunos devem resolver os problemas colaborativamente (MOREIRA, 2010). Na atividade investigativa, para complementar e sistematizar a análise dos resultados do experimento, foi proposto a utilização do osciloscópio[®], que é um recurso tecnológico de fácil acesso que representa pulsos de energias em imagens digitais na tela do celular; com ele foi possível visualizar as formas das ondas sonoras formadas pelas garrafas, tornando o entendimento de conceitos de frequência e amplitude mais concretos, o que favoreceu a aprendizagem dos estudantes.

Com o desenvolvimento da aula, observamos grande envolvimento, empolgação e participação dos estudantes, demonstrando a predisposição dos jovens em aprender (BRUM, 2015).

Ao final da intervenção proposta na sequência didática, foi aplicada uma avaliação somativa, onde foi possível analisar se os objetivos da sequência didática utilizando como referencial a TAS foram alcançados.

V. RESULTADOS DAS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO SOMATIVA

Segundo Novak (2010) apud Moreira (2010), a avaliação é um evento muito comum nos ambientes educativos. No entanto, na TAS, a avaliação deve ser predominantemente formativa e recursiva. Assim, recorreremos a esse recurso avaliativo na elaboração dos quatro encontros da sequência didática proposta, que era composto em sua maioria por atividades investigativas e experimentais.

No entanto, uma das condições para aferir se houve aprendizagem significativa é a capacidade de aplicação dos conceitos em contextos que não foram, ao longo das aulas, explicitados; logo, ao final da intervenção proposta na sequência didática foi aplicada uma avaliação somativa, que de acordo com Moreira (2011a, p. 8), é aquela que busca avaliar o alcance de determinados objetivos de aprendizagem ao final de uma fase de aprendizagem; é usualmente baseada em provas de final de unidade, em exames finais.

Através dessa avaliação, foi possível analisar se os objetivos da sequência didática utilizando como referencial a TAS foram alcançados.

Para a avaliação objetiva de caráter somativo estiveram presentes 35 alunos na turma A e 34 alunos na turma B, contendo 8 (oito) questões envolvendo o conteúdo proposto na sequência didática sobre ondas mecânicas. Para cada uma das questões, obtivemos os resultados mostrados na Tabela 3, em cada uma das turmas.

VI. ANÁLISE DAS QUESTÕES DA AVALIAÇÃO

As questões 1, 2, 4, 5, 6 e 7 contemplam os objetivos referentes ao reconhecimento das propriedades das ondas e ao levantamento inicial das variáveis pertinentes ao movimento ondulatório, previstos na aula do segundo encontro da sequência didática.

Comparando as observações dos encontros e as discussões realizadas com os resultados da avaliação somativa, percebemos que uma quantidade significativa de alunos na questão

Tabela 3: Resultados da avaliação somativa.

Questões	Salas	
	9o Ano A (%)	9o Ano B (%)
1	50,00	44,12
2	63,89	94,12
3	69,44	94,12
4	80,56	55,88
5	83,33	61,76
6	88,89	82,35
7	83,33	70,59
8	75,00	85,29

1 conseguiram relacionar os conceitos estudados com situações do cotidiano. No entanto, existe uma parcela de alunos, (50%) da turma A e (55,88%) da turma B que não conseguiram associar estes conceitos. As aulas aconteceram em quatro momentos diferentes, devido ao protocolo de biossegurança proposto pela SEDUC/GO (Secretaria de Estado da Educação), e como professores, sabemos que diferentes turmas podem ter desempenhos diferentes, com as turmas divididas, possivelmente, em algum momento, a intervenção não ficou clara ou não foi significativa.

Na questão 2, observamos resultados significativos, acima dos (60%), a respeito do conceito científico sobre onda. Retomando as observações do primeiro encontro, quando realizamos o levantamento de subsunçores, foi observado que alguns alunos já possuíam conhecimentos prévios genéricos sobre o tema ondas; esses conhecimentos serviram de ancora para que, através da diferenciação progressiva, ganhassem novos significados e se modificassem. É importante ressaltar também que, como destaca (BORGES, 2002, p. 298) as atividades práticas podem propiciar ao estudante imagens vividas e memoráveis de fenômenos interessantes e importantes para a compreensão desses conceitos científicos.

A questão 3 é referente a proposta do terceiro encontro, em que objetivávamos classificar as direções de propagação e de vibração das ondas, desenvolvendo uma atividade investigativa com o smartphone e materiais acessíveis. A atividade foi norteadada por uma questão problema que, em uma sequência didática utilizando como referencial a TAS, devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa. (BRUM, 2015, p. 55). A utilização dessas questões em nível introdutório e com uma linguagem mais simples, prepara o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar (SILVA FILHO; FERREIRA, 2018). Nesse caso, o resultado demonstra que os alunos conseguiram desenvolver um raciocínio significativo acerca dos objetivos propostos.

Na questão 4, (80,56%) da turma A e (55,88%) da turma B. obtiveram resultados satisfatórios, o percentual está coerente com os resultados das questões 1, 2, 5, 6 e 7, pois se tratavam dos mesmos objetivos pretendidos.

A questão 5 abordou a relação das ondas mecânicas com energia. O tema energia, por muitas vezes se torna um complexo e abstrato, no entanto, obtivemos resultados satisfatórios, pois o tema foi retomado no primeiro encontro, quando, a partir de um levantamento de

subsunçores, percebeu-se que seria necessária a organização previa de alguns conceitos, sendo este um deles.

Nas questões 6 e 7 obtivemos resultados muito satisfatórios; os conceitos foram trabalhados no segundo encontro, utilizando a atividade da corda e, posteriormente, foram reforçados, à medida que foram utilizados como subsunçores na atividade investigativa do quarto encontro.

Analisando o resultado da questão 8, percebemos que as duas salas obtiveram um resultado satisfatório, (75%) de acertos na turma A e (85,29%) na turma B. O bom resultado reflete o que já havia sido observado em relação ao comportamento dos alunos nas duas salas durante quarto encontro, em que houve maior movimentação e interação entre aluno/aluno e aluno/professor. A atividade investigativa do piano de garrafas proporcionou que os alunos atuassem de forma mais ativa, dando a oportunidade de eles discutirem, negociarem significados entre si, apresentarem oralmente ao grande grupo o produto de suas atividades colaborativas (BRUM, 2015). A utilização do osciloscópio[®] na sistematização também pode ter contribuído para o bom resultado, pois, as animações e simulações atendem os professores de física em suas dificuldades em tentar explicar aos seus alunos fenômenos abstratos (HECKLER et Al., 2007).

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve por objetivo elaborar e aplicar uma sequência didática abordando o tema ondas mecânicas, utilizando atividades investigativas fundamentadas pela teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, para alunos do 9º ano do ensino fundamental de um centro de ensino em período integral.

O ensino por transmissão/recepção quando utilizado como único recurso em sala de aula, transformam os alunos em agentes passivos e desinteressados em uma aprendizagem que não lhes trazem significado. Nesse contexto, as atividades investigativas fundamentadas pelas TAS, constituíram-se como uma metodologia mais atrativa e estimulante, instigando a curiosidade, considerando os conhecimentos prévios dos estudantes, relacionando-os via situações-problema a conceitos básicos das ondas mecânicas.

A realização das atividades propostas na sequência didática foi positiva, quando presenciarmos um ambiente com alunos mais motivados e protagonistas no seu processo de aprendizagem e desenvolvimento das habilidades propostas, sendo ainda, coerentes com os resultados da avaliação somativa, que obteve quantitativo satisfatório na maioria das questões.

Nas aulas foi possível observar também, a importância do professor, na construção da sequência didática e acompanhamento da aplicação, pois as atividades investigativas por si só não garantem a aprendizagem de um conteúdo.

Por fim, concluímos que as atividades investigativas fundamentadas no referencial teórico da TAS se mostraram uma metodologia atrativa para os alunos, pois os leva a construir significado para aquilo que estão aprendendo, no entanto, com perspectivas futuras, sugerimos que ao elaborar sequências didáticas investigativas, em que se deseja ensinar significativamente, propondo aulas mais dinâmicas, com alunos mais ativos, o ideal é otimizar o tempo, pois, diferentemente de uma aula tradicional, elas são mais demoradas

e devem obedecer as etapas do levantamento de subsunçores, organização prévia, práticas e sistematização; sugere-se ainda, para que se tenha a oportunidade de realizar uma sistematização mais eficiente, que outros recursos didáticos sejam incrementados, afim de se conseguir melhores resultados.

REFERÊNCIAS

BAPSTISTA, Mônica Luísa Mendes. Concepção e implementação de actividades de investigação: um estudo com professores de física e química do ensino básico. Tese (Doutorado), Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016.

BORGES, Antônio Tarcísio. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Belo Horizonte, v.19, n. 3, p.291-313, dez. 2002.

BRUM, Wanderley Pivatto. Análise de uma unidade de ensino potencialmente significativa no ensino de matemática: uma investigação na apresentação do tema volume do paralelepípedo a partir da ideia da eclusa. *Aprendizagem Significativa em Revista*, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 50-74, 2015.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa (org.). *Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CLEMENT, Luiz.; CUSTÓDIO, José Francisco; ALVES, José de Pinho. Potencialidades do Ensino por Investigação para Promoção da Motivação Autônoma na Educação Científica, *ALEXANDRIA - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v.8, n.1, p.101-129, maio.2015.

COLL, César. *Aprendizagem escolar e construção do conhecimento*. Porto Alegre, Artmed, 2002.

HECKLER, Valmir; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira; FILHO, Kepler de Souza Oliveira. Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Porto Alegre, v. 29, n. 2, p. 267-273, 2007.

LIBÂNEO, José Carlos. *Didática*. 5ª edição. São Paulo: Cortez, 2013.

MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 2010.

MOREIRA, Marco Antônio; MASINE, Elcie Aparecida Fortes Salzano. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo, Editora Moraes, 1982.

MOREIRA, Marco Antônio. *Aprendizagem Significativa, Aprendizagem Mecânica, Estratégias De Ensino*. *Qurriculum*, Espanha, v. 1, pag. 127, 2012.

_____. (2011a). Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas-UEPS. Aprendizagem Significativa em Revista. Porto Alegre, v.1, n.2, p.43-63.

_____.(2011b). Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. Aprendizagem significativa em Revista. Porto Alegre, v.1, n.3, p.25-46.

_____. (2011c). Meaningful learning: from the classical to the critical view. Aprendizagem Significativa em Revista, Porto Alegre, v.1, p. 1-15.

MUNFORD Danusa; CASTRO e LIMA, Maria Emília Caixeta. Ensinar Ciência por investigação: em que estamos de acordo? Ensaio Pesquisa em Educação em Ciência, Belo Horizonte, v. 9, n.1, p. 72-89, 2007.

OSTERMANN, Fernanda; CAVALCANTI, Cláudio José de Holanda. Teorias de aprendizagem: texto introdutório. Porto Alegre: UFRGS, 2010.

POLON, Sandra Aparecida. Machado. Teoria e metodologia do ensino de ciências. Paraná, UNICENTRO, 2012.

SÁ, Eliane Ferreira; MAUÉS, Ely Roberto; MUNFORD, Danusa. Ensino de Ciências com caráter investigativo I. In: CASTRO, Emília Caixeta de; MARTINS, Carmen Maria de Caro; MUNFORD, Danusa (orgs.). Ensino de Ciências por Investigação ENCI: Módulo I. Belo Horizonte: UFGM/FAE/CECIMIG, 2008. p. 83-107.

SASSERON, Lucia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (2008). Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: A proposição e a procura de indicadores no processo. Investigações Em Ensino de Ciências, 13(3), p. 333-352.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Construção do conhecimento e ensino de ciências. Em Aberto, Brasília, Ano 11, n.55, p. 17-22, jul./set. 1992.

SEDUC/GO. Programa Educação Plena e Integral: Diretrizes Pedagógicas Goiânia-GO, 2021. Disponível em: https://site.educacao.go.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/CEPI_Programa-Educacao-Plena-e-Integral_1a-Edicao.pdf. Acesso em: 23 out. de 2021.

SILVA FILHO, Olavo Leopoldino; FERREIRA, Marcello. Teorias da Aprendizagem e da Educação como Referenciais em Práticas de Ensino: Ausubel e Lipman. Revista do Professor de Física, Brasília, v. 2, n. 2, p. 104-125, 2018.

VIEIRA, Fabiana Andrade da Costa. Ensino por investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2012.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LÁBURU, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 13, n. 03, p. 67-80, set./dez. 2011.



Abordagem Investigativa sobre Pilhas e Baterias

Inquiry-based approach about Batteries

MARCO ANTÔNIO RODRIGUES REZENDE¹, OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO², MARCELLO FERREIRA², ANDRÉ LUÍS SILVA DA SILVA³

¹Escola Estadual Monte Alegre de Minas.

²Universidade de Brasília - UnB.

³Universidade Federal do Pampa - Unipampa

Resumo

O trabalho apresentado é resultado da aplicação de um plano de aula adotando a metodologia investigativa e tendo por referencial teórico a Aprendizagem Significativa sobre a temática Eletroquímica, tendo como foco principal "pilhas e baterias". Para isso, foi elaborada uma questão problema, a partir da qual os alunos deveriam se engajar na resolução, refletindo, analisando e manipulando os objetos, trabalhando as variáveis, interpretando, elaborando e testando os dados e hipóteses, para chegar ao resultado final. O papel do professor nessa atividade foi o de mediar todo o processo investigativo, interferindo minimamente. Foram levantados os conhecimentos prévios dos alunos para se certificar da existência de subsunçores e reforçar conceitos indispensáveis ao aluno para participar da aplicação da atividade investigativa. Os conceitos foram organizados de forma hierárquica e gradual, de modo a induzir os aprendizes a obter novos conhecimentos a partir de conhecimentos pré-existentes na sua estrutura cognitiva. Participaram dessa atividade investigativa 30 alunos do Ensino Médio da Escola Estadual Monte Alegre de Minas, situada na cidade de Monte Alegre no estado de Minas Gerais. Com foco em obter uma melhor qualidade no ensino e melhor resultado no aprendizado, a atividade foi aplicada seguindo o modelo de ensino Híbrido estipulado pelo Governo do Estado de Minas Gerais, ou seja, as atividades foram desenvolvidas de modo presencial e remoto, alternadamente.

Palavras-chave: *Aprendizagem Significativa, Ensino por investigação, Eletroquímica..*

Abstract

The work presented is the result of the application of a class plan adopting the investigative methodology and having as theoretical reference the Meaningful Learning on the Electrochemistry theme, having as main focus "batteries and batteries". For this, a problem question was elaborated, from which the students should engage in the solution by reflecting, analyzing, manipulating the objects, working the variables, interpreting, elaborating and testing the data and hypotheses, in order to reach the final result. The teacher's role in this activity was to mediate the entire investigative process, interfering minimally. Students' prior knowledge was surveyed to certify

the existence of subsumers and reinforce concepts indispensable to the student to participate in the application of the investigative activity. The concepts were organized in a hierarchical and gradual way in order to induce learners to obtain new knowledge from knowledge existing in their cognitive structure. Thirty high school students from the "School Estadual Monte Alegre de Minas" located in the city of Monte Alegre in the state of Minas Gerais participated in this investigative activity. Focused on obtaining better quality in teaching and better learning results, the activity was applied following the Hybrid teaching model stipulated by the Government of the State of Minas Gerais, that is, the activities were carried out in person and remotely, alternately.

Keywords: *Meaningful Learning. Inquiry-based Teaching. Electrochemistry.*

I. INTRODUÇÃO

Neste trabalho, abordamos temas associados à Eletroquímica. Tal tema pode servir facilmente como tema transversal, perpassado pelo concurso de inúmeras disciplinas, com a abertura de amplas possibilidades para abordagens reflexivas multi- e interdisciplinares. De acordo com John Dewey (1979b), pensar de forma reflexiva é pensar de uma forma mais elaborada, que se distancia do pensamento comum.

De fato, uma visão multi- ou interdisciplinar se justifica pela dinâmica na qual estão inseridos a tecnologia e os meios de comunicação atuais, bem como a realidade pela qual o mundo atravessa, altamente complexa, geralmente espraindo-se por elementos de ciências, tecnologia e sociedade. Ademais, o tema das fontes alternativas e limpas de energia, seu correto funcionamento, transformação e armazenagem envolvem questões ambientais importantes, atualmente em voga. A Eletroquímica, e temas como o das pilhas e baterias, constituem, assim, um tema que deve nortear muitos dos desenvolvimentos tecnológicos, atuais e futuros.

O modelo educacional brasileiro é lastreado nos moldes tradicionalistas; portanto, composto majoritariamente por aulas expositivas: a chamada educação bancária tão criticada por Paulo Freire. Nesse modelo, o educador não pode ser interpelado, questionado ou ser sequer alvo de dúvidas, afinal, o professor é detentor de todo conhecimento e verdade e ele irá "depositar" nos alunos "vazios" de conhecimento o que achar pertinente. Consequentemente, a educação passa a ser um mero treino, transferência de conteúdo, adaptação ao mundo (Freire, 2000, p. 101).

Na educação bancária o professor dita as regras, ela não busca conscientização por parte dos alunos; o docente diz aos alunos o que devem responder e fazer, sendo estes meros reprodutores de conteúdo. Para Freire (2001b), essa seria uma forma de os professores manterem seu *status quo*, tendo como subproduto uma alta taxa de analfabetismo, sobretudo nas populações latino-americanas.

Esse método expositivo não se mostra eficaz na educação dos estudantes; basta ver os vexatórios desempenhos no Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA), no qual o Brasil ocupa as últimas posições, e o que é pior, muito abaixo da "média" mundial. O PISA é considerado o maior estudo sobre educação do mundo e avalia a qualidade do ensino-aprendizagem nas áreas de Linguagens, Matemática e Ciências.

O Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), vinculado ao Ministério da Educação (MEC), é responsável pela aplicação do PISA no Brasil. O INEP revela que, além da proficiência nessas três áreas temáticas, o último exame, realizado em 2018 também apresentou o contexto no qual os discentes estão inseridos e de que maneira essa variável impactou nos resultados obtidos, que foram: 413 em Linguagens, 384 em Matemática e 404 em Ciências (INEP/MEC). Um fato a ser destacado é que as escolas particulares e federais possuem rendimentos acima da média nacional, superando, inclusive, a de muitos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), segundo o próprio Inep.

Observando esse contexto, neste trabalho, efetuou-se uma busca por artigos, materiais e metodologias utilizadas nas escolas particulares e federais que pudessem explicar o fracasso da educação básica, e ao confrontá-los com os materiais das escolas públicas notou-se que as instituições particulares e federais fazem uso cotidiano das mais variadas metodologias ativas e recursos didático-tecnológicos em detrimento da educação tradicionalista, envolvendo seus estudantes no protagonismo do conhecimento e no contato com a investigação e a alfabetização científica, desde os anos iniciais do ensino fundamental. Isso sugere uma mudança de postura na metodologia de ensino, no que diz respeito à educação básica, que há décadas vem dando sinais claros de que algo está muito errado.

Nessa direção, busca-se, através do plano de aula apresentado neste trabalho, a aplicação de uma atividade elaborada como uma amálgama entre os pressupostos do Ensino por Investigação, idealizado por John Dewey em meados do século XIX, revisados, atualizados e adaptados por Sasseron & Carvalho, com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, no intuito de reconduzir os alunos ao protagonismo do conhecimento, oportunizando-lhes: contato com a ciência, reflexão, discussão, elaboração e comunicação do conhecimento, considerando suas concepções prévias e seus contextos, políticos, sociais e filosóficos.

O ensino de Ciências nas escolas deve incluir noções de Química, Física e Biologia, conforme a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). Nessas aulas, os discentes deverão ser introduzidos aos conceitos sobre geração e transmissão de energia. Aulas de Ciências devem ser contextualizadas, atrativas o suficiente para engajar os alunos na resolução de questões, seus olhares deveriam ser orientados para observações críticas e criteriosas sobre os fenômenos do cotidiano.

Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela (BRASIL, 1996, p. 8).

Nesse sentido busca-se, no presente plano de aula que será apresentado, engajar os discentes dentro dessa temática sobre Eletroquímica, na perspectiva de caracterização de uma fonte alternativa de energia através de uma abordagem investigativa, trazendo o aluno como construtor do seu conhecimento, permitindo que ele reflita, discuta, elabore e desenvolva seus argumentos, solucione problemas de forma autônoma, passando a ser sujeito ativo no processo de aprendizagem (CARVALHO, 2013).

Paulo Freire (2009) nos ensina que as atividades investigativas devem ser encaradas como facilitadores da promoção de literacia científica e do desenvolvimento de competências e

das relações entre Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA. Para tanto é fulcral que o discente “reflita, discuta, explique e relate, o que dará ao seu trabalho a roupagem de uma investigação científica” (CARVALHO, 2004, p. 21).

[...] qualquer que seja o tipo de problema escolhido, este deve seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidades aos alunos de levantar e testar suas hipóteses, passar da ação manipulativa à intelectual estruturando seu pensamento e apresentando argumentações discutidas com seus colegas e com o professor (CARVALHO, 2013, p. 10).

Embasado nesses princípios metodológicos e didáticos, o trabalho visa responder às seguintes questões, por ordem de relevância:

- Como funcionam as pilhas e baterias?
- Quais as peculiaridades constantes nos elementos que as compõem?
- Como esses elementos se relacionam entre si para desencadear esse fenômeno?
- Esse formato de atividade, alinhado à essa metodologia, trará melhorias à educação (em potencialidade e dadas às particularidades deste estudo)?

O objetivo desta abordagem é abrir um campo de reflexão sobre como se desencadeia o processo de geração e condução de energia, no sentido de ressignificar o aprendizado sobre os elementos envolvidos no conceito de pilhas e baterias, através do engajamento dos alunos na resolução de um problema ou “desafio”. Dentro dessa perspectiva investigativa, tal atividade possui os seguintes objetivos específicos:

- Criação de uma comunidade científica em sala e aproximação dos alunos à realidade científica e conceitos sobre geração de energia, visando uma alfabetização progressiva;
- Despertar um olhar crítico e investigativo sobre a natureza dos processos eletroquímicos e os fenômenos cotidianos que envolvem eletricidade;
- Engajamento dos alunos na busca de uma solução para o “desafio” de obtenção de uma fonte alternativa de energia;
- Instigar a elaboração e levantamento de hipóteses para solução do problema;
- Manipulação dos materiais e variáveis envolvidos na questão energética e teste das hipóteses levantadas;
- Discussão e troca de ideias entre os discentes, possibilitando a socialização do conhecimento;
- Validação e comunicação das hipóteses pela “comunidade científica” escolar;
- Provocar um entendimento argumentativamente consistente sobre o funcionamento de pilhas e baterias;

- Sistematização e avaliação do conhecimento produzido pelos alunos.

Portanto, o plano de aula desenvolvido neste trabalho visa envolver os discentes na resolução de problemas através da observação e reflexão, por ser um modelo que emprega metodologias ativas nesse processo, e contextualiza o aprendizado, buscando uma melhora significativa da qualidade do ensino e da aprendizagem.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

O tema abordado neste trabalho está em conformidade com as Bases Nacionais Comuns Curriculares (BNCC), que reitera a importância do envolvimento dos alunos no que concerne aos conceitos sobre geração e transmissão de energia, assim como na busca por fontes alternativas, sustentáveis e limpas (Brasil, 2018). Desse modo, o aprofundamento dos conceitos sobre pilhas e baterias, a partir de uma abordagem significativa e investigativa, pode contribuir para um melhor entendimento sobre o tema, outrossim sob uma mudança de olhar sobre o “fazer ciências”, tanto para os alunos quanto para os professores.

Neste trabalho, adotamos dois referenciais teóricos: a abordagem da Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, e o Ensino por Investigação.

I. O Ensino por Investigação

Em contraposição ao modelo tradicionalista que ensina o aluno apenas a reproduzir conteúdos, o Ensino de Ciências por Investigação leva os alunos a uma profunda reflexão sobre os fenômenos envolvendo a natureza, pois o que importa são as questões levantadas na comunidade de investigação (Lipman, 1990).

A abordagem investigativa é uma tentativa de aproximação entre os conceitos científicos ensinados na escola e o modo como esses conceitos foram construídos pela comunidade científica, uma vez que, em geral, tais conceitos são apresentados de forma abstrata e descontextualizada na escola (Munford & Lima, 2007; Carvalho, 2013; Kelly, 2014; Sassseron & Duschl, 2016)

Nessa abordagem, os alunos devem se engajar na resolução de problemas, em que apenas o conhecimento não é o bastante, sendo também necessário que exista a vontade e desejo em aplicá-los (Dewey, 1979a). Dewey nos mostra três tipos de atitudes necessárias ao ensino e ao trabalho reflexivo: mentalidade aberta, responsabilidade e apreço ao que se está fazendo.

Paulo Freire, por sua vez, ressalta que ensinar exige pesquisa, pois esta é inerente tanto à prática educacional quanto ao ser. Desse modo, para o autor, pesquisar faz parte da própria definição de ensinar, de modo que aproximar os alunos do fazer científico é indispensável para a construção da autonomia do cidadão.

Além disso, o processo investigativo caracteriza o estudante como o sujeito do processo de ensino, dando-lhe condições de elaborar e testar hipóteses, comunicá-las aos demais colegas e aplicar os conhecimentos a situações contextualizadas.

A metodologia do Ensino de Ciências por Investigação pretende aproximar o ensino nas escolas ao modelo científico desenvolvido nas universidades, ou seja, procura reproduzir parcialmente o modelo científico, introduzindo os alunos na produção de conhecimento e

ampliando gradativamente sua cultura científica (SASSERON & CARVALHO, 2008). Vale lembrar que tal transposição didática não se dá com o mesmo critério e rigor, mas de forma aproximada (CACHAPUZ, PRAIA e JORGE, 2000).

No ensino por investigação os aprendizes estão engajados na resolução de questões-problema levantadas pelo professor, e o discente desenvolverá a atividade através de ações, atitudes e valores científicos, apropriando-se em termos e noções científicas. Nessa metodologia, é oportunizada aos alunos a liberdade de refletir, elaborar, testar e relatar suas hipóteses; é o que confere ao seu trabalho o caráter de uma investigação científica. (CARVALHO, 2004, p.21).

Um estudo sobre os parâmetros curriculares norte americanos, intitulado “Investigação e os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências: Um Guia para Ensino e Aprendizagem” (Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning) propõe como essencial aos aprendizes, em uma atividade investigativa, que eles:

- Estejam engajados com questões de cunho científico;
- Respondam as questões à luz das evidências;
- Priorizem as evidências em suas formulações;
- Avaliem e comparem suas explicações à luz de outras alternativas, especialmente as que refletem o conhecimento científico;
- Comuniquem e justifiquem suas propostas.

Seguindo esses conceitos, Carvalho (2013) propõe um conjunto organizado e coerente de aulas, que denominou de Sequência de Ensino Investigativa (SEI), que geralmente se inicia com um “desafio” experimental ou teórico, responsável por introduzir os discentes na temática, possibilitando que os alunos trabalhem e relacionem as variáveis envolvidas no fenômeno em questão, elaborem, comuniquem e expliquem suas hipóteses.

Vencida essa primeira etapa, há a necessidade da sistematização do conhecimento levantado pelos aprendizes, abrindo um espaço para reflexão e debate entre os participantes da atividade (Comunidade Científica Escolar).

Por fim, a contextualização é responsável por atribuir significado àquele aprendizado, conectando-o ao cotidiano dos alunos, despertando-os para a importância da produção científica para o meio social (CARVALHO, 2013, p.7).

À tecnologia da educação, relativa ao ensino por investigação, pretendemos aduzir igualmente os preceitos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

II. A Teoria da Aprendizagem Significativa

Pressupostos emergentes da Teoria da Aprendizagem Significativa podem contribuir em grande vulto à melhoria na qualidade do ensino e aprendizado. A abordagem se baseia na aquisição de novos conceitos a partir da valorização dos conhecimentos prévios do indivíduo, ou seja, os novos conhecimentos devem se relacionar com os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva dos discentes (AUSUBEL, 1980).

Segundo David. P. Ausubel, a aprendizagem deve ser ampliada e reconfigurada, uma vez que o indivíduo não chega "vazio de conhecimento" na sala de aula; ele sempre traz consigo algum conhecimento "ao seu modo" sobre algum conteúdo. Nesse sentido, cabe ao professor conduzir o indivíduo para que ele desenvolva esse conhecimento ainda incipiente, ampliando-o de forma significativa, engajando os discentes na resolução de um problema (desafio).

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) é uma teoria psicológica cognitivista e volta sua atenção para a noção de "estrutura cognitiva", que seria definida como um sistema que recebe, armazena e organiza, de forma hierárquica, conceitos gerais ou específicos que os indivíduos vão adquirindo ao longo da vida. Segundo o autor, os novos conhecimentos são recebidos e ligados exatamente a essas estruturas preexistentes (Conhecimentos Prévios) às quais chamou de subsunçores (Ausubel, 2000). Os subsunçores funcionam, portanto, como pontos de ancoragem, pois será nessas âncoras cognitivas que as novas informações irão se acomodar de forma não arbitrária, estabelecendo vínculos lógicos e coerentes com os conceitos-prévios existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Portanto, a Aprendizagem Significativa seria uma ampliação do conhecimento já existente através de técnicas específicas para identificação, separação por ordem de relevância e organização dos subsunçores, seguida da ampliação desses conceitos através de uma orientação direcionada e mediada pelo professor. Para tanto, o professor poderá utilizar-se da diferenciação progressiva e da conciliação integrativa.

O princípio da diferenciação progressiva propõe que, na programação de um material de aprendizagem, as idéias mais gerais e inclusivas sejam apresentadas em primeiro lugar, para depois serem progressivamente diferenciadas, em termos de detalhes e especificidades (RONCA e ESCOBAR, 1980, p. 94).

A reconciliação integrativa estabelece ligações entre ideias semelhantes e suas diferenças, possibilitando ao aluno uma visão global e interdisciplinar dos conceitos, guiando os docentes na elaboração das aulas expositivas (RONCA e ESCOBAR, 1980).

Para que todo esse processo ocorra de forma satisfatória, Ausubel define a necessidade do uso dos organizadores prévios (OP), que são materiais introdutórios apresentados antes do material de aprendizagem em si, por entender que tais instrumentos/estratégias facilitam a absorção e potencializam a duração do aprendizado de duas maneiras: na medida em que os OP se acomodam em conceitos já existentes na estrutura cognitiva, tornando familiar o novo material e possibilitando a utilização integrada dos conceitos já existentes; e na medida em que oferecem uma boa base, através de uma elaboração adequada, priorizando a inclusividade e possibilitando sua subordinação, sob condições específicas e relevantes.

A principal função do organizador está em preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta (AUSUBEL et al., 1980, p. 144).

As dificuldades de aprendizado podem ser resolvidas com a ajuda dos organizadores, estes podem adquirir papel mais relacional e importante para um determinado tema específico, por outro lado, nas ideias ancoradas por características mais gerais poderá desempenhar outro papel, atingindo através da repetição e simplificação melhores resultados (AUSUBEL, 2000).

III. METODOLOGIA

Como dito anteriormente, o conteúdo do plano de aula do presente trabalho está amplamente arraigado nos pressupostos da aprendizagem significativa (AS) de David P. Ausubel (ampliação e reconfiguração) em conexão com a metodologia do Ensino de Ciências por Investigação em Sasseron & Carvalho, (Proposição de Sequências de Ensino Investigativas- SEIs).

Assim, em acordo com a AS, devemos inicialmente fazer um levantamento dos subsunçores, para, em seguida, realizar sua organização. A partir deste ponto, será introduzida uma SEI com o intuito de oportunizar aos aprendizes a reflexão, debate, elaboração, levantamento e teste de hipóteses, validação e comunicação de seus conhecimentos.

Por sua vez, aderindo aos pressupostos do Ensino por Investigação, a sequência didática que adotamos inicia-se com uma problematização contextualizada, passando pela etapa de sistematização e finalizando por uma retomada da contextualização do aprendizado.

No que concerne às metodologias Aprendizagem Significativa e a adesão aos pressupostos do Ensino por Investigação, serão utilizadas estratégias didáticas distribuídas em 5 aulas de 50 minutos cada. As estratégias didáticas são, essencialmente:

- Avaliação diagnóstica para levantamento dos subsunçores;
- Organizadores prévios com vias a fortalecer e direcionar os subsunçores levantados;
- Princípio da diferenciação progressiva, de modo a classificar as ideias mais gerais e inclusivas;
- Princípio da reconciliação integrativa, para estabelecer ligações entre ideias semelhantes e proporcionar uma visão globalizada dos conceitos na interdisciplinarização;
- Instalação de uma “Comunidade Científica” em sala de aula;
- Engajamento dos aprendizes na resolução da A.I na aplicação da SEI, problematização, sistematização e contextualização.

Neste sentido, apresentamos na Tabela 1 o conjunto das cinco aulas em que cada um dos principais elementos dos referenciais teóricos adotados estão explicitados.

Devido ao cenário pandêmico que se desencadeou no Brasil e no Mundo no atual período, as aulas presenciais foram suspensas temporariamente e houve um risco de afetar a aplicação presencial da Atividade Investigativa, uma vez que o ensino se encontrava alternado entre uma semana presencial e uma semana online, modelo denominado de “híbrido”. Foi necessário a criação de uma oficina de ciências em formato remoto através da plataforma do Moodle da UnB (Universidade de Brasília) para aplicação concomitante da SEI e para servir de suporte didático-tecnológico aos alunos.

Nessa direção, antes da seleção dos alunos para o estudo (aplicação da A.I) foi elaborado um questionário sócioeconômico no sentido de desenhar um perfil e relacionar com os respectivos dados dos discentes, ou seja, entender as origens socioeconômicas dos participantes e tentar estabelecer relações entre estas e suas possíveis dificuldades ou facilidades no que

diz respeito ao ensino-aprendizagem, bem como suas limitações de acesso às tecnologias e suas ferramentas.

Tabela 1: *Aulas e relações com os referenciais teóricos adotados.*

Aulas	Relação com os Referenciais Teóricos
1: levantamento de subsunçores	Aplicação de um questionário. São abordadas questões de aspecto geral em torno da temática geração e transmissão de energia. Após as respostas os discentes assistirão ao vídeo motivador sobre eletricidade. O professor usará este momento para o introduzir, de maneira muito geral, elementos de eletricidade, já direcionando-os para a próxima aula em que será desenvolvida a organização prévia dos subsunçores levantados.
2: organização avançada	O professor deverá analisar as respostas e direcionar uma aula expositiva de acordo realizando a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, para reforçar os pontos necessários e deficitários, identificados no levantamento dos subsunçores.
3: problematização e hipóteses	<p>Será feita a introdução à temática e fornecido o comando da Atividade Investigativa. Nesta, os alunos estarão engajados na resolução do problema passado pelo professor, em torno das seguintes questões:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como funcionam as pilhas e baterias? • Quais as peculiaridades constantes nos elementos que às compõem? • Como esses elementos se relacionam entre si para desencadear esse fenômeno? • Esse formato de atividade alinhado à essa metodologia trará melhorias à educação? <p>Problema Geral: - Como conseguir energia através de uma fonte alternativa, analisando o cenário e o contexto da atividade? Resposta Esperada: - Espera-se que após refletirem, debaterem, elaborar e testar suas hipóteses os discentes consigam fazer uma pilha com limões, inserindo os eletrodos (que serão constituídos de dois metais distintos) ligados em série por pedacinhos de fios de cobre e fazer a calculadora ou a lâmpada funcionar. Fazendo uma alusão ao modelo mostrado (Figura 1).</p> <p>Comando da Atividade (simplificado) Você está em casa com alguns amigos de escola para fazerem algumas atividades escolares juntos. Quando vocês menos esperavam, uma aeronave cai no quintal de sua propriedade atingindo o gerador de energia. Ao chegarem no local observam se tratar de uma pequena aeronave com 4 pessoas a bordo, então vocês correm para socorrê-las. Como o avião atingiu os geradores de energia e com a queda houve um curto circuito nos equipamentos da aeronave, como vocês poderão chamar o resgate o mais rápido possível?" O equipamento de rádio transmissão do avião funciona em 12volts, mas a bateria está despedaçada pela queda, você olha em volta e só vê plantas e animais, árvores frutíferas e muitos pés de cítricos, corre até a despensa e não encontra nada. Em uma caixa de ferramentas do seu pai existe um rolo de fios de cobre, alicates, um multímetro, parafusos e muitas chaves de porta antigas e sem utilidade.</p>
4: sistematização	Será feita uma Sistematização dos conhecimentos levantados pelos aprendizes, com o uso da reconciliação integrativa, para explicitar a interdisciplinaridade dos conteúdos. Serão disponibilizados diversos recursos didático-tecnológicos para pesquisa dos alunos, tais como: (a) Acesso à artigos acadêmicos e científicos; (b) Periódicos; (c) Sites científicos; (d) Livros digitais; (e) Bibliotecas de recursos on-line; (f) Pdf's diversos com materiais sobre o tema.
5: recontextualização integrativa	Os alunos serão convidados a fazer um círculo e o professor fará a contextualização dos conhecimentos adquiridos na intenção de ressignificar o aprendizado, apresentando a inserção deste na vida cotidiana dos discentes.

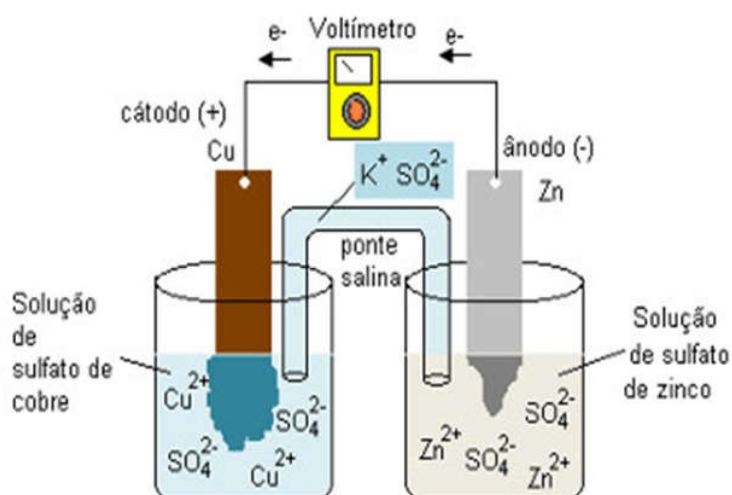


Figura 1: Fontes: canaldoensino.com.br/blog/wp-content/uploads/2016/06/quimicaa.jpg

A partir dos resultados obtidos com a aplicação dos questionários socioeconômicos, conclui-se que a maioria dos participantes possui algum tipo de acesso à internet, seja por smartphone, tablet, notebook ou computador. Portanto, não teriam dificuldades de participar da oficina e das atividades remotas. infere-se ainda que a maioria possui uma condição econômica equânime e mais de 90% dos alunos pensam em fazer um curso superior, levando a crer que participariam ativamente da atividade.

A plataforma contou com fóruns de interação e reflexão, encontros via Google Meet, atividades interativas e banco de recursos didáticos e tecnológicos, os quais foram sendo disponibilizados a medida que a aplicação avançava em suas etapas, tanto no modo presencial quanto no remoto, de acordo com a sequência de aulas apresentadas na Tabela 1.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentaremos e analisaremos os resultados alcançados com a aplicação do plano de aula já mencionado, levando em conta aspectos tanto qualitativos quanto quantitativos. Importante ressaltar que a atividade foi aplicada seguindo o modelo híbrido de ensino, estipulado pelo governo do estado de Minas Gerais, sendo este desenvolvido de forma alternada entre uma semana presencial e outra semana remota (on-line).

Participaram da oficina e da aplicação da A.I (Atividade Investigativa) 30 alunos selecionados entre os 1º, 2º e 3º anos do ensino médio da Escola Estadual Monte Alegre de Minas, localizada na cidade de Monte Alegre de Minas, no estado de Minas Gerais. A todos foi disponibilizado o TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido), uma vez que se tratava de alunos menores de idade.

Foi elaborada uma oficina de ciências utilizando os recursos da plataforma Moodle da Universidade de Brasília (UnB), para ser utilizada como ferramenta interativa nas semanas de ensino remoto.

Foram apresentados aos alunos alguns vídeos motivadores de domínio público, indicados na Tabela 2.

Tabela 2: Vídeos usados para motivar os alunos.

Título do Vídeo	Duração	Fonte (Link de Acesso)
Energia- Universo além da matéria	2:05 min	www.youtube.com/watch?v=cXNzsgkMj3s
A história da Eletricidade	8:00 min	www.youtube.com/watch?v=6w7Z-pyiDFo
A história do Elétron	5:55 min	www.youtube.com/watch?v=HCiuZoZHDfQ

Após assistirem aos vídeos, foram fornecidos aos participantes lápis e papel para que pudessem escrever em seus próprios termos acerca do que assistiram. O intuito era motivar os alunos inspirando-os com elementos científicos, engajá-los e introduzir alguns assuntos interessantes sobre o que é ciências, sobre ciências e sobre fazer ciências.

Conclui-se, a partir disso, que a maioria dos participantes conseguiu discorrer de forma mais natural e coerente a respeito de questões envolvendo eletricidade, energia elétrica e elétrons. Pôde-se perceber também que a maneira como eles se relacionavam mudou, pois estavam trocando ideias e opiniões sobre a atividade que acabaram de participar para satisfatoriamente a sistematizá-la.

I. Perfil socioeconômico dos participantes

Foi disponibilizado um questionário socioeconômico (cf. Apêndice 1A) no sentido de desenhar um perfil e relacionar com os respectivos dados dos discentes, ou seja, entender as origens socioeconômicas dos participantes e tentar estabelecer relações entre estas e suas possíveis dificuldades ou facilidades no que diz respeito ao ensino-aprendizagem, bem como suas limitações de acesso às tecnologias e suas ferramentas.

Os resultados das respostas ao questionário socioeconômico estão apresentados na Figura 2.

Através dos resultados obtidos com a aplicação dos questionários socioeconômicos, conclui-se que a maioria dos participantes possui algum tipo de acesso à internet, seja por computador, smartphone, tablet, notebook ou computador, portanto não teriam dificuldades de participarem da oficina e das atividades remotas. Percebe-se ainda que a maioria possui uma condição econômica equivalente e mais de 90% cogitam fazer um curso superior, levando a crer que participariam ativamente da atividade.

Na primeira aula da sequência de ensino investigativa foi aplicado um questionário presencialmente e também disponibilizado na plataforma da oficina, para realizar o levantamento de conhecimentos prévios dos alunos. Este foi desenvolvido com base nos conhecimentos considerados necessários para que os alunos possam aprender o que se objetivava ensinar a partir da Atividade Investigativa.

As questões desenvolvidas possuíam caráter generalista e superficial, e contemplavam o material didático dos 3 anos do ensino médio. Foram formuladas 15 questões com mais de uma resposta correta, cada uma das assertivas de cada questão possuía uma relevância em percentual diferente das outras e classificada pela sua relevância para a A.I. As questões serviram para aferir a gradação da presença do subsunçor na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, conhecer se o participante possuía algum conceito sobre energia e seus processos

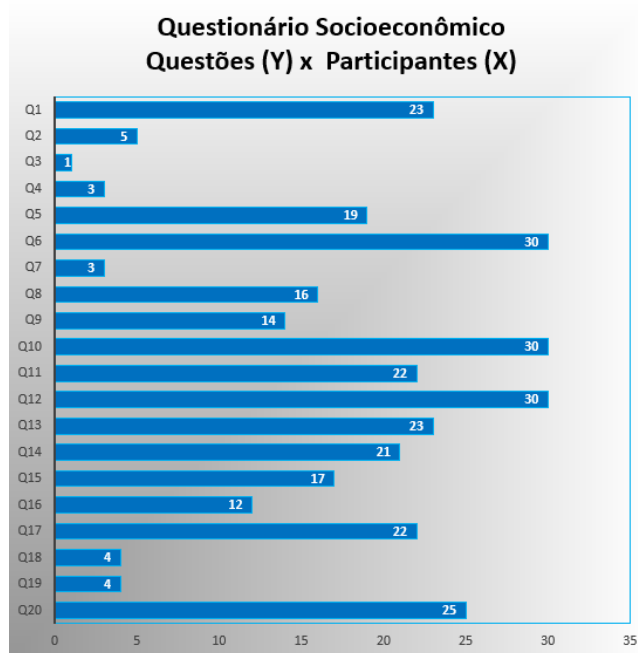


Figura 2: Resultado do questionário socioeconômico aplicado aos alunos.

de obtenção, armazenagem e transmissão (cf. Apêndice 3A). As graduações vão de 0% a 100% e estão divididas entre a quantidade geral de assertivas por ordem de relevância R% e agrupadas nas seguintes categorias: Fontes de Energia, Limpas ou Poluentes, Atomística e Elétrons e, por último, Pilhas e Baterias.

As respostas das questões para levantamentos dos conceitos subsunçores foram submetidas a um cálculo matemático simples no intuito de aferir a média ponderada de acertos, levando em conta a relevância da questão em percentual (Gráfico 2) para aplicação da A.I. Os resultados podem ser vistos na Figura 3.

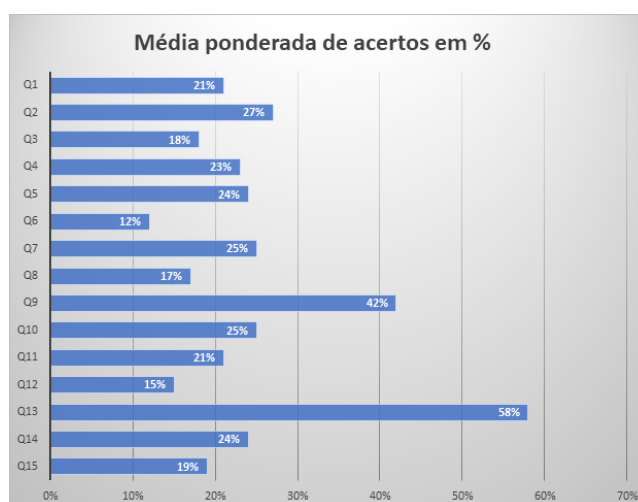


Figura 3: Médias das respostas do questionário para levantamento dos conhecimentos prévios.

Ao observarmos os dados que o gráfico nos fornece e cruzá-los com as questões agrupa-

das por assunto e relevância, temos o resultado mostrado na Tabela 3.

Tabela 3: Análise das questões agrupadas por assunto.

Questões	Assunto	Relevância (%)	Proficiência (%)	Média Ponderada (%)
1	Fontes de Energia	50	22	21
2	Fontes de Energia	20	22	27
3	Fontes de Energia	20	22	18
4	Poluentes ou limpas	50	21	23
5	Poluentes ou limpas	30	21	24
6	Poluentes ou limpas	20	21	12
7	Poluentes ou limpas	50	21	25
8	Atomística e elétrons	60	29,5	60
9	Atomística e elétrons	50	29,5	50
10	Pilhas e Baterias	100	27	25
11	Pilhas e Baterias	80	27	21
12	Pilhas e Baterias	100	27	15
13	Pilhas e Baterias	100	27	58
14	Pilhas e Baterias	100	27	24
15	Pilhas e Baterias	100	27	19

Podemos dizer após a análise dos dados que, no que diz respeito às fontes de energia, questões de 1 a 3, os alunos obtiveram uma proficiência média de 22%, que seria o somatório de acertos das questões de 1 a 3 dividido pelo número de questões relevantes para aplicação da A.I. $R\% = 21\% + 27\% + 18\% / 3$, totalizando 22% de acertos relevantes para A.I.

Já nas questões de 4 a 7 sobre fontes poluentes ou limpas de energia pôde ser aferida uma proficiência de 21%, o que seria o somatório de acertos das questões de 4 a 7 dividido pelo número de questões relevantes para aplicação da A.I. $R\% = 23\% + 24\% + 12\% + 25\% / 4$, totalizando 21% de acertos relevantes para A.I.

Sobre as questões 8 e 9 envolvendo atomística e elétrons podemos inferir que foram as questões com melhores desempenhos no que concerne aos conhecimentos prévios dos alunos, alcançando uma proficiência média de 29,5%, que seria o somatório de acertos das questões 8 e 9 dividido pelo número de questões relevantes para aplicação da A.I. $R\% = 60\% + 50\% / 2$, totalizando 29,5% de acertos relevantes para A.I.

Finalmente, as questões sobre pilhas e baterias possuíam maior índice de relevância para a aplicação da A.I, nestas, a proficiência média alcançou 27%, sendo o somatório de acertos das questões de 10 a 15 dividido pelo número de questões relevantes para aplicação da A.I. $R\% = 25\% + 21\% + 15\% + 58\% + 24\% + 19\% / 5$, totalizando 27% de acertos relevantes para A.I.

A partir do estudo destes dados, pode-se afirmar que há a presença de subsunções na estrutura cognitiva dos aprendizes. Contudo, tal presença se dá de forma bastante insipiente. Considerando-se que “o valor pedagógico dos organizadores avançados depende, obviamente, em parte, do ponto até onde o próprio material de aprendizagem está bem organizado” (Ausubel, 2000, p.152). Mostrou-se necessário fazer a organização avançada dos conhecimentos prévios no sentido de conduzir os alunos a pensar de uma forma mais elaborada, em termos de conteúdos mais específicos, como aprofundamento daqueles mais genéricos apresentados.

II. Organização avançada dos subsunçores

A aula 2 iniciou-se com a apresentação do vídeo “Energia limpa e o Futuro que Queremos” (Tabela 3) e utilizando a diferenciação progressiva foi elaborada uma aula conceitual expositiva sobre fontes renováveis e limpas de energia, transmissão e fluxo energético, obedecendo de forma hierárquica a ordem com que os conceitos a serem reforçados seriam ensinados, respeitando assim sua generalização, abstração e abrangência, encaminhando-os com maior efetividade e preparo para introduzir a atividade investigativa. A ordem natural de aprendizado das coisas pelos seres humanos seria aprender conceitos mais gerais e depois conceitos mais específicos, ou seja, das ideias menos inclusivas para as ideias mais inclusivas (RONCA e ESCOBAR, 1980).

Foram utilizados como complemento na organização avançada a apresentação de mais dois vídeos: “Como Funciona a Energia Solar e Como Funciona a Energia Eólica” (Tabela 4), ambos de domínio público.

Tabela 4: Vídeos utilizados na etapa de organização avançada.

Título do Vídeo	Duração	Fonte (Link de Acesso)
Energia limpa e o futuro que queremos	5:08 min	www.youtube.com/watch?v=t_4zeA_P_dU
Como funciona a energia solar	1:02 min	www.youtube.com/watch?v=Cmr9Zmkp-k4
Como funciona a energia eólica	2:56 min	www.youtube.com/watch?v=ekfFM-uWh5k

A aula dois foi integralmente desenvolvida presencialmente e, posteriormente, postada na plataforma da oficina. Foi aberto também na oficina um fórum para interação entre os discentes. Na intenção de socializar o aprendizado foi criada uma comunidade científica na escola integrada com a oficina, onde, por meio de um fórum os alunos podiam se apresentar, trocar experiências e comentar sobre os trabalhos desenvolvidos durante a aplicação da A.I.

III. Problematização

Na terceira aula foi disponibilizado aos aprendizes, em papel impresso, na plataforma da oficina, o problema (Desafio) a ser resolvido de forma reflexiva e em conjunto. O desafio é autoral e foi construído levando em conta os conceitos estudados pelos participantes no 1º ano do ensino médio (Ácidos, Sais e Bases), 2º ano (Conceitos sobre Nox, Metais e Oxirredução) e 3º ano (Eletricidade, Pilhas e Baterias).

Desafio

Você é um jovem e promissor estudante do ensino médio, mora em uma propriedade rural com seus pais, é feriado e o dia está maravilhoso e muito convidativo. Seus pais foram até a cidade mais próxima, que fica acerca de duas horas da sua casa fazer compras para repor a despensa, você ficou sozinho em casa e convidou alguns amigos de escola do povoado vizinho para fazerem algumas atividades juntos.

Seus amigos chegam, vocês estão ali na sala conversando e quando vocês menos esperavam um acidente aéreo acontece, uma aeronave cai no quintal de sua propriedade atingindo o gerador de energia e provocando o maior susto. Primeiro, sem entender nada, vocês apenas observam de longe, depois, vendo que não há fogo e nem explosões, tomam coragem de se aproximar para ver o ocorrido mais de perto.

Ao chegarem no local observam se tratar de uma pequena aeronave com 4 pessoas a bordo, então, vocês correm para socorrê-las. Três delas estão conscientes e orientadas, porém, sem condições de se movimentar, pois estão presas às ferragens e com sinais de hemorragia, e o piloto encontra-se inconsciente.

Como o avião atingiu os geradores de energia e com a queda houve um curto circuito nos equipamentos da aeronave, “Como vocês poderão chamar o resgate o mais rápido possível?” O equipamento de rádio-transmissão do avião funciona em 12 volts (V), mas a bateria está despedaçada pela queda. Você olha em volta e só vê plantas e animais, árvores frutíferas e muitos pés de cítricos, corre até a despensa e não encontra nada considerado útil. Em uma caixa de ferramentas do seu pai existe um rolo de fios de cobre, alicates, um multímetro, parafusos e muitas chaves de portas antigas e sem utilidade.

Você e seus amigos precisam pensar rápido! A vida dos acidentados depende da sua perspicácia e seus conhecimentos nas aulas de ciências. Precisam rapidamente fazer o rádio funcionar e chamar o resgate aéreo, pois cada minuto é fundamental para a sobrevivência dos tripulantes.

O problema proposto, além de exigir foco nos detalhes, muita interpretação e abstração, levava os aprendizes a debaterem entre si, elaborarem hipóteses e conceitos em conjunto, respondendo às seguintes questões, por ordem de relevância, para alcançar o resultado esperado:

- Como funcionam as pilhas e baterias?
- Quais são as peculiaridades constantes nos elementos que as compõem?
- Como esses elementos se relacionam entre si para desencadear tais fenômenos?

Buscou-se, entretanto, estabelecer uma relação apropriada entre o desafio e o trabalho dos estudantes, pois

Não basta que ao professor apresentar um enunciado bem elaborado. É preciso que a situação-problema seja entendida como tal pelo estudante. Para que isso seja possível, deve-se percorrer todo um processo de construção de significados, desde a apresentação de um problema inicial, que seja motivador, até a identificação de questões científicas envolvidas em sua solução e a identificação de ferramentas necessárias para investigá-las. Esse processo, como discutido anteriormente, envolve não somente a aplicação de ferramentas prontas, mas a inserção dos estudantes em um universo novo, o que depende muito das intervenções do professor (CAPECCHI, 2013, p. 25-26)

Foi preparada uma bancada com todos os itens constantes no desafio: a caixa de ferramentas, o multímetro, os limões, os fios, as chaves de portas e os parafusos, a fim de que os alunos pudessem manipular os materiais, discutirem entre si, elaborar e testar suas hipóteses, bem como validá-las e comunicá-las.

Os alunos, paulatinamente, foram elaborando conceitos, aprendendo a manipular o multímetro, trocando algumas sugestões, melhorando-as, o professor apenas mediava o processo o tempo todo sem entregar nenhuma resposta. Eles ainda liam e reliam, com bastante atenção aos detalhes, chegando a mencionar a caixa de ferramentas e os pés de cítricos como pontos-chave na resolução do desafio.

Pensavam e discutiam, testavam os metais até que chegaram em uma ideia que se parecia muito com a solução. Todavia, estava faltando a eles polarizarem os eletrodos, pois estavam usando metais iguais para os dois polos. Um dos alunos deu a ideia de trocarem uma das chaves por “Aquela amarelinha” fazendo menção à uma chave de latão e cobre que havia na bancada, “Vamos espetar os parafusos e as chaves nos limões para produzir energia”. Foram obtidos resultados interessantes, como se pode depreender de algumas hipóteses levantadas pelos alunos, mostradas a seguir:

Aluno 1... “utilizando os objetos encontrados criaria um circuito para gerar energia ao equipamento de rádio transmissão do avião, para assim chamar o resgate. Colocaria as chaves nos fios de cobre, intercalando as chaves de zinco e cobre, criando os polos negativos e positivos. Por fim usaria o multímetro pra medir as grandezas elétricas, até atingir 12 volts. Esse circuito faria o papel da bateria sendo possível ligar o rádio e chamar o resgate.”

Aluno 2... “analisando o cenário e o contexto da atividade, talvez eles possam conseguir energia através de um limão. Eles vão precisar de um limão, um parafuso, um fio de cobre, dois pedaços de fio e um multímetro, todos esses materiais eles têm.”

Aluno 3... “a fazenda tem árvores de frutas cítricas e ele achou a caixa de ferramentas do pai dele. Inicialmente eles vão ter que descascar as pontas dos fios e enrolar a ponta de cada um no parafuso e no fio de aço e depois cravar o parafuso e o fio de cobre no limão assim a nova bateria estará pronta.”

Como podemos observar nos relatos dos estudantes, a metodologia ajudou na obtenção dos resultados. Os alunos se engajaram na atividade, refletiram sobre o problema, levantaram e refutaram hipóteses até elaborarem um modelo único e de consentimento de todos os participantes. Os aprendizes utilizaram as chaves e criaram os polos positivos e negativos introduzindo-as nos limões, aferiram com o multímetro e notaram que um limão fornecia em média 0,45 V. Desse modo, decidiram ligar limões em série o suficiente para conseguirem, aproximadamente, os 12 V necessários para validar sua hipótese.

Na plataforma foi deixado um espaço para um fórum de socialização e discussão. Para a validação das hipóteses levantadas pelos discentes. Pode-se perceber que, nesse modelo de atividade, o aluno participa mais, sente-se mais seguro, mais confiante, dá opiniões sem medo, testa e defende suas hipóteses, fortalecendo suas habilidades argumentativas e seu senso crítico, entendendo assim o papel social da ciência.

O objetivo da atividade seria que os alunos chegassem à conclusão que deveriam desenvolver uma pilha utilizando os cítricos, ou seja, de limões. Nesta, as chaves da caixa de ferramentas seriam utilizadas como eletrodos, ou seja, os polos positivo e negativo, e os fios de cobre seriam utilizados para interligar, em série ou paralelo, os limões, para acumular carga elétrica suficiente para fazer o rádio funcionar em 12 V, como mostra a Figura 1A (Apêndice).

IV. Sistematização

Passada a etapa de validação iniciou-se a quarta aula da SEI, na qual foi proposta mais uma rodada de conversas. Os alunos foram dispostos em um círculo e o professor promoveu a reconciliação integrativa a partir da sistematização da hipótese validada pelos alunos. Para

tanto, foi ministrada uma aula expositiva explicando e interrelacionando os conceitos de eletroquímica e os processos de oxirredução nos quais as pilhas e baterias estão envolvidos, promovendo assim a interdisciplinaridade dos conteúdos. Como as hipóteses dos aprendizes estavam no adequadas, os alunos se mostraram satisfeitos com elas e seus resultados e, à medida que o professor sistematizava os conceitos levantados por eles, era notável seu engajamento e satisfação.

Toda essa etapa foi colocada na plataforma, juntamente foi aberto um fórum de discussões para troca de ideias e experiências entre todos os participantes à cerca da sistematização.

Os aprendizes foram convidados a voltar até a bancada e alguns deles foram selecionados para explicar o experimento e repetir todo o processo, apresentando suas considerações para os colegas. As expressões a seguir mostram o efeito da atividade sobre eles:

Aluno 1... "viu? eu não disse? (sic)"

Aluno 2... "eu sabia... tinha certeza disso!! (sic)"

Aluno 3... "eu acertei!! Ciência é muito legal... essa aula não é chata!!(sic)"

Aluno 4... "consegui aprender de forma divertida!!(sic)"

A aplicação de aulas com subsídios na Teoria da Aprendizagem Significativa e Ensino por Investigação ajudam na melhoria dos resultados atingidos pelos alunos, envolvendo-os na resolução de atividades bem elaboradas, criativas e diferenciadas, dando-lhes oportunidade de pensar de forma reflexiva, discutir suas hipóteses com os colegas, ouvindo e participando da construção social de um conhecimento sobre determinado assunto. Através do levantamento dos conhecimentos prévios o professor pode conduzir melhor o processo de aprendizagem, uma vez que, ao organizar categoricamente e de forma hierárquica os conhecimentos e separá-los entre o que se quer ensinar e o que é necessário saber antes de ensinar, torna-se mais eficiente a correção e reforço dos conceitos-chave, potencialmente levando o aluno a chegar ao resultado esperado na elaboração da atividade.

V. Recontextualização integrativa

Na quinta e última aula da SEI, aproveitou-se da roda de discussões para fazer a contextualização desses conhecimentos levantados pelos alunos. O professor mediador pediu para que cada aprendiz citasse uma situação na qual estariam envolvidos alguns dos conceitos trabalhados por eles, que tivesse alguma ligação e/ou utilidade em seu dia a dia e qual seria a importância deste para a sociedade. Algumas considerações feitas por eles estão mostradas a seguir:

Aluno 1... "é importante para compreendermos os processos de obtenção de fontes limpas e alternativas de energia"

Aluno 2... "saber como tudo se encaixa e funciona lá dentro das pilhas e baterias é muito interessante, saber como tudo é feito e a energia é gerada é bacana"

Aluno 3... "saber dessas coisas nos faz mais curiosos, querendo mais, deveriam sempre ter aulas assim, nos faz ver o mundo com outros olhos"

Aluno 4... "todo esse tempo que participei da oficina achei o máximo, darei mais atenção sobre economizar energia e cuidar da natureza"

A recontextualização integrativa trouxe uma utilidade cotidiana para o aprendizado que o aluno acabara de criar, apontando situações nas conhecer saber sobre pilhas e baterias é importante no dia a dia do aluno e na sociedade, criando, assim, uma consciência de que é preciso reduzir os impactos ambientais através do uso de fontes limpas e renováveis, além de maior zelo e economia com os recursos energéticos. Também contribui para criar no indivíduo certo grau de “autonomia” para a reflexão, tendo este uma visão holística do mundo que o cerca, sendo capaz de argumentar e defender suas ideias, além de compreender a importância da Ciência para a sociedade.

Ao final da aplicação da A.I foi pedido aos alunos que discorressem, em seus termos, acerca de suas reflexões gerais sobre a atividade, como entendem o processo de obtenção de uma fonte alternativa de energia e como entende o processo de composição e funcionamento de uma pilha, tendo em vista o objetivo geral da atividade, que consistia na resolução do problema (Desafio). Também foi aberto um fórum de contextualização na oficina. Apresentamos, a seguir, algumas considerações feitas pelos discentes:

Aluno 1... “é importante para compreendermos os processos de obtenção de fontes limpas e alternativas de energia”

Aluno 2... “saber como tudo se encaixa e funciona lá dentro das pilhas e baterias é muito interessante, saber como tudo é feito e a energia é gerada é bacana”

Aluno 3... “saber dessas coisas nos faz mais curiosos, querendo mais, deveriam sempre ter aulas assim, nos faz ver o mundo com outros olhos”

Aluno 4... “todo esse tempo que participei da oficina achei o máximo, darei mais atenção sobre economizar energia e cuidar da natureza”

Conclui-se, portanto, que o Ensino de Ciências por Investigação, atrelado à Teoria da Aprendizagem Significativa, pode fortalecer o aprendizado sobre pilhas e baterias. Uma atividade bem elaborada, levando em conta os conhecimentos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, organizados de forma hierárquica e concisa, e reforçados de forma orientada e criteriosa, pode facilitar a aprendizagem dos novos conhecimentos.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em detrimento da educação tradicional e expositiva, buscou-se nessa pesquisa a apresentação de um plano de aula fundado na perspectiva investigativa sobre a temática das pilhas e baterias, uma vez que trabalhar um assunto que está intimamente ligado aos ditames tecnológicos atuais e futuros mostra-se de grande relevância, tanto no espectro científico, tecnológico e social. O Ensino por Investigação mostrou-se muito importante para o processo de ensino, pois oportunizou ao aluno aproximar a maneira como se faz ciência em sala de aula da ciência que é feita nas Universidades. Neste formato, o aprendiz pode pensar de forma reflexiva, participar de uma comunidade científica desenvolvida na escola, apropriar-se de termos utilizados no dia a dia de um cientista, elaborar e trocar hipóteses, debater, defender e refutar outras, e construir conhecimento com protagonismo.

A utilização de pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa enriquece o processo pedagógico em uma via de mão dupla: de um lado, o professor ganha por valorizar os conhecimentos que o discente traz consigo, pois este o guiará para uma forma mais efetiva de ensino. Por outro lado, o aluno ganha, pois o professor poderá

conduzir os ensinamentos em conformidade com a sua realidade, aferida através de recursos cientificamente desenvolvidos.

Para que haja uma mudança na qualidade do ensino, deverá necessariamente existir uma mudança de postura por parte dos profissionais da educação, os quais devem estar envolvidos intimamente com a formação continuada e com a pesquisa na área da Educação, buscando meios para melhorar os processos de ensino-aprendizagem, uma vez que é este professor o real conhecedor das necessidades do nosso sistema educacional público.

Foi esclarecida a questão sobre o funcionamento das pilhas e baterias, os estudantes detalharam, ao seu modo, as particularidades de cada componente de sua pilha de limões criada ao final da atividade investigativa, e qual a relação existe entre esses componentes para desencadear os fenômenos elétricos.

A despeito do cenário pandêmico, maior desafio enfrentado para a aplicação desta atividade, foi possível obter grandes avanços no estudo e aprofundamento do tema abordado, de forma investigativa e significativa.

Os resultados obtidos com a aplicação desta atividade investigativa mostram-se como de grande importância para as disciplinas de Ciências e Química, pois podem mostrar, tangentes a dados concretos, que o Ensino de Ciências por Investigação, alinhado com a Teoria da Aprendizagem Significativa, pode auxiliar desde o engajamento dos alunos até a didática dos profissionais da educação.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D., NOVAK, J., & HANESIAN, H. *Educational Psychology: A Cognitive View* (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.

AUSUBEL, D. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York: Grune & Stratton, 1963.

AZEVEDO, M. C. P. S. *Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula*. In: CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004,

CACHAPUZ, António et al. *A necessária renovação do ensino das ciências*. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CHINN, C; MALHOTRA, B.A. Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *New Brunswick: Science Education*, v.86, p.175-218, 2002.

DEWEY, J. *Como pensamos: como se relaciona o pensamento reflexivo com o processo educativo: uma reexposição*. Tradução de Haydée Camargo Campos. São Paulo: Editora Nacional, 1979a. *Atualidades Pedagógicas*; Vol. 2.

FREIRE, Paulo. *A importância do ato de ler*. São Paulo: Vozes, 1985.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

LIPMAN, M. A filosofia vai à escola. Tradução de Maria Elice de Brzezinski Prestes e Lucia maria Silva Kremer. São Paulo/SP: Summus, 1990.

Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO ESPORTO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997, 136p.

MUNFORD, D e LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? Ensaio pesquisa em educação em ciências. v.9, n.1, Dez; 2007

SANTOS, W.L.P; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. v.2, n.2, dez., 2002

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. Investigação em Ensino de Ciências, v.16, n.1, p.59-77, 2011.

ATKINS, P.; DE PAULA, J. Atkins, física-química. Rio de Janeiro: LTC, 2008. v. 1.

ATKINS, P.; DE PAULA, J. Atkins, física-química. Rio de Janeiro: LTC, 2008 . v. 2.

ATKINS, Peter. Princípios de Química. Porto Alegre: Bookman, 2001.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades em Sala de Aula. In: CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências – Unindo a Pesquisa e a Prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004,

CHINN, C; MALHOTRA, B.A. Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. New Brunswick:Science Education, v.86, p.175-218, 2002.

FELTRE, Ricardo. Fundamentos de Química: vol. 1. 4ª.ed. São Paulo: Moderna, 2005.

FELTRE, Ricardo. Fundamentos de Química: vol. 2. 4ª.ed. São Paulo: Moderna, 2005.

FELTRE, Ricardo. Fundamentos de Química: vol. 3. 4ª.ed. São Paulo: Moderna, 2005.

FLECK, L. Gênese and Development of a Scientific Fact. Chicago: The University of Chicago Press, 1979,

FREIRE, Paulo. A importância do ato de ler. São Paulo: Vozes, 1985.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

HALL, Nina e colaboradores. Neoquímica: A química moderna e suas aplicações. Porto Alegre: Bookman, 2004.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 1;

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 2;

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 3;

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, c2009 vol 4;

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. Fundamentos de Metodologia Científica. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LEHNINGER AL, N. D. L. & COX, M.M. Principios de Bioquímica. 6a. Ed. Artmed. 2014

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional da Educação. Câmara Nacional de Educação Básica. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL. Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997, 136p.

MUNFORD, D e LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? Ensaio pesquisa em educação em ciências. v.9, n.1, Dez; 2007

SANTOS, W.L.P; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no contexto da educação brasileira. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. v.2, n.2, dez., 2002

SEARS, Francis Weston; ZEMANSKY, Mark Waldo; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A. 12. ed. São Paulo, SP: Pearson Addison Wesley, c2008-2009 vol 3;

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Ensaio: pesquisa em educação em ciências, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, set./dez., 2011. Disponível em: < <http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/309/715> >. Acesso em: 01 mar. 2015.

BARUTEAU et al. (2014) in: Protoplanetary Disks and Stars VI, University of Arizona Press, 667.



PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE APRENDER CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS' PERCEPTIONS OF LEARNING SCIENCE THROUGH INVESTIGATION

RENATA DO CARMO GUIMARÃES¹, JULIANA ALVES DE ARAÚJO BOTTECHIA¹

¹SEDUC/GO – C10-CEAD/UnB

²SEEDF – C10 - CEAD/UnB

Resumo

O ensino de Ciências por métodos investigativos proporciona a expansão do conteúdo para além dos conceitos teóricos, facilitando o desenvolvimento de habilidades cognitivas e tornando o aluno o protagonista do seu aprendizado. A aproximação dos conteúdos abordados em sala com a realidade pode facilitar o processo de ensinoaprendizagem, dessa forma, surge a ideia de explorar o contexto hídrico com os alunos, visto que todos residem na zona rural de Luziânia, Goiás. A presente pesquisa objetiva identificar as percepções dos alunos acerca do ensino por métodos investigativos. Trata-se de um estudo qualitativo exploratório, onde o instrumento de pesquisa consiste em um formulário eletrônico respondido pelos estudantes que participaram de uma aula de Ciências em que foi utilizada a investigação. A partir dos resultados coletados identificou-se cinco categorias de análise sobre as percepções dos alunos, conforme às três etapas operacionais de Bardin (2016): "Consigo entender melhor"; "A aula fica mais divertida"; "Falei para meus pais, amigos e familiares sobre o que aprendi na aula"; "Não entendo o objetivo da investigação" e "Acho difícil e chato". A construção ativa do conhecimento gerou diversas percepções entre os alunos, onde a maioria afirma boa aceitação do método. O ensino por investigação consiste em um método de ensino que requer capacitação do docente e contém características essenciais para a formação qualificada dos discentes que, além de aprenderem o conteúdo teórico, desenvolvem habilidades cognitivas e pensamento crítico.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Percepções dos Alunos de Ciências. Ensinoaprendizagem. Ensino Fundamental.

Abstract

Teaching Science by investigative methods provides the expansion of content beyond theoretical concepts, facilitating the development of cognitive skills and making the student the protagonist of their learning. Bringing the contents covered in the classroom closer to reality can facilitate

the teaching-learning process, thus, the idea of exploring the water context with the students arises, as they all live in the rural area of Luziânia, Goiás. This research aims to identify the students' perceptions about teaching by investigative methods. This is an exploratory qualitative study, in which the research instrument consists of an electronic form answered by students who participated in a Science class in which the investigation was used. From the collected results, five categories of analysis on the students' perceptions were identified, according to the three operational steps of Bardin (2016): "I can understand better"; "Class is more fun"; "I told my parents, friends and family about what I learned in class"; "I don't understand the purpose of the investigation" and "I find it difficult and boring". The active construction of knowledge generated different perceptions among students, in which the majority affirmed good acceptance of the method. Teaching by investigation is a teaching method that requires teacher training and contains essential characteristics for the qualified training of students who, in addition to learning theoretical content, develop cognitive skills and critical thinking.

Keywords: *Teaching by investigation. Perceptions of students Science. Teaching learning. Elementary school.*

I. INTRODUÇÃO

A pandemia de Covid-19 trouxe inúmeros desafios para a educação brasileira, visto que as aulas precisaram ser adaptadas, em um curto período, para a modalidade remota, considerando a recomendação de realizar isolamento social objetivando conter a disseminação viral entre a população (WILDER-SMITH; FREEDMAN, 2020).

Sendo assim, foi considerada a implementação de alguns métodos para adaptação das aulas, entre eles, o ensino por investigação. Este método consiste em uma abordagem desafiadora que permite com que o aluno desenvolva diversas habilidades cognitivas e expanda o aprendizado para além dos conteúdos, conceituais ministrados (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Entre as estratégias utilizadas para a execução da abordagem investigativa, tem-se a resolução de questões-problemas ativamente, objetivando despertar a curiosidade e o interesse dos estudantes pelos temas propostos, incentivando a participação e facilitando o processo de ensinoaprendizagem (BRITO; FIREMAN, 2018).

Nesse contexto, o ensino por investigação adaptado ao modelo remoto foi uma tentativa de aproximar os alunos com os temas das aulas e conquistar a atenção sustentada, visto que em suas casas há distrações, portanto, a aula deve despertar e sustentar o interesse dos estudantes. Nessa perspectiva, utilizou-se a estratégia de relacionar a temática das aulas com assuntos da realidade social dos alunos, de modo a proporcionar um aprendizado útil, que tanto pudesse ser aplicado no seu cotidiano, como fazer sentido junto à sua família e sua comunidade, além de despertar e ampliar o interesse e a atenção dos discentes pelo estudo das Ciências.

No Estado de Goiás, na cidade de Luziânia, onde as aulas foram ministradas, ainda existem municípios sem acesso ao abastecimento de água tratada (LIMA et al., 2017). Sabe-se que algumas doenças podem ser transmitidas pelo meio hídrico, como a cólera, febre tifoide, amebíase, diarreia, doenças infecciosas intestinais e esquistossomose, entre outras,

mas principalmente por águas que não receberam o devido tratamento (PAIVA; SOUZA, 2018). Tal fato, foi a situação-problema que impulsionou o planejamento das aulas sobre os conhecimentos científicos para que os alunos inseridos nesse contexto social, pudessem refletir e investigar para transformar.

Sendo assim, estruturou-se o Plano de Aula idealizando os objetivos a serem alcançados por meio da atividade e o experimento prático de construção de um filtro caseiro. Para concluir, definiram-se questões a serem respondidas utilizando evidências científicas que refletirão o aprendizado dos alunos a partir da execução e participação na abordagem investigativa.

Considerando o exposto, delineou-se a seguinte questão de pesquisa: “Quais são as percepções e opiniões dos alunos sobre o ensino de Ciências utilizando-se de métodos investigativos?”.

Dessa forma, a presente pesquisa objetiva analisar a percepção dos estudantes sobre o ensino de Ciências por investigação após vivenciarem uma aula temática. Como objetivos específicos almeja-se: verificar os conhecimentos adquiridos pelos alunos durante a aula; avaliar a efetividade da metodologia por investigação para a aquisição de conhecimentos; delimitar o envolvimento dos alunos com o tema proposto e averiguar a aproximação da temática com o contexto social onde os estudantes estão inseridos.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

O ensino por investigação consiste em um método para estimular o relacionamento interpessoal em aula e contribuir para o momento de “ensinoaprendizagem”. O termo “ensinoaprendizagem” rompe a ideia de que é possível “ensinar independente da aprendizagem do aluno”, considerando “ensino” e “aprendizagem” como estados distintos e sem relação, como se é constatado nos termos “ensinoaprendizagem” e “ensino/aprendizagem”. Dessa forma, “ensinoaprendizagem” possui inter-relação e conexão direta, o que se reflete na escrita (SANTOS; BOTTECHIA, 2018).

Na Área da ciência, ensinar por investigação pode ser uma forma diferenciada de “aprender Ciências”, o que requer um preparo adequado dos docentes para deixar os alunos confortáveis e livres a criarem soluções aos problemas abordados, enfatizando a necessidade de embasar-se cientificamente durante a exposição das possíveis ideias, pensamentos, respostas e soluções (BRITO; FIREMAN, 2018). Dessa forma, enquanto adquirem conhecimentos e compreendem seus valores, os alunos também aprendem a praticar e falar Ciências (CARVALHO; SASSERON, 2015). Nessa perspectiva, idealizou-se o Projeto de Investigação denominado “Filtrando a Água!”, que tem a água como principal objeto de discussão, visto que se trata de um elemento necessário para a manutenção da vida e possui largo espectro de uso na sociedade (HELLER; PÁDUA, 2006; BRASIL, 2006).

A água é um elemento necessário para a manutenção da vida, portanto, com a evolução e desenvolvimento das sociedades, aumentou-se a demanda e a necessidade de um suprimento seguro para garantia de sobrevivência. O uso doméstico, comercial, industrial e público da água são as principais formas de utilização em sociedade (HELLER; PÁDUA, 2006).

O uso doméstico pode ser apresentado por meio da ingestão, do preparo de alimentos, da

higiene corporal e da limpeza do ambiente. O suprimento de estabelecimentos como bares, hospitais e restaurantes geram o uso comercial, bem como, o uso industrial incorpora-se às indústrias que utilizam a água para a fabricação com produto final, como indústrias de bebidas. Por fim, a irrigação de jardins, fontes, limpeza de banheiros e locais públicos, são algumas formas de utilização de água em contexto público (HELLER; PÁDUA, 2006). O contexto social dos estudantes do Colégio Estadual em estudo, gera uma necessidade hídrica para além do consumo doméstico e sobrevivência humana, visto que essas famílias também precisam de uma situação hídrica adequada para irrigação das plantações e manutenção dos gados, o que se inclui entre as principais demandas de água na sociedade (BRASIL, 2006), e reforça a importância de explorar o assunto em sala de aula.

Dessa forma, para manter a qualidade da água e garantir a proteção da saúde da população, torna-se necessário o equilíbrio entre a oferta e a demanda, bem como, a preservação da vegetação e o uso adequado dos solos, influenciando diretamente a qualidade dos mananciais, visto que o manancial garante a quantidade e a qualidade hídrica no abastecimento (BRASIL, 2006).

II.1. Tratamento da água

O tratamento da água objetiva torná-la potável, atendendo os padrões exigidos pelo Ministério da Saúde no âmbito sanitário e estético. Nessa perspectiva, a prevenção da cárie dentária, por meio da adição de flúor, e a proteção dos sistemas de abastecimentos de corrosão e incrustação, também se incluem como principais objetivos do tratamento hídrico (BRASIL, 2006).

Em linhas gerais, as Estações de Tratamento de Água (ETA) contemplam as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação. O processo se inicia na etapa de coagulação, através do uso de produtos químicos visando agrupar compostos e suspensões presentes na água. Comumente, a coagulação é seguida pela floculação, onde as partículas coaguladas ou desestabilizadas anteriormente passam a formar flocos, ou massas (RICHTER, 2009).

Após a formação dos flocos, sucede-se a decantação, em que forças gravitacionais são utilizadas para separar partículas de densidade superior à da água. Após separadas, a água prossegue para a filtração, sendo “o processo unitário mais importante na cadeia de processos de tratamento de água”. A filtração visa separar as impurezas ainda presentes, mediante passagem por um meio poroso, geralmente composto por areia (RICHTER, 2009), e será o experimento utilizado para provocar reflexão nos estudantes, por meio da metodologia investigativa, no presente estudo.

Em sequência ao processo de filtração, a água será desinfetada de modo a eliminar os microrganismos patogênicos que possam desencadear patologias. Nessa etapa o foco está na extinção de bactérias, vírus, algas, protozoários e vermes (RICHTER, 2009). Por fim, a etapa de tratamento complementar, denominada fluoretação, ocorre através da adição de compostos à base de flúor, objetivando a redução da incidência de cáries e consequentes problemas odontológicos na população (BRASIL, 2006).

Nesse contexto, cabe destacar que se a água estiver poluída com algumas substâncias em específico, o tratamento comumente utilizado não será satisfatório e a água captada poderá

não se tornar potável, evidenciando a necessidade de preservação e cuidado dos mananciais (BRASIL, 2006).

Contudo, mesmo com a existência das Estações de Tratamento de Água (ETA), no estado de Goiás, onde se localiza o Colégio em questão, apenas 10,5% da população rural é atendida com abastecimento de água potável, ou seja, cerca de 68.218 habitantes, conforme dados de 2019 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (BRASIL, 2020), e considerando o Estado inteiro, não se sabe a origem da água de 10,14% da população goiana (GOIÁS, 2020).

Tal fato pode gerar riscos para os habitantes não favorecidos com água adequada, como infecções e desenvolvimento de patologias. Nessa perspectiva, uma pesquisa realizada entre 2012 a 2016 no Brasil, identificou que Goiás foi o estado com maior número de notificações por amebíase da região do Centro-Oeste, fato que poderia ser prevenido com saneamento básico adequado e oferta de água potável, visto que a contaminação pelo *Entamoeba* spp. ocorre através do uso de água contaminada e gera a doença denominada “amebíase” (SOUZA et al., 2019).

Dessa forma, explorar as informações utilizando-se de métodos investigativos, viabiliza a construção de novas percepções e significações aos conhecimentos prévios e, por meio da criticidade, os estudantes desenvolvem um raciocínio científico e epistêmico que facilita a construção de opiniões consolidadas (SASSERON, 2018).

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de um estudo qualitativo exploratório, onde a metodologia abrange quatro contextos: o levantamento das referências bibliográficas utilizadas para a fundamentação teórica; a construção do Plano de Aula e consequente Projeto de Investigação a ser aplicado; a realização dessa aula investigativa e a aplicação de um formulário eletrônico aos alunos; e, por fim, a análise dos dados coletados ao decorrer de todos os métodos utilizados.

III.1. Levantamento bibliográfico

O levantamento das referências bibliográficas utilizadas ocorreu por meio da busca nas principais bases de dados científicos, como Pubmed, Scielo, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e demais periódicos de Universidades do Brasil.

Dessa forma, utilizou-se a seguinte estratégia de busca: “(Ensino de Ciências) AND (Investigação) OR (Métodos Investigativos)”. Como filtro, buscou-se selecionar artigos publicados no período compreendido entre 2011 a 2021 (10 anos), de modo a manter o nível de atualização, além de incluir somente textos completos, em português e estejam disponíveis gratuitamente de forma online.

Outrossim, alguns livros-base sobre o assunto, associados a documentos governamentais, também foram utilizados por meio da pesquisa nos ambientes virtuais, nesse quesito, por se tratar de assuntos consolidados que não tendem a se modificar, como as características da água, não foi delimitado nenhum período.

III.2. Projeto de investigação: “Filtrando a água!”

“Filtrando a água!” é um Projeto de Investigação aplicado em sala de aula que delimita a água como principal objeto de discussão. Nesse sentido, o Projeto se insere na temática de “Matéria e Energia”, definida pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) como uma das unidades temáticas que orientam os Currículos de Ciências do Ensino Fundamental (BRASIL, 2018), visto que foi aplicado em uma turma da 8ª série e precisou ser adaptado para o modelo remoto, devido à pandemia de Covid-19.

Dessa forma, por meio da aplicação do Projeto, idealiza-se como objetivo geral: proporcionar o entendimento sobre as etapas de tratamento da água e o conhecimento necessário para reconhecer água própria para consumo. Como objetivos específicos pode-se citar: reconhecer os riscos do consumo da água imprópria; praticar a etapa de filtração e interligar o conteúdo com a realidade de cada aluno, beneficiando a si próprios e a seus familiares por meio do conhecimento adquirido na aula.

Nessa perspectiva, o Plano de Aula delimitou quatro momentos principais, a serem ministrados remotamente, devido à pandemia de Covid-19 que requer isolamento social para contenção da disseminação viral comunitária, protegendo os alunos, os professores e seus familiares de uma possível infecção (WILDER-SMITH; FREEDMAN, 2020).

O primeiro momento contava com uma estratégia de sensibilização para aproximar os alunos do conteúdo a ser trabalhado e estimular a curiosidade dos mesmos. Dessa forma, dois copos transparentes foram apresentados aos alunos: um copo contendo água visivelmente suja e outro com água visivelmente limpa. Assim, a turma foi incentivada a levantar hipóteses através de questionamentos, por exemplo: “em qual copo a água está visivelmente suja?” e “o que poderia acontecer se eu ingerisse a água imprópria?”.

O segundo momento visava levantar as concepções prévias existentes sobre o tema, por um debate subsidiado por recursos multimídias, abrindo margem para o terceiro momento: a realização do experimento.

O experimento realizado denomina-se “Construindo um filtro caseiro!”. Para isso, os alunos precisaram de um material de baixo custo, solicitado com uma semana de antecedência: 1 garrafa PET de 2 L transparente; 1 batedor de carne; 1 maço de algodão ou filtro de papel usado para coar café; 1 tesoura de pontas arredondadas; 1 copo pequeno com areia limpa; 1 copo com água; 1 copo pequeno com pedras pequenas, como brita; 2 colheres de terra; 2 pedras de carvão; folhas secas; 1 pedaço de pano e podem optar por utilizar luvas para manusear a terra e o carvão (AMAZONAS, 2017).

Para iniciar o experimento, os alunos foram orientados a cortar a garrafa plástica na metade, sendo que a parte do bico da garrafa formará um funil e a outra será o suporte. Após isso, deveriam colocar uma camada de algodão ou papel filtro no funil. Depois, com muito cuidado, quebrar o carvão em pedaços bem pequenos no pano e utilizando o batedor de carne (AMAZONAS, 2017).

Os pedaços de carvão quebrados foram colocados sobre o algodão presente no funil. Após isso, os alunos acrescentaram areia e pedras. Em outro recipiente, os estudantes realizaram uma mistura de água com terra e folhas, para formar uma água suja. Para finalizar o experimento, encaixaram o funil dentro da outra parte da garrafa e despejaram a água suja no funil. Sendo assim, foi possível observar o aspecto da água filtrada e acumulada

no fundo do suporte (AMAZONAS, 2017).

Por fim, o quarto e último momento da aula dispõe da avaliação informal dos discentes, por uma rede social em que todos estão inseridos, bem como da participação no formulário eletrônico e registro por imagens, como fotos.

III.3. Formulário eletrônico

O formulário foi possível de ser aplicado virtualmente, visto que todos os alunos possuem acesso à internet, considerando o contexto pandêmico de aulas online.

Inicialmente, solicitou-se para que os pais e/ou responsáveis dos alunos preenchessem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponível no apêndice, autorizando os estudantes a participarem da pesquisa e afirmando o consentimento de ambos. Sendo assim, somente os alunos que entregaram o TCLE assinado pelos responsáveis responderam ao formulário, com exceção de uma aluna que é maior de idade, portanto, não foi necessária a autorização dos responsáveis, apenas o consentimento próprio.

Dessa forma, o formulário eletrônico contou com quatro seções. Na primeira, foram introduzidos os objetivos da pesquisa e reforçada a necessidade de assinatura do TCLE. A segunda seção buscou traçar o perfil dos estudantes, dispondo de questões pessoais que, devido à exposição de dados, como as condições do bairro em que reside, foram consideradas na modalidade opcional.

A terceira seção explora a avaliação dos métodos investigativos utilizados durante a aula, solicitando as opiniões dos alunos em relação ao aprendizado, por escalas lineares de 0 a 10 e exposição das possíveis dificuldades. Por fim, a quarta seção aborda a avaliação do conteúdo, objetivando analisar se os estudantes conseguiram adquirir os conhecimentos expostos durante a aula, como aprender as etapas de tratamento da água e a distinguir a água própria e imprópria para consumo.

III.4. Análise do conteúdo

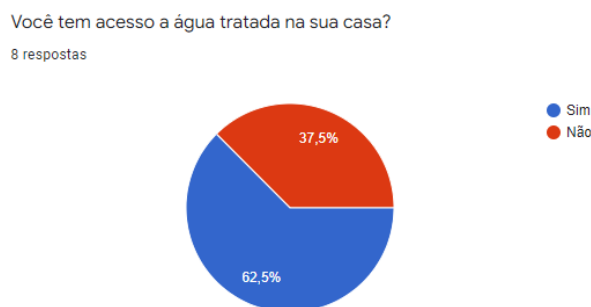
A análise dos conteúdos coletados foi direcionada pelas três etapas operacionais da modalidade temática proposta por Bardin (2016): pré-análise, incluindo a Leitura Flutuante; exploração do material; e tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Dessa forma, os resultados encontrados foram categorizados conforme a identificação e seus objetivos (MINAYO, 2014).

III.5. Caso de pesquisa

O presente estudo foi realizado com estudantes de um colégio público estadual da zona rural, localizado no município de Luziânia, em Goiás. A instituição apresenta Ensino Fundamental II e Ensino Médio, dispondo de cerca de 250 alunos totais.

De forma geral, os discentes são filhos de caseiros ou filhos de fazendeiros, e muitos vieram de outros estados acompanhando os seus familiares. Alguns estudantes estão envolvidos com plantio e pecuária, conciliando as demandas escolares com os trabalhos desenvolvidos nas fazendas da região. Sendo assim, o perfil socioeconômico geral dos alunos é fomentado por baixa renda familiar e moradia rural.

Figura 1: Resultados encontrados, por meio da aplicação do formulário eletrônico, em relação ao acesso à água tratada.



Fonte: Elaboração de autoria própria.

O público-alvo da atividade constituiu-se do ensino fundamental II, especificamente a turma da 8ª série, com 40 alunos. Esse público-alvo foi delimitado considerando ser a turma com maior quantitativo de estudantes. Contudo, por ser a primeira semana de aula, gerando um grande número de faltas, 12 alunos participaram da atividade e realizaram o experimento.

Dos 12 alunos participantes da aula, oito responderam ao formulário, sendo que todos foram autorizados por meio do TCLE, assinados por seus pais e/ou responsáveis.

IV. RESULTADOS

Conforme citado anteriormente, o questionário foi dividido em três seções: Perfil do Estudante, Avaliação do Método Investigativo e Avaliação do Conteúdo.

IV.1. Perfil do estudante

No que discorre sobre os dados pessoais dos discentes, os oito estudantes que responderam à pesquisa possuem entre 13 e 33 anos, sendo a maioria de 13 e 14 anos.

No quesito de moradia, a maioria (cinco alunos) moram com quatro pessoas em suas casas e os demais residem com três a cinco pessoas. Em relação ao acesso à água, todos responderam que possuem acesso à água filtrada, contudo, três responderam que não possuem água tratada em suas residências (Figura 1).

Ademais, três alunos afirmaram que os vizinhos não possuem acesso à água filtrada e tratada e apenas um aluno alegou não conhecer a situação da vizinhança. Apenas um aluno afirmou ter saneamento básico em seu bairro de moradia (Figura 2).

IV.2. Avaliação do Método Investigativo

Em relação à percepção dos alunos sobre a participação de uma aula com métodos investigativos, em uma escala de 0 a 10, sendo 0 pouco e 10 muito, cinco alunos assinalaram que gostaram ao nível 10 de participar, enquanto dois alunos marcaram nível 7 e um aluno

Figura 2: Resultados encontrados, por meio da aplicação do formulário eletrônico, em relação ao acesso ao saneamento básico.



Fonte: Elaboração de autoria própria.

nível 8. Nesse sentido, sete estudantes alegaram que não tiveram dificuldades em realizar o experimento proposto, e um discente afirmou que não conseguiu acompanhar o experimento devido à conexão de internet instável, visto que a aula ocorreu de forma online devido ao contexto pandêmico.

Quando questionados sobre o aprendizado, seis alunos afirmaram que conseguem aprender melhor com o ensino por investigação e dois referiram “mais ou menos”. Nenhum discente respondeu que não consegue aprender com a investigação.

Outrossim, todos os estudantes afirmaram que se sentem estimulados a participar da aula e interagir com os colegas quando a professora utiliza métodos investigativos, contudo, um aluno respondeu que prefere participar de aulas que não se utiliza a investigação, enquanto o restante optou pela preferência por aulas com investigação.

No que diz respeito aos benefícios dos métodos utilizados em aula, segundo a percepção dos alunos, todos destacaram que conseguem entender melhor os assuntos explorados e seis alunos apontaram que se sentem mais interessados pela aula e que a aula se torna mais divertida. Ademais, quatro estudantes afirmaram que sentem que interagem mais com os colegas e com a professora e um discente alegou que se concentra melhor.

Ademais, em relação aos malefícios dos métodos investigativos utilizados, um aluno respondeu que não entende o objetivo da investigação e outro discente afirmou que as perguntas da professora são difíceis. Ainda, outro estudante escreveu que “às vezes não dá certo, fica um pouco chato”. Em outra perspectiva, cinco alunos afirmaram considerar não haver malefícios.

IV.3. Avaliação do Conteúdo

No que se refere ao conteúdo abordado durante a aula ministrada, os oito alunos responderam que nem todo tipo de água é próprio para consumo, em consonância com o que foi abordado. As explicações da afirmativa foram que “alguns tipos de água contêm bactérias e protozoários”; “nem toda água é tratada”; “a água tem que ser sem cheiro e sem gosto”; e “a água pode estar suja”.

Sobre os riscos de ingerir água imprópria para consumo foi citado que “pode ocasionar

Figura 3: Imagem do material utilizado para construção do filtro, sob olhar de um discente.



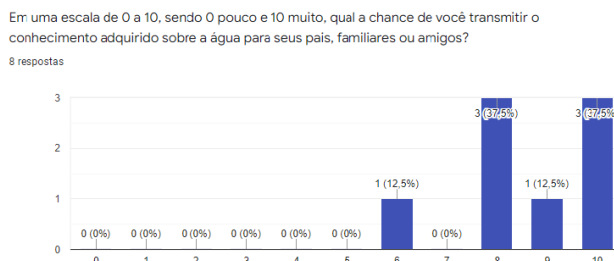
Fonte: Discente da 8ª série, do colégio público estadual de Luziânia-GO.

Figura 4: Filtro construído por um aluno durante a execução do ensino por métodos investigativos.



Fonte: Discente da 8ª série, do colégio público estadual de Luziânia-GO.

Figura 5: Resultados encontrados, por meio da aplicação do formulário eletrônico, em relação à avaliação do conteúdo referente a pergunta “Em uma escala de 0 a 10, qual a chance de você transmitir o conhecimento adquirido para seus pais, familiares ou amigos?”.



Fonte: Elaboração de autoria própria..

algumas doenças, como a cólera”, “há risco de se intoxicar”; “pode gerar sintomas de doenças como leptospirose, cólera, hepatite A e giardíase”. Todos os alunos relacionaram os riscos com o desenvolvimento de doenças.

Em relação às etapas de tratamento da água, cinco estudantes citaram corretamente quais eram as etapas, e todos souberam responder que o experimento realizado durante a aula era correspondente à etapa de filtração da água.

Contudo, realizou-se o seguinte questionamento: “Após a filtração, podemos ingerir a água?”, e as respostas afirmaram que sim, o que não corresponde ao entendimento correto de que mesmo após a filtração ainda há microrganismos na água, portanto ainda não podemos ingerir.

Nessa perspectiva, seis alunos alegaram que conversaram com seus pais, amigos e familiares sobre os conhecimentos adquiridos sobre a água durante a aula e, aplicando uma escala de 0 a 10, sendo 10 muito e 0 pouco, três alunos afirmaram que a chance de transmitir os conhecimentos aprendidos para os pais, amigos e familiares eram nível 10, enquanto um aluno afirmou nível 9, três alunos apontaram nível 8 e um estudante assinalou o nível 6 (Figura 5).

No que discorre sobre sugestões de melhorias e opiniões sobre a aula e o método investigativo, os alunos responderam que “foi tudo muito bem explicado”, “não tenho sugestões” e “achei bastante “top!”.

IV.4. Categorias de análise

Sendo assim, por meio das percepções dos alunos perante a abordagem investigativa e seguindo às três etapas operacionais da modalidade temática proposta por Bardin, 2016, podemos destacar cinco categorias, conforme o Tabela 2: “consigo entender melhor”, “a aula fica mais divertida”, “falei para meus pais, amigos e familiares sobre o que aprendi na aula”, “não entendo o objetivo da investigação” e “acho difícil e chato”.

Tabela 1: *Categorias de análise evidenciadas conforme a percepção dos alunos.*

Tema	Categorias de Análise
Percepções dos estudantes sobre o ensino por investigação	1. Consigo entender melhor.
	2. A aula fica mais divertida.
	3. Falei para meus pais, amigos e familiares sobre o que aprendi na aula.
	4. Não entendo o objetivo da investigação.
	5. Acho difícil e chato.

Fonte: *Elaboração Própria*

V. ANÁLISE

O ensino por investigação é um desafio que demanda a participação ativa do aluno e que, somada às habilidades do docente, constitui um método de ensino que viabiliza o desenvolvimento de diversas competências dos discentes (BRITO; FIREMAN, 2018). Dessa forma, a construção ativa do conhecimento gera diversas percepções entre os alunos, que divergem entre boa aceitação e dificuldade de adesão ao método investigativo.

V.1. “Consigo entender melhor”

A primeira categoria de análise evidenciada constitui em “Consigo entender melhor”, demonstrando uma contribuição positiva para o processo de ensino-aprendizagem.

Em 2021, comemorou-se o centenário de Paulo Freire, grande educador e pensador brasileiro que deixou o seu legado na pedagogia e nos métodos de ensino. Nessa perspectiva, Paulo Freire afirmava que os indivíduos são sujeitos da sua própria formação e, portanto, da sua própria aprendizagem. Dessa forma, os alunos possuem autonomia durante a construção do conhecimento, que ocorre por meio da troca de experiências com o professor, e não apenas com a transmissão passiva dos saberes (MARTINS; REIS, 2020).

Durante o processo de aprendizagem, o professor possui papel-chave para instigar o desejo de aprender, em consonância com os princípios dos métodos investigativos. Sendo assim, a aproximação do aluno com o docente visa facilitar a educação e aproximá-la com a realidade, visto que “quanto mais o estudante se parecer com o professor, quanto mais reproduzir a sua visão de mundo, mais eficiente será a educação” (FAUSTINO, 2018).

Esta percepção é reforçada quando o conteúdo abordado durante a aula tornou-se útil para o cotidiano dos discentes e interligou-se com suas reais necessidades, facilitando o entendimento do assunto a partir do momento em que ele se tornou “visível”.

V.2. “A aula fica mais divertida”

A segunda categoria de análise evidenciada consiste em “A aula fica mais divertida”, fato que pode estar relacionado com o estímulo em interagir com a professora e com os demais discentes durante a atividade, visto que todos os alunos que preencheram o formulário eletrônico afirmaram que se sentem mais estimulados a interagir com os colegas quando há

métodos investigativos na aula.

De forma geral, as disciplinas curriculares seguem um padrão de apresentação em que “o professor apresenta o tema, exemplifica, tira dúvidas e propõe atividades de fixação e os estudantes anotam e respondem aos pedidos do docente”, onde pouco explora-se elementos caracterizadores ou chamativos (SASSERON, 2018, p. 1065).

Dessa forma, as práticas e a desenvoltura do ensino por investigação nas aulas de Ciências podem caracterizar a disciplina e promover o interesse, quebrando o “padrão” das aulas e favorecendo a percepção de “diversão durante o processo de ensinoaprendizagem”. Tal fato se confirma com os estudantes que afirmaram se sentir mais interessados com as aulas que seguem esta metodologia investigativa.

V.3. “Falei para meus pais, amigos e familiares sobre o que aprendi na aula”

A terceira categoria de análise evidenciada demonstra a importância de integrar o contexto social, bem como a sua família, com a escola, oportunizando uma melhor educação.

Sabe-se que o ensino por investigação viabiliza intervenções e aplicações em situações reais, interligando o conteúdo abordado nas aulas com a realidade dos alunos e tornando o assunto útil para o cotidiano (BRITO; FIREMAN, 2018). Dessa forma, os conhecimentos adquiridos podem beneficiar diretamente seus familiares, amigos e comunidade que se inserem no mesmo contexto social e podem praticar tais conhecimentos.

Considerando que a maioria dos alunos que participaram da pesquisa assinalaram notas altas para a chance de transferir os conhecimentos adquiridos na aula aos amigos e familiares, pode-se concluir que, nesta situação, a conexão com a realidade foi oportuna e efetivada.

V.4. “Não entendo o objetivo da investigação”

A quarta categoria de análise evidenciada repercute uma percepção de incompreensão perante a metodologia de ensino empregada que pode dificultar a adesão e aceitação da investigação, prejudicando a participação e o interesse pelos temas abordados.

O ensino por investigação objetiva aprimorar habilidades cognitivas nos estudantes, proporcionar a elaboração de hipóteses e desenvolver capacidade argumentativa utilizando-se de evidências. Dessa forma, o processo de aprendizagem torna-se ativo e o estudante torna-se protagonista (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011).

Sendo assim, os objetivos da metodologia devem ser expostos explicitamente aos alunos, para compreenderem a importância, o motivo e os benefícios de uma aula participativa para a sua formação escolar.

V.5. “Acho difícil e chato”

A quinta e última categoria de análise evidenciada discorre sobre uma percepção a ser considerada como possível limitação da metodologia investigativa.

Dois alunos que responderam o formulário eletrônico afirmaram que:

Aluno 1: Às vezes não dá certo, fica um pouco chato com o tempo, etc. . .

Aluno 2: As perguntas da professora são difíceis de responder.

É de nosso conhecimento que o ensino ativo demanda uma colaboração maior dos alunos, que necessitam participar da aula, responder às questões-problemas e desenvolver um pensamento crítico sobre o tema (BRITO; FIREMAN, 2018). Portanto, alguns estudantes podem não gostar desta participação e preferir o ensino passivo, considerando uma colaboração reduzida nas aulas.

Nessa perspectiva, a resolução das questões-problemas deve seguir o nivelamento do exposto em sala, somado aos conhecimentos prévios verificados no início da aula. Dessa forma, o conhecimento se torna um processo, e não um produto, e este processo tende a estimular o aluno a construir um pensamento científico (BRITO; FIREMAN, 2018), o que pode vir a ser um desafio para os estudantes e refletir em dificuldade na formação das hipóteses de resposta.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho retrata as percepções dos estudantes acerca do ensino por investigação, após vivenciarem uma aula, distribuída em cinco momentos, da disciplina de Ciências ministrada utilizando os métodos investigativos.

Dessa forma, após coletar as opiniões dos alunos por meio de um formulário eletrônico, notou-se pontos fortes da metodologia, como proporcionar melhor o entendimento da disciplina e tornar a aula divertida. Contudo, também notou-se algumas fragilidades, como dificuldade em compreender os objetivos da investigação e preferência por aulas que não utilizem a metodologia. Com base no exposto, pode-se concluir que o docente necessita estar capacitado para desempenhar uma boa investigação, atraindo os alunos para a aula e envolvendo-os com a sua realidade, visto que a identificação do estudante com o tema pode facilitar a desenvoltura do conteúdo e atrair a sua atenção, conforme foi evidenciado pela atividade realizada.

Como limitações de pesquisa, cabe ressaltar a pequena quantidade de alunos participantes e o fato de terem participado apenas um dia dos métodos investigativos.

Nessa perspectiva, o ensino por investigação consiste em um método de ensino diferenciado e potencial, contendo características essenciais para a formação qualificada dos discentes que, além de aprenderem o conteúdo teórico, desenvolvem habilidades cognitivas e pensamento crítico.

REFERÊNCIAS

AMAZONAS. Secretaria de Estado de Educação e Qualidade de Ensino do Amazonas. Departamento de Políticas e Programas Educacionais. Gerência do Ensino Fundamental Anos Finais. Cartilha de experimentos de baixo custo / SEDUC, DEPPE, GENF. Mailson Rafael dos Santos Ferreira, Edilene da Silva Souza, organizadores – Manaus: SEDUC, 2017. 47 p, p. 29-31. Disponível em:<<https://>

[//www.sabermais.am.gov.br/pagina/cartilha-de-experimentos-de-baixo-custo](http://www.sabermais.am.gov.br/pagina/cartilha-de-experimentos-de-baixo-custo)>. Acesso em: 27 ago. 21.

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. Edições 70, São Paulo, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=79601-anexo-texto-bncc-reexportado-pdf-2&category_slug=dezembro-2017-pdf&Itemid=30192> Acesso em: 26 ago. 21.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 252 p. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/boas_praticas_agua.pdf>. Acesso em: 25 de ago. 2021.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25o. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020. 183 p.: il. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2019>>. Acesso em: 11 de jul. 2021.

BRITO, Liliane Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de Ciências por Investigação: Uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. *Experiências em Ensino de Ciências*, Cuiabá, v. 13, n. 5, p. 462-479, ago. 2018. Disponível em: 9. <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID552/v13_n5_a2018.pdf>. Acesso em: 13 jul 2021.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino de Física por Investigação: Referencial teórico e as pesquisas sobre as sequências de ensino investigativas. *Ensino Em ReVista*, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 249-266, 2015. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/emrevista/index>> Acesso em: 17 jul 21.

FAUSTINO, Ana Carolina. “Como você chegou a esse resultado?": o diálogo nas aulas de matemática dos anos iniciais do Ensino Fundamental. 2018. 232f. Tese de Doutorado - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/180358>> Acesso em: 05 out. 2021.

GOIÁS. Secretaria de Estado da Saúde de Goiás. Superintendência de Vigilância em Saúde (org.). Boletim Informativo Vigilância em Saúde Ambiental. 2020. Disponível em: <https://www.saude.go.gov.br/files/boletins/informativos/ambiental/BoletimVigilanciaAmbiental_marco20.pdf> Acesso em: 10 jul 2021.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. *Abastecimento de água para consumo humano*. Belo Horizonte: UFMG, 2006. 859 p.

LIMA, Aline Souza Carvalho et al. Satisfação e percepção dos usuários dos sistemas de saneamento de municípios goianos operados pelas prefeituras. *Eng. Sanit. Ambient.*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 415-428, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522017000300415&lng=en&nrm=iso> Acesso em: 22 jul. 2021.

MARTINS, Ivanete; REIS, Maria das Graças Fernandes de Amorim dos. A influência das contribuições da metodologia de Paulo Freire para o processo de ensino aprendizagem. *Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)*, v. 4, n. 1, 31 out. 2020. Disponível em: <<https://trilhasdahistoria.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/11629>> Acesso em: 5 out. 2021.

MINAYO, Maria Cecília. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 14ª ed. São Paulo: Hucitec: 2014.

PAIVA, Roberta Fernanda da Paz de Souza; SOUZA, Marcela Fernanda da Paz de. Associação entre condições socioeconômicas, sanitárias e de atenção básica e a morbidade hospitalar por doenças de veiculação hídrica no Brasil. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 34, n. 1, e00017316, 2018. <Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2018000105003&lng=pt&nrm=iso> Acesso em: 22 jul. 2021.

RICHTER, Carlos A. *Água: Métodos e Tecnologia de Tratamento*. São Paulo, Ed. Blucher 2009.

SANTOS, Maria Luiza Cesarino; BOTTECHIA, Juliana Alves de Araújo. O Uso da Metodologia ABP no Ensino de Ciências/Química com foco no ensino aprendizagem. In: OLIVEIRA, Antonella Carvalho de. *Reflexões em Ensino de Ciências*. 3. ed. Ponta Grossa: Atena, 2018. p. 209-219. Disponível em: <<https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2018/02/E-book-Ensino-de-Ci%C3%A4ncias-Vol.-3.pdf>> Acesso em: 17 out. 2021.

SASSERON, Lúcia H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 1061–1085, 2018. DOI:10.28976/1984-2686rbpec20181831061. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833>> Acesso em: 26 ago. 2021.

SOUZA, Camylla Santos de; et al. Amebíase no contexto da emergência: análise do perfil de internações e morbimortalidade nos Estados brasileiros em 5 anos. *Rev. Soc. Bras. Clín. Méd.*, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 66-70, abr/jun. 2019. Disponível em: <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1026500>> Acesso em: 15 jul 21.

WILDER-SMITH, Annelies; FREEDMAN, David. Isolation, quarantine, social distancing and community containment: pivotal role for old-style public health measures in the novel coronavirus (2019-nCoV) outbreak. *J Travel Med*. 2020. doi: 10.1093/jtm/taaa020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32052841/>> Acesso em: 09 jul 2021.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no Ensino de Ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. Belo Horizonte, v. 13, n. 03, p. 67 – 80, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>.> Acesso em: 17 jul 21.



PERCURSO INVESTIGATIVO SOBRE A FOTOSSÍNTESE COM ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL

AN INVESTIGATIVE TEACHING ABOUT PHOTOSYNTHESIS WITH STUDENTS FROM ELEMENTARY SCHOOL

REJANEIDE ALVES MACIEL¹, DARLAN QUINTA DE BRITO², VINÍCIUS RICARDO MARQUES DE SOUZA²

¹Unidade Escolar Lustosa Sobrinho, SEED-PI

²Curso de Especialização lato sensu em Ensino de Ciências - Ciência é Dez!, Universidade de Brasília.

Resumo

Esta pesquisa teve como objetivo investigar os conhecimentos apresentados por estudantes do Ensino Fundamental II sobre a nutrição vegetal. Para tanto, desenvolveu-se a atividade investigativa, na modalidade híbrida, (AI) com 30 estudantes do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública da rede estadual, em Gilbués-PI. A parte experimental da AI envolveu a extração e a separação de pigmentos vegetais. Para obtenção dos dados, aplicou-se um questionário eletrônico antes e depois da aplicação da AI por meio da plataforma Google Forms®. Com a realização do experimento, assumiu-se que os estudantes identificaram as diferentes cores dos pigmentos, a cor verde como sendo a clorofila, bem como conseguiram aprender novos conceitos relacionados à nutrição vegetal, tidos como complexos. Com a AI proposta, foi possível não apenas inferir sobre o nível de conhecimento dos estudantes sobre nutrição vegetal, como também superar as dificuldades na aprendizagem do processo de fotossíntese e no ensino de botânica.

Palavras-chave: Atividade investigativa. Fotossíntese. Extração de pigmentos. Ensino fundamental.

Abstract

This research aimed to investigate the knowledge presented by Elementary School II students about plant nutrition. Therefore, an investigative activity was developed, in the hybrid modality, (AI) with 30 students from the 6th to the 9th year of Elementary School in a public school of the state network, in Gilbués-PI. The experimental part of AI involved the extraction and separation of plant pigments. To obtain the data, an electronic questionnaire was applied before and after the application of AI through the Google Forms® platform. With the accomplishment of the

experiment, it was assumed that the students identified the different colors of the pigments, the green color being chlorophyll, as well as they were able to learn new concepts related to plant nutrition, considered complex. With the proposed AI, it was possible not only to infer about the students' level of knowledge about plant nutrition, but also to overcome the difficulties in learning the photosynthesis process and teaching botany.

Keywords: *Investigative activity. Photosynthesis. Pigment extraction. Elementary School.*

I. INTRODUÇÃO

A falta de preparo dos professores para trabalhar os conteúdos inerentes às plantas no ensino fundamental dificulta o engajamento dos alunos no desenvolvimento das atividades propostas que, por não repercutirem no cotidiano destes, encaram-nas com desprezo e enfado, culminando, assim, com o baixo rendimento nas avaliações sobre a temática (SALATINO e BUCKERIDGE, 2016).

Nesse contexto, Salatino e Buckeridge (2016) citam o termo “cegueira botânica” para se referir ao menosprezo que a população têm em relação às plantas, porém apresentam facilidade para perceber e reconhecer os animais. Os autores apontam as consequências da negligência botânica para a manutenção da biodiversidade dos ecossistemas, e a falta de importância para as questões ambientais particularmente, a destruição dos biomas e a extinção de inúmeras espécies da flora e fauna.

O que usualmente observa-se no ensino de ciências, e em especial no tema nutrição vegetal, é uma abordagem fragmentada dos conteúdos que não permite que o estudante entenda e correlacione à nutrição autotrófica, suas funções e processos de forma integrada (BRASIL, 1998).

Neste contexto, vários equívocos e erros conceituais podem ser observados, como a frequente ideia de que se deve preservar as matas, devido ao aporte de oxigênio que elas garantem à respiração humana (BIZZO; KAWASAKI, 2000). Outra crença comum associa as plantas como agentes despoluidores, capazes eliminar os contaminantes (BIZZO; KAWASAKI, 2000). Essas afirmações indicam que a visão sobre a fotossíntese encontra-se focada nas trocas gasosas, na oposição entre fotossíntese e respiração e não no processo como um todo, reforçando ao equívoco de que apenas os animais respiram.

A fotossíntese é a base da cadeia alimentar para toda a biosfera dependente da energia solar. Ela é um dos mais importantes processos naturais, pois exerce influência na composição atmosférica, e, portanto, sobre o efeito estufa, intimamente relacionado ao clima global.

Os poucos estudos sobre o ensino de Botânica no Brasil abordam geralmente os temas de fotossíntese, nutrição mineral e reprodução vegetal. As avaliações dos modelos mentais de estudantes do Ensino Médio sobre a fotossíntese mostraram que a compreensão desse fenômeno envolve uma variedade de elementos e relações, mas nessas construções encontraram-se algumas imprecisões científicas (ALVES; KRAPAS, 2001).

Nas séries iniciais do ensino fundamental, os tópicos de nutrição vegetal estão atrelados aos conceitos funcionais das raízes, enquanto nas séries posteriores a nutrição vegetal é

abordada em tópicos isolados, denominados fotossíntese e respiração (BRASIL, 1998). No entanto, a maioria dos estudantes do Ensino Fundamental não compreende o conceito científico de nutrição autotrófica.

A fim de esclarecer esses equívocos comuns e introduzir a ideia de nutrição autotrófica, é fundamental esclarecer as funções da nutrição mineral exercidas pelas raízes e sua importância para a viabilização do processo de fotossíntese. Deste modo, presente estudo se propôs a investigar o nível de conhecimento dos estudantes do Ensino Fundamental em relação ao aprendizado de botânica, particularmente sobre a nutrição vegetal (fotossíntese) por meio de uma atividade investigativa.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

As turmas do Ensino Fundamental II (6º ao 9º ano) correspondem a um grupo de estudantes com variados níveis de habilidades cognitivas e oriundos de um contexto pandêmico, no qual os estudantes se viram isolados da escola física, dos professores e dos demais colegas. Com isso, houve uma preocupação maior em alfabetizar cientificamente os estudantes a partir de análises, observações e obtenção de novos conhecimentos em decorrência de novas situações, entendendo-se assim, que a alfabetização científica é um processo contínuo. Sasseron e Carvalho (2011) usam o termo “alfabetização científica”

[...] para designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos estudantes interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 3).

O ensino de Ciências “deve partir de atividades problematizadoras” (SASSERON; CARVALHO, 2011) e requer a adoção de planejamentos metodológicos que proporcionem um ensino que possa conduzi-los ao desenvolvimento de atitudes de caráter crítico, social, racional e objetivo (CARVALHO, 2018). Além disso, a maneira de propor atividades práticas e interdisciplinares também auxilia a aprendizagem de conceitos relativos às múltiplas faces das ciências.

O ensino por investigação é um processo por meio do qual os alunos são instigados através de um raciocínio crítico, dentre outras perspectivas, à busca pela resolução de problemas, utilizando o conhecimento científico como base para a construção do saber (CARVALHO; SASSERON, 2015). Para tanto, é preciso criar condições a fim de que o cotidiano seja problematizado em sala de aula para que novas questões sejam criadas e ferramentas para respondê-las sejam apresentadas e experimentadas (MUNFORD e LIMA, 2007; FREIRE, 2009).

Atividades experimentais podem contribuir no desenvolvimento de habilidades e competências cognitivas dos estudantes (MOREIRA; AXT, 1991; BORGES, 2002). Demczuk, Amorim e Rosa (2005) observaram que os estudantes foram capazes de relacionar aspectos morfofisiológicos com a evolução das plantas com o uso dessas atividades.

A aplicação da atividade investigativa proposta se torna relevante não apenas pela escassez de dados e pesquisas relativas ao ensino de fotossíntese, mas também por ser um tema complexo tanto pelos professores quanto pelos estudantes e que pode ser facilmente trabalhado no método investigativo por experimentação.

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo foi realizado com estudantes de uma escola pública da rede estadual do município de Gilbués-PI. Os sujeitos envolvidos foram estudantes regularmente matriculados em 4 turmas do Ensino Fundamental II (6º, 7º, 8º e 9º ano). Embora as turmas do Ensino Fundamental II possuam 50 estudantes, apenas 30 estudantes participaram antes e após a aplicação da atividade investigativa. Como o contexto das aulas durante a pandemia de Covid-19 ocorria na modalidade híbrida, não houve a participação de todos os estudantes, pois os pais ou responsáveis não se sentiram seguros para autorizar a ida dos filhos à escola.

A metodologia de ensino escolhida foi o método investigativo, para tanto aplicou-se questionário prévio e posterior à aplicação da Atividade Investigativa. O experimento escolhido para demonstração e exemplificação do processo de fotossíntese foi o de extração de pigmentos por cromatografia em papel (HARBORNE, 1973). Os dados para coleta foram realizados dentro de uma abordagem qualitativa de pesquisa (BOGDAN; BIKLEN, 1992; KUDE, 1997; LÜDKE; ANDRE, 1986) e obtidos através do formulário do Google Forms®.

A aplicação e desenvolvimento desta atividade foi realizada de forma presencial, sendo necessários 3 encontros em cada turma, cada um deles com 45 minutos de duração conforme a tabela 1.

Para verificar o grau de conhecimento assimilado pelos estudantes, após o desenvolvimento da atividade experimental, aplicou-se novamente o questionário contendo as mesmas questões utilizadas no questionário prévio.

Os dados obtidos foram organizados e considerados em seu conteúdo por meio de respostas parecidas ou diferentes nas falas observadas. Desse modo, as respostas foram categorizadas e agrupadas de acordo com suas características, disposições e ideias principais.

Para verificar se houve diferença significativa entre os grupos de respostas aos questionários prévio e posterior à AI, foram utilizadas as análises de variância (ANOVA), demonstrando a significância estatística dos resultados obtidos. Para isso, foram consideradas respostas corretas de valor 1 e incorretas de valor 0, mostradas ao longo deste trabalho. Tais análises foram realizadas por meio da "Calculadora de análise de variância (ANOVA) unilateral de dados resumidos"¹. Para indicar quais grupos eram significativamente diferentes de outros, utilizou-se teste post-hoc Tukey HSD ("Honestly Significant Difference") com intervalos de confiança de 95%.

Por se tratar de investigação envolvendo a comunidade escolar, os estudantes e pais/responsáveis responderam o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) previamente à aplicação do questionário.

¹Disponível no seguinte endereço eletrônico: <<https://www.danielsoper.com/statcalc/calculator.aspx?id=43>>. Ela realiza o teste ANOVA unilateral a partir de dados resumidos, isto é, a partir das contagens, médias e desvios padrão para cada grupo.

Aula	Procedimentos
1	<p>Os estudantes foram convidados a olhar para algumas espécies de plantas em torno da escola e observar algumas características dos órgãos vegetativos e reprodutivos vegetais, bem como a coloração das folhas das mesmas.</p> <p>Foi solicitado aos estudantes que expressassem através de portfólio o seu conhecimento prévio e, conforme o que fossem mencionando, faziam-se relações com os conceitos a serem estudados.</p> <p>Foi enfatizado a importância de se fazer análises das plantas e fazer correlação com a existência dos demais seres vivos. Discutiu-se sobre o desmatamento e uma possível extinção das espécies vegetais na Terra.</p>
2	<p>Indagou-se sobre o que mais chamou a atenção dos estudantes durante a aula de observação da semana anterior. Em seguida, foi exibido o documentário “A vida das plantas”.</p> <p>Para obter o máximo de consistência quanto ao aprendizado, foi encaminhado, via grupos de WhatsApp® dos estudantes, o questionário prévio à atividade investigativa para sondagem acerca do conhecimento dos estudantes utilizando o Google Forms®.</p>
3	<p>Para esclarecer as dúvidas inerentes às questões-problema sobre a fotossíntese, o experimento proposto foi a extração de pigmentos fotossintéticos e a separação por cromatografia papel. As questões-problema realizadas foram: Como as plantas obtêm seu alimento? Por que as plantas são verdes? Qual o papel da clorofila? A clorofila é o único pigmento encontrado nas folhas vegetais? Seria possível extrair(tirar) a cor das folhas das plantas?</p> <p>Os materiais para o desenvolvimento da atividade prática foram: folhas de <i>Tradescantia pallida</i>, pilão (socador), béquer, 10mL de álcool 96° GL, papel filtro e caneta com bocal (Figura 1). Os estudantes desenvolveram parte da AI de forma remota (questionário eletrônico) e parte em sala de aula (execução do experimento de maneira individual) (Figura 2).</p> <p>De posse dos materiais, cada aluno executou as seguintes etapas, individualmente, em sala de aula: Macerar as folhas no béquer com o pilão e posteriormente adicionar álcool; Fixar um pedaço de papel no béquer utilizando-se a caneta com o bocal para prendê-lo, permitindo que uma das suas extremidades toque o macerado de folhas com álcool por uma hora aproximadamente.</p>

Tabela 1: Os procedimentos desenvolvidas em cada uma das três aulas da sequência de ensino investigativo.
 FONTE: Elaboração própria.

III.1. Identificação da Escola

O município de Gilbués possui aproximadamente 12.000 habitantes, que vivem principalmente do comércio e da agricultura. O índice de escolarização é de 93,7%. Este percentual leva em consideração a população residente no município de 6 a 14 anos de idade matriculada no ensino regular/total (IBGE, 2010).

A Unidade Escolar atende 313 estudantes, oferta o Ensino Fundamental do 6º ao 9º ano, que funciona no período matutino com 78 estudantes. O Ensino Médio é ofertado no período vespertino com 140 estudantes e a Educação de Jovens e Adultos – EJA (Ensino Fundamental e médio) no período noturno com 105 estudantes.

O prédio está em condições razoavelmente adequadas, necessitando, no entanto, de reformas de alguns espaços físicos, como a quadra de esporte, construção de um espaço físico para um auditório e um laboratório de ciências.

Com base no Projeto Político Pedagógico da unidade escolar, constatou-se que a clientela atende, em sua maior parte, famílias de baixa renda, com pouca escolaridade, condições de

moradia precária, apresentando, singularidades socioculturais e econômicas. Os estudantes são de classe baixa, alguns inseridos em condições vulneráveis. Cerca de 40% dos estudantes residem na zona rural, tendo que se deslocar para a cidade. A maioria é filho de lavrador, de empregada doméstica ou dona de casa.

Apesar de uma gestão democrática e participativa, alguns estudantes apresentam-se desmotivados e sem interesse para com o processo ensino-aprendizagem. Isso acontece possivelmente devido ao não acompanhamento familiar, à baixa condição financeira, a não vinculação da realidade sociocultural do aluno com o currículo escolar vigente e a falta de conscientização dos pais da necessidade do ingresso do aluno na escola na idade correta. Tais fatores tem contribuindo, em larga escala, para a ocorrência de altas taxas de distorção idade/série, evasão escolar, baixo nível de desempenho acadêmico e reprovação dos estudantes.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a aplicação do experimento, foi possível que os estudantes identificassem as diferentes cores dos pigmentos, além de identificarem a cor verde como sendo a clorofila e, com isso, fizeram uma investigação do crescimento da planta, relacionando cor e crescimento e a forma com que as diferentes cores são absorvidas pelas plantas.

Após a aplicação do experimento de cromatografia em papel, os alunos expuseram os resultados obtidos individualmente e, após, socializaram-se coletivamente as análises através de discussões, indagando-se, sobretudo, sobre o papel dos pigmentos observados no processo de fotossíntese (Figura 1).



Figura 1: Materiais utilizados no experimento (a), a maceração das folhas para extração de pigmentos (b) e o resultado obtido da Cromatografia em papel (c). FONTE: Elaboração própria.

A atividade Investigativa proposta foi muito bem aceita e facilitou o estudo da fotossíntese/nutrição vegetal. Sabendo-se que a interação em equipe favorece o compartilhamento de informações entre os integrantes bem como essa troca de saberes ajuda a construir valores como a cooperação, fundamental na vida em sociedade (CARVALHO, 2010; CARVALHO 2018), infelizmente a organização dos estudantes em grupos ficou impossibilitada devido ao cenário pandêmico.

Para análise do questionário aplicado e reaplicado, dividiu-se as respostas em categorias, classificando-as em corretas e incorretas, como mostra a Tabela 2.

Os dados da Tabela 2 mostram que antes da explanação do conteúdo sobre “fotossíntese” e aplicação da atividade experimental, a quantidade de acertos às questões do formulário

Questão	Aplicação	Acertos	p
Q 1. De onde vem toda a energia que os seres vivos utilizam para realizar suas atividades?	Antes/Depois	8/16	0,035*
Q 2. O que você entende por fotossíntese?	Antes/Depois	11/18	0,073
Q 3. Como as plantas obtêm seu alimento?	Antes/Depois	7/23	0,000*
Q 4. Por que as plantas são verdes?	Antes/Depois	6/26	0,000*
Q 5. Somente as plantas verdes fazem fotossíntese?	Antes/Depois	10/22	0,002*
Q 6. A clorofila é o único pigmento encontrado nas folhas vegetais?	Antes/Depois	14/19	0,201
Q 7. Qual a função da clorofila na fotossíntese?	Antes/Depois	9/17	0,038*
Q 8. Tanto os seres autotróficos (que fabricam o próprio alimento) quanto os heterotróficos (que não produzem o próprio alimento) realizam a respiração?	Antes/Depois	12/22	0,009*
Q 9. A fotossíntese depende da luz do Sol, isso significa que nenhuma etapa deste processo pode ocorrer a noite?	Antes/Depois	9/25	0,000*
Q10. As plantas respiram durante o dia e a noite, assim como os animais?	Antes/Depois	7/29	0,000*
Q11. Seria possível extrair(tirar) a cor das folhas das plantas?	Antes/Depois	2/30	0,000*

Tabela 2: *Quantitativo e qualitativo de acertos obtidos pelos 30 estudantes na aplicação do questionário antes e após aplicação da atividade investigativa. *Verificou-se que ocorreu diferença significativa entre os grupos antes e depois quando o valor de p foi menor que 0,05.*

foi somente de 94 e após a aplicação da atividade investigativa esse número passou a ser de 247 acertos. O resultado demonstrado na Tabela 2 aponta que das onze questões aplicadas, a diferença entre os grupos de respostas aos questionários prévio e posterior à AI foi significativa em nove destas, com isso, pode-se inferir que os estudantes conseguiram assimilar corretamente o conceito sobre nutrição vegetal.

Os resultados da Tabela 2 demonstram que, com a aplicação da atividade investigativa, identificou-se indícios de aprendizagem na maioria dos estudantes participantes desta pesquisa. Dessa forma, é possível destacar que os estudantes assimilaram conceitos importantes relativos às plantas e quanto à forma de obtenção do alimento. Considera-se que este seja um resultado satisfatório com relação ao aprendizado e que estes apontam também para a relevância da abordagem investigativa em sala de aula incluindo conteúdos complexos como a fotossíntese, pois potencializa a dinâmica de aprendizagem dos estudantes, sobretudo na formação inicial destes.

A Tabela 2 aponta que, das onze questões aplicadas, não houve diferença significativa em duas delas: na questão 2, quando são investigados sobre a compreensão do termo fotossíntese, e na questão 6, quando são indagados sobre os pigmentos que existem nas plantas.

Com relação à questão 2 (Tabela 2) pode-se inferir que pelo grau de complexidade que o processo envolve e que demanda um maior tempo para que os conceitos sejam esclarecidos e contextualizados, a metodologia aplicada não favoreceu a construção do aprendizado sobre o conceito de fotossíntese. Conceituar fotossíntese não é uma tarefa fácil, em especial nas séries iniciais do ensino fundamental II, pois é considerado um conteúdo difícil tanto para ministrar quanto para os alunos assimilarem, sendo necessária a abordagem e discussão com retomada dos conceitos em mais aulas do que foram realizadas nesta atividade investigativa.

Ao fazer inferência sobre a questão 6 (Tabela 2), é possível que, embora os estudantes tenham realizado o experimento para compreender melhor sobre a existência e função exercida por cada pigmento nas plantas, a metodologia adotada não tenha sido suficiente para que, em suma, os estudantes alcançassem êxito no aprendizado relativo à proposta que a questão trazia. Com isso, percebe-se que eles reportaram-se a somente à existência e função da clorofila como único pigmento encontrado nas plantas, como apontada pela maioria dos estudantes.

Outro aspecto que deve ser considerado é o de que, conforme relatos, a maioria dos estudantes não tinham familiaridade com a temática, haja vista que ainda não haviam estudado o conteúdo ou não tinham nenhum embasamento prévio sobre o assunto.

O aprendizado relativo a essas questões poderia ser corrigido mediante a aplicação de uma nova atividade investigativa, na qual se enfatizaria melhor sobre o conceito de fotossíntese e a diferenciação de pigmentos existentes nas plantas mediante à análise (observação) detalhada da coloração das folhas e vegetais que apresentam coloração intensa, seguido de experimentos para demonstrar a ocorrência da fotossíntese e o de cromatografia em papel para separar os pigmentos e classificá-los.

Ao fazer um comparativo sobre os resultados fornecidos pelo formulário prévio à aplicação da atividade investigativa e posterior à aplicação desta, destacamos a frequência de perguntas que os estudantes mais erraram: a questão 2 que se refere à concepção por parte dos estudantes sobre o conceito de fotossíntese (Figuras 2 e 3) e a questão 7 que faz uma sondagem sobre o papel da clorofila na fotossíntese (Figuras 4 e 5). Foram consideradas as respostas de todos os 55 participantes, diferentemente dos 30 que participaram integralmente da AI, cujos dados são mostrados na Tabela 2.

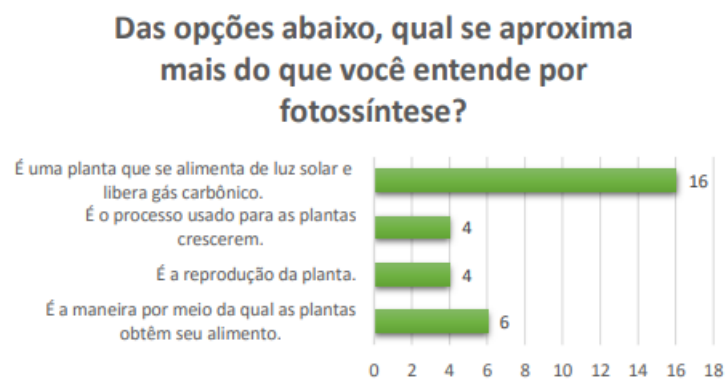


Figura 2: Respostas dos estudantes antes da aplicação da AI. FONTE: Elaboração própria.

A Figura 2 (antes da aplicação da AI) apresenta um total de 20% de acertos e a Figura 3 (depois da aplicação da AI), 60%. Esses gráficos apontam que os estudantes estão atrelados a um conceito errôneo sobre a obtenção de alimento pelas plantas, quando o aluno optou pela resposta: “é uma planta que se alimenta da luz solar e libera gás carbônico” ele considera que as plantas liberam o gás carbônico ao invés do gás oxigênio e associa a luz solar para que esse processo aconteça. Percebe-se aqui, com a porcentagem de erros com relação a essa questão que a maioria dos alunos não conseguem fazer a distinção entre os gases que estão envolvidos no processo da fotossíntese e que não conseguem relacionar a clorofila no

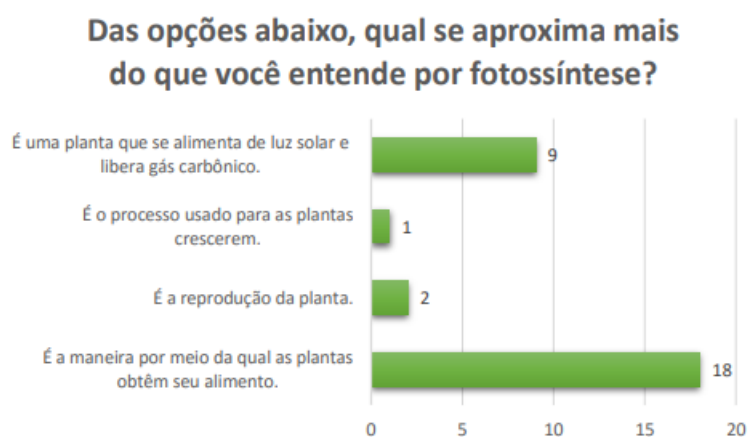


Figura 3: Respostas dos estudantes após a aplicação da IA. FONTE: Elaboração própria.

processo de captação da luz solar e a transformação desta em energia química.

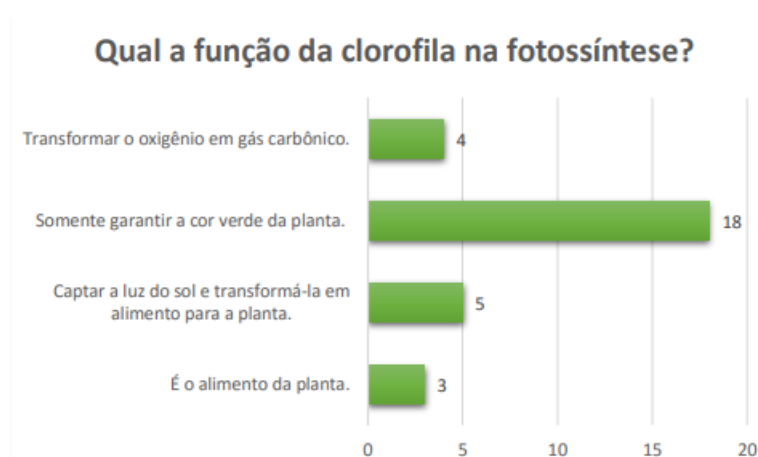


Figura 4: Respostas antes da aplicação da IA. FONTE: Elaboração própria.

Com relação à pergunta 7, a resposta tida como correta obteve 16,7% antes da aplicação (Figura 4) e após a aplicação 56,7% (Figura 5). Nesses gráficos, observa-se que antes da aplicação da atividade investigativa, os estudantes acreditavam que a clorofila tinha a função de “somente garantir a cor verde das plantas”, pois o número de estudantes que optaram por essa resposta foi considerável (60%). Com a posse desses dados, é possível inferir que, embora os estudantes correlacionassem a cor verde das folhas à existência da clorofila, eles não detinham conhecimento sobre a real função que o pigmento desempenha. Os itens a e b do Gráfico 5 são relativos à questão 11 (Tabela 2).

Na Figura 6a, é possível observar que a maioria dos estudantes tinham dúvidas (20%) ou acreditavam que não seria possível extrair a cor das folhas (77%), o gráfico aponta também que apenas 3% dos estudantes responderam que seria possível extrair a cor das folhas. Já na Figura 6b, os estudantes afirmaram (93%) de que é possível extrair os pigmentos que garantem a coloração das folhas e apenas 7% afirmaram que não seria possível. Percebe-se assim que os estudantes não tinham noção sobre a possibilidade de separar os vários pigmentos que compõem a cor existente nas folhas das plantas e que, após o experimento,

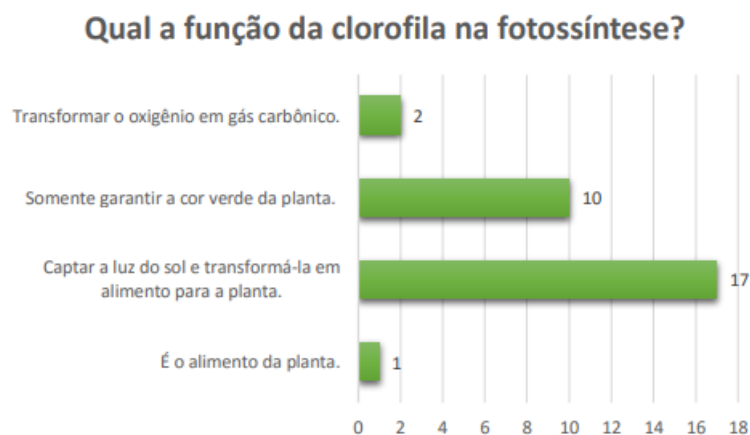


Figura 5: Respostas após a aplicação da AI. FONTE: Elaboração própria.

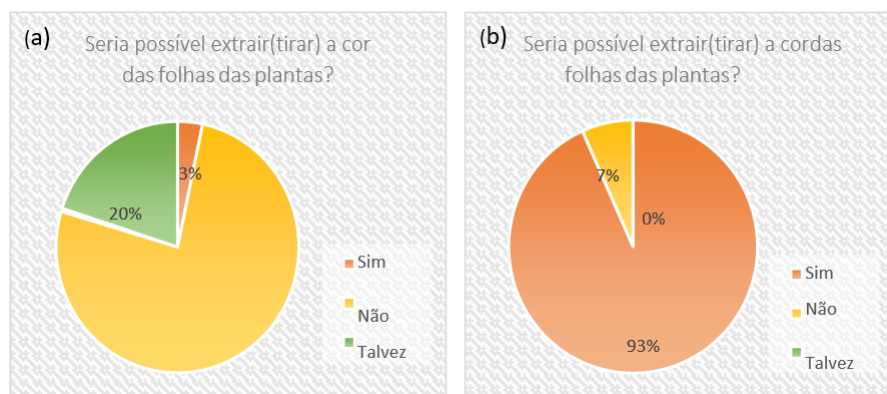


Figura 6: Percentual de respostas corretas ANTES da aplicação da AI (a); e (b) APÓS da aplicação da AI. FONTE: Elaboração própria.

foi possível esclarecer os procedimentos e métodos para esclarecer o questionamento.

Sobre a questão discursiva, destacam-se as falas transcritas do formulário na íntegra abaixo (Tabela 3). Vale lembrar que a pergunta lançada na pré e pós-atividade investigativa foi a mesma, buscando dessa forma comparar o grau de compreensão e efetividade da aplicação da AI.

Nessa questão discursiva (Tabela 3), foi possível saber do estudante o grau de importância das plantas para a manutenção da vida e como eles correlacionam o processo de nutrição das plantas e dos animais. A partir da análise das respostas, é possível inferir que a maioria dos estudantes relaciona a existência das plantas com o oxigênio necessário para a respiração dos seres vivos aeróbios, bem como a aquisição de alimento fornecido por elas.

Alguns relatos expostos no quadro nos permitem concluir que muitos estudantes têm uma visão positiva com relação aos benefícios das plantas para os seres vivos em geral, embora o objetivo da pergunta em si não fosse esse. É possível também estabelecer um grau de afinidade com as mesmas como relatam os estudantes 5 e 9. Nas respostas, encontram-se vários trechos de cunho pessoal e nota-se que muitos deles são inseguros para elaborar uma resposta coesa, recorrendo muitas vezes às fontes de pesquisa na internet para obter uma resposta, é o caso do estudante de 3, 13 e 16.

Estudante	Pré-Aplicação	Pós-Aplicação
E3	<i>Não sei</i>	<i>Haveria extinções em massa de todos os grupos de organizarmos local e globalmente.</i>
E5	<i>Tipo assim pra mim o mundo seria preto e branco porque pra as plantas são as cores do Brasil.</i>	<i>Ficaria sem cor pra mim serio muito ruim, e além do mais faltaria oxigênio.</i>
E9	<i>As pessoas não seria alegre e não teria graça na casa e eu amo planta então se não tivesse planta eu era triste</i>	<i>A terra não seria a mesma e a gente não conseguia viver nesse mundo pq faltaria oxigênio e planta importa sim.</i>
E13	<i>o aumento do calor, a interrupção do ciclo da água e a perda de sombra afetariam bilhões de pessoas e animais</i>	<i>Oxigênio iria acabar</i>
E16	<i>Não sei</i>	<i>Se as plantas deixassem de existir, os animais e os seres humanos morreriam, e somente aqueles que sobrevivem no ambiente anaeróbico iriam permanecer, até que mesmo os alimentos utilizados por eles acabariam.</i>
E22	<i>Não ia existir os seres humanos</i>	<i>Não existiria seres humanos e animais por falta de oxigênio e alimento</i>
E28	<i>Não restaria vida pois não teríamos gás oxigênio que as plantas liberam e todos os seres vivos morreriam</i>	<i>Sim pois maioria dos seres vivos precisam de gás oxigênio para sobreviver e sem as plantas não poderíamos respirar esse gás oxigênio pois elas que liberam ele na atmosfera.</i>
E30	<i>Se as plantas morrem todos os outros seres vivos morrem.</i>	<i>Se as plantas morrem todos os outros seres vivos morrem por causa do oxigênio para respirar.</i>

Tabela 3: Destaques das falas transcritas do formulário na íntegra sobre a questão discursiva: *O que você acha que aconteceria com a vida no planeta Terra caso as plantas deixassem de existir?* FONTE: *Elaboração própria.*

Com relação às respostas prévias desses estudantes, percebe-se que o estudante 3, antes da aplicação da AI, afirmou não saber o que aconteceria se caso as plantas deixassem de existir e, após a aplicação da AI, a resposta mudou, porém percebe-se que é uma resposta pronta, provavelmente copiada da internet. Por outro lado, o estudante 13 que, antes, copiou a resposta da internet e, após a AI, conseguiu elaborar uma resposta própria considerando a abordagem do experimento. Já com relação ao estudante 16, a resposta copiada da internet permaneceu. De um modo geral, os estudantes mudaram a sua resposta após a aplicação da AI (Tabela 2).

Após a aplicação da AI, os estudantes obtiveram maior interesse e despertaram a curiosidade em realizar atividades práticas interdisciplinares simples que permeiam o cotidiano deles, bem como ter reflexões críticas acerca do fenômeno da fotossíntese.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir deste estudo, foi possível mensurar o grau de afinidade que os estudantes do ensino fundamental possuem com o conteúdo relativo à fotossíntese. Os estudantes

conseguiram aprender conceitos novos relacionados à nutrição vegetal como o discernimento entre os termos autotróficos e heterotróficos, o nome dos pigmentos existentes nas folhas e os pigmentos acessórios, diferenciar a respiração que ocorre nos animais daquela que ocorre nas plantas, bem como foram capazes de compreender a importância ecológica das plantas. De um modo geral, os alunos conseguiram realizar a proposta experimental satisfatoriamente.

A aplicação do experimento de cromatografia em papel possibilitou abordar conceitos de Química com a separação de misturas, de Física com a frequência e comprimento de luz visível e da Biologia com a abordagem dos fenômenos biológicos relacionados à fotossíntese, relacionando-os com situações vivenciadas no cotidiano dos estudantes. Foi possível observar a presença de vários pigmentos acessórios além da clorofila, que participam do processo de transformação da energia solar via fotossíntese.

Quanto às concepções dos estudantes sobre a atividade investigativa e aos conceitos trabalhados, torna-se possível traçar um programa de estudos em que eles possam colocar à prova seus modelos e ideias, uma vez que os resultados desta pesquisa demonstraram um grau de dificuldade nesse sentido. Apesar disso, a atividade contribuiu para que os estudantes tenham participação ativa, além de ter proporcionado a compreensão da fotossíntese como um processo fundamental para a nutrição das plantas.

A grande maioria dos estudantes desconhecia a fotossíntese, independentemente do ano, levando a apontar as limitações do processo de ensino aprendizagem significativo em um cenário pandêmico e os desafios tanto aos professores quanto aos estudantes para o engajamento nas atividades que conduzam o estudante à Alfabetização Científica. Certamente, apostar em metodologias ativas que contemplam atividades interdisciplinares de cunho investigativo e problematizadoras, sobretudo em turmas com o diagnóstico semelhante ao desse estudo, é fator determinante para o sucesso do ensino aprendizagem de botânica nas aulas de Ciências.

VI. REFERÊNCIAS

ALVES, F.; KRAPAS, S. Modelos mentais de estudantes do Ensino Médio acerca do fenômeno da fotossíntese. Anais do I Encontro Regional de Ensino de Biologia. Niterói: UFF/SBEnBIO-Regional 02 (RJ/ES), 2001.

BENCHIMOL, M. et al. Animação: Extração de pigmentos. In: Botânica: aulas práticas. Fundação Cecierj. Consórcio CEDERJ. Diretoria de Extensão. Coordenação de Biologia, 2010. Disponível em: Acesso em: 28 mai. 2021.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais / Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC / SEF, 1998, 138 p.

BOGDAN, R. E.; BIKLEN, S. Qualitative research for education: an introduction to theory and methods. Boston: Allyn and Bacon, 1992.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. Caderno Brasileiro de

ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CALCULADORA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) - ANOVA unilateral de dados resumidos”, Disponível no seguinte endereço eletrônico: <<https://www.danielsoper.com/statcalc/calculator.aspx?id=43>>. Acesso em: 15 nov. 2021.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Coleção Ideias em Ação. ISBN: 978-85-221-1062-9.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: A. M. P. Carvalho (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula (pp. 1-20). São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. O Ensino de Física por investigação: Um Referencial Teórico e Pesquisa em Sequências de Ensino de Pesquisa. Ensino em Revista. v.22, n.2, p.249-266, jul./dez. 2015.

CENSO BRASILEIRO DE 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

DEMCZUK, O. M.; AMORIM, M.A.L.; ROSA, R.T.N. Atividade didáticas baseadas em experimentos no ensino de botânica: o relato de uma experiência. Anais do I Encontro Nacional de Ensino de Biologia e III Encontro Regional de Ensino de Biologia RJ/ES. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia, 2005.

FELIZARDO, C. T.; SILVA, A. G.; SOUZA, N. O.; PORTO, M. B. D. S. M. Uma abordagem interdisciplinar para o estudo da fotossíntese no Ensino Fundamental. Revista Educação Pública, v. 20, nº 25, 7 de julho de 2021. Disponível em: <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/25/uma-abordagem-interdisciplinar-para-o-estudo-da-fotossintese-no-ensino-fundamental>>.

FREIRE, A. M. Reformas curriculares em ciências e o ensino por investigação. In: Actas do XIII Encontro Nacional de Educação em Ciências, p. 104. Castelo Branco, PT, 2009. Harborne, J.B.; Phytochemical Methods ž A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis, Chapman and Hall: London, 1973, p. 33.

KAWASAKI, C. S.; BIZZO, N. M. Fotossíntese: um tema para o ensino de ciências? Química Nova na Escola, São Paulo, v. no 2000, n. 12, p. 24- 29, 2000.

KUDE, V.M.M. Como se faz um projeto de pesquisa qualitativa em psicologia. Psico, v. 28, n. 1, p. 9-34, 1997.

LÜDKE, M.; ANDRE, M.E.D.A. de. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: E.P.U., 1986.

MELO, E. A. et al. (2012). A aprendizagem de botânica no ensino fundamental: dificuldades e desafios. *Scientia Plena*, vol. 8, número 10. Universidade Federal de Sergipe-Se, Brasil.

MOREIRA, M. A.; O professor – pesquisador como instrumento de melhoria do Ensino de Ciências. In MOREIRA, M. A. e AXT, R. *Tópicos em Ensino de Ciências*. Porto Alegre: Ed. Sagra, 1991.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)*, Belo Horizonte , v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

SALATINO, A; BUCKERIDGE, M. "Mas de que te serve saber Botânica?". *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 30, n. 87, p. 177-196, ago. 2016.

SASSERON, L. H; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin. *Ciência e Educação*, v. 17, p. 97-114, 2011.



ATIVIDADES INVESTIGATIVAS SOBRE OS MOVIMENTOS DA TERRA E DA LUA COM ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL

INVESTIGATIVE ACTIVITIES ON THE MOVEMENTS OF THE EARTH AND THE MOON WITH HIGH SCHOOL STUDENTS

SIMONE REIS DOS SANTOS ^{*1}, MARCOS ROGÉRIO MARTINS COSTA²,
MARCELLO FERREIRA², OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO², KHALIL
OLIVEIRA PORTUGAL²

¹Escola Municipal Bela Vista – Novo Gama/GO

²Instituto de Física, Universidade de Brasília

Resumo

O aprendizado da disciplina de Ciências na educação básica, especialmente no Ensino Fundamental II, das escolas públicas, tem apresentado deficiências, como demonstrado nos resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA). Esse déficit no letramento científico tem sido refletido em teorias e em estudos já realizados como também na prática pedagógica dos professores dessa disciplina (COSTA; FERREIRA, 2021; FIALHO; MENDONÇA, 2020). Por isso, este estudo objetiva promover atividades investigativas com alunos do ensino fundamental, com ênfase nos Movimentos da Terra e da Lua. A escolha por esse conteúdo se deve a sua aplicabilidade no contexto sociocultural dos alunos e as diversas possibilidades de investigação nas práticas didático-pedagógicas, além de sua relevância científica. Metodologicamente, é um estudo de abordagem qualitativa com aplicação de estudo de caso (GIL, 2002), utilizando pesquisa documental e bibliográfica, bem como formulários eletrônicos aplicados com alunos do 8º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública do entorno do Distrito Federal após a realização de uma sequência didática. A fundamentação teórica acolhe estudos sobre o tema das fases da lua em aplicações pedagógicas (MARTINS; LANGHI, 2012; PASCHINI NETO; TOMMASIELLO, 2017; PORTO; PORTO, 2018; SILVA, 2021) e a perspectiva do método investigativo (MOREIRA, 1999) e do método de problematização para o ensino de ciência (SILVA; DELIZOICOV, 2018). Como resultado, este estudo, a partir dos dados coletados pelos formulários em duas turmas do 8º ano, corrobora os resultados do PISA de 2018 (BRASIL, 2019), considerando que houve um decréscimo do desempenho dos alunos em decorrência da defasagem na aprendizagem consequente da ausência de aulas presenciais durante a pandemia de Covid-19.

Palavras-chave: Ciências. Ensino Fundamental. Atividades investigativas. Movimentos da Terra. Movimentos da Lua.

*simonelicbio01@gmail.com

Abstract

Learning the discipline of Science in basic education, especially in the Elementary School II, in public schools, has shown deficiencies, such as demonstrated in the results of the International Student Assessment Program (PISA). This deficit in scientific literacy has been reflected in theories and studies already carried out as well as in the pedagogical practice of the teachers of this discipline (COSTA; FERREIRA, 2021; FIALHO; MENDONÇA, 2020). Therefore, this study aims to promote investigative activities with elementary school students, with emphasis on Earth and Moon Movements. The choice for this content is due to its applicability in the sociocultural context of the students and the different possibilities of investigation in didactic-pedagogical practices, in addition to its scientific relevance. Methodologically, it is a study with a qualitative approach with application of a study case study (GIL, 2002), using documental and bibliographic research, as well as electronic forms applied to students of the 8th year of Elementary School of a public school in the surroundings of the Federal District after carrying out a sequence didactic. The theoretical foundation welcomes studies on the theme of the phases of the moon in pedagogical applications (MARTINS; LANGHI, 2012; PASCHINI NETO; TOMMASIELLO, 2017; HARBOR; PORTO, 2018; SILVA, 2021) and the perspective of the investigative method (MOREIRA, 1999) and the problematization method for the science teaching (SILVA; DELIZOICOV, 2018). As a result, this study, from of the data collected by the forms in two classes of the 8th grade, corroborates the 2018 PISA results (BRASIL, 2019), considering that there was a decrease in student performance as a result of the lag in consequent learning of the absence of face-to-face classes during the pandemic of Covid-19.

Keywords: Science. Elementary School. Investigative activities. Earth Movements. Moon movements.

I. INTRODUÇÃO

Astronomia é um importante ramo da ciência que trata dos Astros, do Sistema Solar e do Universo como um todo. Considerando essa área do conhecimento, esta pesquisa analisa um dos temas abrangidos pela Astronomia aplicados ao 8o ano do Ensino Fundamental com foco nos movimentos da Terra e da Lua. O intento do estudo é extrair dados sobre o tema e correlacioná-lo com o cotidiano de forma a possibilitar o enriquecimento do processo de ensino-aprendizagem, especificamente dos alunos do Ensino Fundamental.

Nesta pesquisa, aborda-se, ainda, os últimos resultados do Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) realizado em 2018. Ressalta-se que as avaliações resultantes do PISA são embasadas nas informações do desempenho de alunos na faixa etária dos quinze anos, uma vez que se encontram no estágio de finalização do Ensino Básico. A escolha pelo PISA se deve a sua abrangência internacional – o que permite expandir os dados coletados nesta pesquisa ao se compará-los com os resultados nacionais e internacionais – e a consistência de seus dados – uma vez que o PISA é realizado desde 2000 em mais de setenta países de forma rigorosa, a qual é aperfeiçoada a cada nova edição (BRASIL, 2020, p. 1).

A problemática evidenciada por esta pesquisa questiona justamente o baixo rendimento em Ciências dos alunos demonstrado pelo PISA de 2018 (BRASIL, 2019, p. 1). Esse déficit apontado pelo exame internacional expôs a necessidade de se oferecer maior ênfase no estudo de Ciências. Mas, ressalta-se, não somente dessa área: também é preciso incentivar as áreas da matemática e da literatura. Neste estudo, a área das Ciências – em específico, da Astronomia – é explorada.

Como justificativa, ressalta-se a escassez dos recursos didáticos e humanos necessários a um aprendizado satisfatório de ciências no Ensino Fundamental, especialmente na rede pública. Isso, de modo geral, reflete em baixos índices de desempenho apresentados por recentes estudos e pesquisas educacionais no Brasil (ALVES; SOARES, 2013, p. 1). Por isso, este estudo é pertinente neste momento que além dos déficits educacionais apontados em exames como o PISA, há o cenário de pandemia de covid-19 que acelerou as desigualdades sociais e, sobretudo, educacionais.

A problemática ponderada nesta pesquisa é a seguinte: se o baixo rendimento aferido pelos alunos brasileiros – média nacional e média da Região Centro-Oeste – reflete, de fato, a realidade da comunidade escolar da rede pública municipal de Novo Gama, GO? A escolha por essa comunidade escolar se deve ao motivo do município estar localizado próximo a duas capitais, Brasília e Goiânia e, especialmente, por ter essas condições socioculturais que trazem condições para se investigar essa correlação com a média nacional e a média da Região Centro-Oeste.

Como objetivo, a pesquisa busca destacar a importância da aplicação de uma atividade de aprendizagem em ciências, focada em Astronomia e direcionada para os movimentos da Terra e movimentos e fases da Lua. A escolha por essa temática da Astronomia se deve à correlação desta área do conhecimento com o foco nos movimentos da Terra e da Lua.

A atividade de aprendizagem proposta neste estudo é predominantemente teórica, experimental e investigativa, com uso de recursos de representação das fases lunares. Para o desenvolvimento da atividade, é proposta uma sequência didática composta por quatro aulas de cinquenta minutos de duração cada uma (APÊNDICE A). Antes de apresentar a sequência didática, esta pesquisa apresenta uma revisão de literatura, de caráter narrativo, dos resultados das três últimas avaliações do PISA na disciplina de Ciências no Ensino Fundamental.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico, são apresentados os referenciais teóricos que sustentam essa pesquisa. É feita uma revisão de literatura, de caráter narrativo, não sistemático. O propósito é apontar os fundamentos que sustentam a investigação aqui proposta.

II.1. Os PCN e o Ensino de Astronomia na Educação Básica

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) apresentam conteúdos para o ensino de Astronomia nos 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental, no entanto, Sansovo; Balestra (2019, p. 1) sustentam que uma das “principais preocupações acerca do ensino da Astronomia na Educação Básica é o desaparecimento dela nos cursos de formação de professores”.

Na concepção dos PCN, os conteúdos de Astronomia são inteiramente pertinentes e básicos para uma boa aprendizagem dirigida aos alunos do Ensino Fundamental. Vejamos um resumo do conteúdo na figura 1, apresentado abaixo:

Figura 1: Conteúdos de Astronomia para o 3º e 4º Ciclos do Ensino Fundamental

3º Ciclo	4º Ciclo
<p>Duração do dia em diferentes épocas do ano; nascimento e o caso do Sol, Lua e estrelas;</p> <p>Reconhecer a natureza cíclica desses eventos e associando-os a ciclos dos seres vivos e ao calendário;</p> <p>Concepção de Universo: informações sobre cometas, planetas e satélites e outros astros do Sistema Solar;</p> <p>Constituição da Terra e das condições existentes para a presença de vida;</p> <p>Valorização dos conhecimentos de povos antigos para explicar os fenômenos celestes.</p>	<p>Identificação de corpos celestes, constelações, planetas aparentes no céu durante determinado período do ano e a distância que estão em relação a nós;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Atração gravitacional da Terra; - Estações do ano; - Teorias geocêntricas e heliocêntricas; - Estruturação da Terra; Posição da Terra.

Fonte: Adaptado de Sansovo e Balestra (2019, p. 1).

Os PCN incentiva e apoia o professor no momento de formular o conteúdo programático das atividades em sala de aula bem como estrutura e organiza toda a didática a ser aplicada nas metodologias de ensino e na avaliação de resultados. Mesmo assim, Sansovo e Balestra (2019, p. 1) indicam que concretização e a caracterização dos PCN bem como sua estrutura organizacional em ciclos é uma proposta a se constituir nas salas de aula brasileira. Isso é o caso do Ensino Fundamental:

[...] com a mudança recente nas séries escolares para nove anos de Ensino Fundamental, o 1º e o 2º Ciclos correspondem do 1º ao 5º ano (séries iniciais) e o 3º e 4º Ciclos do 6º ao 9º ano (séries finais). Esse agrupamento permite a aproximação tanto dos conteúdos quanto dos objetivos; assim, não permite fragmentação, e sim uma abordagem menos parcelada dos conhecimentos (SANSOVO; BALESTRA, 2019, p. 1).

Pode-se afirmar que, atualmente os “conteúdos do ensino de Astronomia estão alocados na área de conhecimento das Ciências Naturais, mais especificamente na disciplina de Ciências dentro do 3º e 4º ciclos” (SANSOVO; BALESTRA, 2019, p. 1).

Uma análise mais aprofundada do ensino de ciências na Educação Básica brasileira aponta que as reflexões sobre o ensino da Astronomia para esse público alvo devem ser desenvolvidas com maior frequência e qualidade nas salas de aula – o que justifica o interesse por essa temática neste estudo. Neste sentido, enfatiza-se que a “Astronomia não é uma disciplina específica dos cursos de formação de professores, sendo em poucos casos

trabalhada nos conteúdos básicos em tais cursos” (BRETONES, 1999; LANGHI; NARDI, 2010 apud SANSOVO; BALESTRA, 2019, p. 1).

II.1.1 O ensino de ciências por meio de projetos e atividades investigativas

É evidente que todo professor deve ter o cuidado e atenção ao planejar suas aulas e isso não é diferente nas aulas da disciplina de Ciências. Deve-se identificar pontos críticos na consolidação do processo ensino/aprendizagem e proceder, se possível a alterações no escopo das suas aulas. Por isso, o ensino realizado por meio de atividades investigativas e projetos podem proporcionar aos alunos, muitas habilidades cognitivas e uma maior compreensão da ciência como um todo.

Maia e Silva (2018, p. 18) têm uma formulação própria sobre o ensino através das atividades, que resumimos em:

[...] a educação escolar se estabelece numa específica de atividade do aluno – a atividade de aprendizagem –, cuja meta é a própria aprendizagem, ou seja, o objetivo é ensinar aos estudantes, as habilidades de aprenderem por si mesmos, pensando de forma autônoma. O objetivo desse processo é o estabelecimento de um conhecimento comum que permita ao aluno se tornar um sujeito crítico, reflexivo e autônomo (MAIA; SILVA, 2018, p. 18).

Do mesmo modo, o ensino por atividades investigativas é encontrado na literatura sob diversas denominações, tais como: “inquiry, aprendizagem por descoberta, resolução de problemas, projetos de aprendizagem, ensino por investigação” (ZOMPERO; LABURÚ, 2016, p. 25).

A abordagem do ensino por atividades investigativas é amplamente difundida na literatura, para os autores, “as atividades de investigação permitem promover a aprendizagem dos conteúdos conceituais, e também dos conteúdos procedimentais que envolvem a construção do conhecimento científico” (ZOMPERO; LABURÚ, 2011, p. 25). Carvalho (2019, p. 78) realizou um estudo aprofundado das Teorias Piagetianas sobre a construção do conhecimento. Nesse sentido, Jean Piaget explica que:

O mecanismo de construção do conhecimento pelos indivíduos é proposto como equilíbrio, desequilíbrio, reequilíbrio. (PIAGET, 1976), no entanto, o importante desta teoria para a organização do ensino é o entendimento que qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior [...] com base no conhecimento cotidiano, propondo problemas, questões e/ou propiciando novas situações para que os alunos resolvam (ou seja, desequilibrando-os) é que terão condições de construir novos conhecimentos (ou seja, reequilíbrio) (CARVALHO, 2019, p. 78).

Historicamente, as discussões sobre o ensino por meio de “atividades e projetos, no Brasil, datam da década de 1930 com Anísio Teixeira e Lourenço Filho, idealistas da Escola Nova” e, na década de 1960, “Paulo Freire revolucionaria o processo educativo brasileiro ao introduzir o debate político da realidade sociocultural com a educação libertadora e os chamados temas geradores” (PORTO; PORTO, 2012, p. 45).

II.2. Aprendizagens importantes sobre as fases da Lua e os movimentos da Terra

Experiências acumuladas do ensino de ciências na Educação Básica demonstram inúmeras possibilidades do professor formular atividades de aprendizagem, bastando utilizar a imaginação e os recursos didáticos que eventualmente estejam ao seu alcance. Evidentemente, o repasse dos conteúdos didáticos sobre as fases da Lua e dos movimentos da Terra é desafiador para o professor, pois este deve sempre procurar cursos de formação continuada e manter-se sempre atualizado sobre novas tecnologias e metodologias de ensino.

De acordo com Baxter (1989 apud IACHEL et al., 2008, p. 1), as “concepções alternativas de estudantes de faixa etária entre 9 e 16 anos apresenta inúmeras noções explicativas para o fenômeno de formação das fases da Lua”. Segundo o mesmo autor, essas explicações abrangem as “nuvens que cobrem parte da Lua; Planetas que provocam sombra sobre a Lua; O Sol faz sombra sobre a Lua; O planeta Terra faz sombra sobre a Lua”.

Já, a demonstração das fases da Lua são explicadas por meio da “visibilidade a partir da Terra”. Para o autor, dentre todas as respostas, “a concepção mais comum que surgiu durante sua pesquisa é a de que a Terra faz sombra sobre a Lua, provocando assim as suas fases” (BAXTER, 1989 apud IACHEL et al., 2008, p. 1).

Martins e Langhi (2012, p. 1) consideram o céu um “laboratório astronômico” e que a Astronomia também tem uma influência direta em nossas vidas, como por exemplo: estações do ano, fases da Lua, dia e noite, contagem do tempo, construção de calendários, influências nas marés, orientações para navegações, satélites e equipamentos de Global Position System (GPS). Para os autores, sob à luz da fundamentação teórica, esses exemplos tornaram os conteúdos de Astronomia significativos para o aprendizado de Ciências na Educação Básica.

O estudo desenvolvido por Martins e Langhi (2012, p. 1) objetivou demonstrar que o ensino da Astronomia não é aplicado de maneira adequada à Educação Básica, nem nos cursos de formação de professores.

Mesmo assim, é preciso ressaltar que a utilização de uma didática diferenciada pode contribuir de forma significativa para o aprendizado das fases da Lua. Por exemplo, os autores propuseram a construção de uma atividade de aprendizagem experimental que simula as fases da Lua e verifica o processo de construção dos conceitos envolvidos nesse tema por meio da elaboração de Histórias em Quadrinhos pelos próprios alunos.

Um desses modelos é uma sequência didática que proporciona um aprendizado diferente sobre o tema em relação às chamadas “aulas tradicionais”, que poderão potencializar o ensino da Astronomia apoiado nos princípios psicolinguísticos, cognitivos e da ludicidade (MARTINS; LANGHI, 2012, p. 1).

Outra opção didática para ensino das fases da Lua, de simples construção, mas não menos importante, é o Simulador do Sistema Terra/Lua demonstrado por Martins e Langhi

(2012, p. 1). 17

A demonstração do Simulador do Sistema Terra/Lua trata de um aparelho simples construído com um "aro de bordar que representa órbita que a Lua realiza em torno da Terra e por onde um a bola de isopor vazada (Lua) irá orbitar, mostrando as fases da Lua", conforme demonstrado na figura 2:

Figura 2: *Simulação do Sistema Terra/Lua*



Fonte: Reprodução de Martins e Langhi (2012, p. 1).

Nessa experimentação prática sobre os movimentos da Terra e as Fases da Lua, os alunos podem observar que:

O suporte de ferro representa o eixo de rotação da Terra, os dois suportes de madeira irão sustentar o protótipo e a lanterna fará o papel do Sol. Este modelo, mostrado na figura 2, dá suporte para o professor explicar os motivos pelos quais os eclipses não ocorrem em toda a Lua Cheia e Luz Nova, ao usar o aro inclinado, simulando a órbita lunar e a linha dos nodos. A presente discussão, porém, foca especificamente as fases da Lua, de modo que os eclipses seriam um tema para aulas posteriores (MARTINS; LANGHI, 2012, p. 1).

Darroz et al. (2012), afirmam que as fases principais da Lua se baseiam em quatro momentos, é o que chamamos de Lua Nova, Quarto Crescente, Lua Cheia e Quarto Minguante, detalhados minuciosamente pelos autores, a seguir:

Quando ao se movimentar em torno da Terra, a Lua se posiciona entre a Terra e o Sol, tem-se que os três astros estão aproximadamente num mesmo plano perpendicular à Eclíptica. Nessa posição, a face do satélite visível da Terra é pouco iluminada pelos raios solares e, portanto, a Lua é pouco visível, assim diz-se que está ocorrendo a fase da Lua-Nova. A Lua está no céu durante o dia, "nascendo" e se "pondo" aproximadamente junto com o Sol. À medida que continua a realizar seus movimentos, a Lua muda de posição em relação ao Sol e à Terra. A face voltada para o planeta começa

a ser mais iluminada pelos raios solares, tornando-se mais visível. Depois de cerca de sete dias, a Lua se posiciona em um ponto no qual a metade da sua superfície iluminada pode ser vista da Terra. É a fase Quarto-Crescente, quando a Lua aparece por volta do meio-dia e some em torno da meia-noite. Com o passar dos dias a face iluminada torna-se cada vez maior para um observador na Terra. Passados mais setes dias, aproximadamente, da fase Quarto-Crescente, todo o hemisfério iluminado está voltado para Terra e é 100% visível. É a fase da Lua Cheia, em que o astro aparece ao anoitecer e desaparece ao amanhecer. Após atingir a fase da Lua-Cheia, a face da Lua visível da Terra começa a diminuir. Passados aproximadamente 7 dias da Lua-Cheia, a Lua atinge uma posição em que somente metade do seu hemisfério pode ser visto da superfície terrestre. É a fase Quarto-Minguante, em que o satélite aparece por volta da meia-noite e desaparece em torno do meio-dia. Aproximadamente 7 dias após o Quarto-Minguante, a Lua está novamente em fase Nova e o ciclo se repete. Entretanto, à medida que ela orbita ao redor da Terra no decorrer de um mês, passa por um ciclo de fases (DARROZ et al. 2012, p. 1).

Iachel, Langhi e Scalvi, (2008 apud DARROZ et al. 2012) sustentam que, atualmente, é comum que essa interpretação do fenômeno seja feita de forma equivocada, tanto pelos alunos da Educação Básica, quanto pelos próprios professores.

Por isso, é preciso maior aprofundamento na temática, considerando tanto relações sociais e físicas no momento de explanação do conteúdo, uma vez que um fenômeno, mesmo que físico, passa pelo viés interpretativo daquele que o observa e interpreta.

No que tange aos movimentos da Terra, existem dois principais, a saber: Rotação e Translação. De acordo com Pachini Neto e Tommasciello (2017, p. 114),

É por meio desse modelo [solar] que se apresenta ao aluno que o movimento diário de leste para oeste dos astros acontece devido à rotação da Terra e que o movimento anual do Sol ocorre em decorrência da translação da Terra. Os fenômenos decorrentes desses dois movimentos terrestres são: o dia e a noite (rotação) e as estações do ano (translação), respectivamente.

Em relação ao movimento de Rotação e Translação realizado pela Terra, é correto afirmar que a rotação é o movimento que a Terra faz ao redor do seu próprio eixo com duração de 24 horas, conhecido mundialmente como dia, já a Translação é o movimento que a Terra faz ao redor do Sol, com duração aproximada de 365 dias (MELO, 2020).

A prática docente de ensino de Ciências tem deixado pontos de entendimento e desentendimentos por parte dos professores. Com isso, Negrão (2021, p. 1) defende que os professores de Ciências “têm dificuldade para trabalhar o tema dos movimentos da Terra e Clima com seus alunos”. O estudioso destaca que “as causas dessas dificuldades são duas: a complexidade do tema e a variedade de equívocos, podendo haver também erros grosseiros

cometidos pelos livros didáticos ao tratar do assunto” (NEGRÃO, 2021, p. 1).

No que diz respeito à vivência do aluno, o supracitado autor defende, ainda, que “a estreita vinculação do tema (horário, calendário, sucessão dos dias e noites, estações do ano) torna-o dos mais adequados para o estabelecimento de relações entre espaço, tempo e transformações naturais”. É nesse sentido que o estudioso ressalta que:

Associados à forma da Terra, os movimentos de rotação e translação são responsáveis pela distribuição de energia, principalmente sob forma de luz e calor, na superfície do planeta. Tal distribuição, por sua vez, determina a temperatura, as correntes atmosféricas (ventos), a evaporação e a precipitação no mundo todo. Portanto, determina o padrão climático mundial, embora regionalmente o clima seja também influenciado por outros fatores. A partir daí, pode-se estudar os seres vivos, a formação dos solos, a erosão e a formação de rochas sedimentares por causa de suas vinculações com o clima. Note-se que com essa fundamentação o professor poderá inserir no contexto planetário o estudo de seu ambiente regional (NEGRÃO, 2021, p. 1).

Assim como existem inúmeros estudos, textos, planos de aulas, didáticas e outros registros sobre as atividades de aprendizagem dos movimentos da Terra e das fases da Lua, também são encontrados inúmeros materiais de pesquisa sobre esses movimentos da Terra e sobre o clima na literatura. Por isso, o intuito deste tópico foi apresentar o tema e suas principais discussões, sem com isso fazer um levantamento exaustivo.

No próximo tópico, é apresentado um levantamento sobre o desempenho de alunos brasileiros do Ensino Fundamental que participaram do último exame do PISA, especialmente na área da disciplina de Ciências.

II.3. Impactos negativos no desempenho de alunos na disciplina de ciências

Neste tópico, são discutidos os impactos negativos no desempenho dos alunos no componente curricular de Ciência. Para isso, trazemos à luz os dados do PISA (BRASIL, 2019).

II.3.1 Aspectos gerais do PISA

De acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), os instrumentos do PISA fornecem três principais tipos de resultados: “perfil básico de conhecimento e habilidades dos estudantes”; “habilidades relacionadas a variáveis demográficas, sociais, econômicas e educacionais;” e, “tendências que acompanham o desempenho dos estudantes e monitoram os sistemas educacionais ao longo do tempo” (BRASIL, 2019).

Os indicadores que deram origem a esses três resultados foram aplicados, tanto para diretores, e também para professores e alunos do 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental das

escolas participantes. Do mesmo modo, o INEP incluiu em seu relatório sobre o último PISA de 2018, os fatores cognitivos utilizados no exame demonstrados no figura 3, abaixo:

Figura 3: *Teste cognitivos do PISA (2018).*

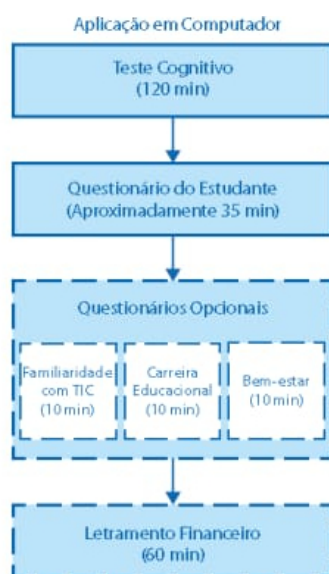
Letramento em Leitura	Definido como a capacidade de compreender, usar, avaliar, refletir sobre e envolver-se com textos, a fim de alcançar um objetivo, desenvolver conhecimento e potencial, e participar da sociedade.
Letramento em Matemática	Definido como a capacidade de formular, empregar e interpretar a matemática em uma série de contextos, o que inclui raciocinar matematicamente e utilizar conceitos, procedimentos, fatos e ferramentas matemáticos para descrever, explicar e prever fenômenos.
Letramento Científico	Definido como a capacidade de se envolver com as questões relacionadas com a ciência e com a ideia da ciência, como cidadão reflexivo. Uma pessoa letrada cientificamente está disposta a participar de discussão fundamentada sobre ciência e tecnologia, o que exige as competências para explicar fenômenos cientificamente, avaliar e planejar investigações científicas e interpretar dados e evidências cientificamente.

Fonte: Adaptado de INEP (BRASIL, 2019).

De uma forma geral, é importante questionar todos os fatores cognitivos aplicados neste último exame do PISA, no entanto, o foco desta pesquisa está no “Letramento Científico” que é nosso objeto e justificativa de estudo. No Brasil, o exame foi realizado em uma plataforma eletrônica desenvolvida por um consórcio internacional do PISA de forma que os alunos tiveram o tempo de duas horas para responder todo o questionário. Para tanto, os alunos tiveram uma hora para a avaliação de Leitura (composta por uma etapa central, núcleo da pesquisa, seguido de duas etapas de maior ou menor dificuldade) e mais uma hora para um ou dois dos demais domínios – Matemática, Ciências ou Competência Global (BRASIL, 2020).

A figura 4, apresentada a seguir, demonstra o fluxo da aplicação do PISA, da edição de 2018:

Figura 4: Fluxo da aplicação.



Fonte: Adaptado de INEP (BRASIL, 2019).

Após a divulgação dos resultados do exame, constatou-se que “os 10% dos estudantes brasileiros com pior desempenho em Ciências no PISA 2018 obtiveram média de proficiência igual a 292, e os 10% de melhor desempenho, 527” (Brasil, 2019, p. 125). Com isso, o Brasil, dentre os 79 países que participaram do PISA em 2018, encontra-se na faixa 64-67 na área de Ciências, tendo um dos piores resultados da América Latina.

Costa e Ferreira (2021, p. 373), ao analisarem os resultados do PISA de 2018, explicam que:

Salienta-se que a média do OCDE é 489 pontos, enquanto que o Brasil 22 alcançou 409 pontos. Há, então, uma diferença de mais de 15% entre a média do OCDE e a brasileira na área de Ciências. Com esse desempenho, entre os países da América Latina selecionados para fazer o comparativo (México, Chile, Uruguai, Costa Rica, Colômbia, Peru, Argentina, Panamá, Brasil, República Dominicana), o Brasil está na antepenúltima posição, estando em penúltimo Panamá (posição 75-77) e, em último, a República Dominicana (posição 78-78). Comparado com Espanha e Portugal, os quais possuem proximidade cultural com o Brasil, percebe-se que há uma diferença ainda maior, sobretudo se cotejar Brasil (posição 64-67) e Portugal (21-29) – este último, inclusive, possui uma média maior do que a do OCDE, com 492 pontos. Cotejada com os Estados Unidos, a distância entre os desempenhos é ainda maior. Os Estados Unidos, embora tenha um sistema federativo e grande extensão territorial semelhantemente ao Brasil, está na faixa 12-23. A média estadunidense é bem maior do que a portuguesa, a espanhola e da própria OCDE: 502 pontos. Além disso, o intervalo estadunidense tem maior alcance, 371-629, enquanto que o brasileiro concentra-se numa faixa menor, 292-527.

Nota-se, assim, Brasil teve uma queda significativa no ranking mundial de educação em matemática e ciências, ficando estagnado em leitura. O relatório do Pisa também apontou que o Brasil ficou entre os 10 piores desempenhos do mundo em matemática. Destaca-se que o PISA é realizado a cada triênio e o próprio INEP reconheceu o baixo desempenho dos estudantes brasileiros nesta última edição de 2018, pois, especificamente em ciências, nenhum aluno alcançou o maior índice de proficiência nesta área e, além disso, 55

Os resultados do exame apresentam condições que se associam aos rendimentos dos alunos, como por exemplo, o contexto em que os estudantes estão inseridos e seus impactos. Uma das situações levantadas é que, “quanto mais rico social, cultural e economicamente o estudante for, maiores são as oportunidades de acesso à educação e, com isso, melhor é o desempenho escolar” (BRASIL, 2019, p. 1).

O figura 5 apresenta alguns fatores e aspectos associados ao baixo desempenho dos estudantes brasileiros em relação aos outros países participantes do PISA, relacionados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE):

Figura 5: Fatores Associados ao Rendimento Estudantil do PISA 2018.

Fatores	Brasil	Países da OCDE
Pobreza	1 em cada 10 estudantes acreditam que não vão concluir o Ensino Superior.	Sem informação
Riqueza	1 em cada 25 estudantes acreditam que não vão concluir o Ensino Superior.	Sem informação
Bullying	29% dos estudantes declararam que já sofreram esse tipo de violência.	23% dos estudantes declararam que já sofreram esse tipo de violência.
Disciplina em sala de aula	41% dos estudantes afirmaram que os professores levam bastante tempo até conseguirem manter a ordem na classe.	26% dos estudantes afirmaram que os professores levam bastante tempo até conseguirem manter a ordem na classe.
Faltas	50% dos estudantes declararam terem faltado às aulas ao menos 1 dia nas últimas 2 semanas.	21% dos estudantes declararam terem faltado às aulas ao menos 1 dia nas últimas 2 semanas.

Fonte: Adaptado de INEP (BRASIL, 2019).

Como se pode observar, no que consta à incidência de bullying, a manter a disciplina em sala de aula e às faltas, os dados do contexto brasileiros estão relativamente mais altos do que os dos demais países que participam da OCDE. Com isso, de um lado, pode-se considerar um fator importante que foi deixado de fora dos resultados do PISA de 2018 é que as escolas que apresentaram os piores desempenhos são aquelas que mais sofrem com a rotatividade e escassez de professores qualificados. De outro lado, em relação ao penúltimo exame do PISA, realizado em 2015, pode-se notar uma significativa melhora nos índices de inclusão com números que passaram de 63% para 75%, havendo, assim, uma importante redução nos índices de evasão. Desse modo, a retomadas desses dados demonstram a fragilidade do letramento científico no contexto brasileiro.

II.4. O PISA no Brasil: perspectivas futuras

Diante de todo o exposto sobre os resultados do PISA de 2018 e pensando as perspectivas educacionais a longo prazo, pode-se entender que as metas e os objetivos da Educação Básica brasileira carecem de ações práticas e efetivas. Se considerarmos que o PISA está sendo aplicado no Brasil desde 2000 e os dados não são ainda satisfatórios, podemos dizer que temos, pelo menos, uma geração de brasileiros que não teve uma formação efetiva no que se refere ao letramento científico. Isso decorre, porque, como explicam Fialho Neto e Mendonça (2020, p. 19),

Em especial, no caso de Ciências, encontramos ausências de políticas para a melhoria desse ensino, desestímulo aos profissionais dessa área, sendo delegados em segundo plano, posto que a maioria das políticas públicas são para as áreas de Português e Matemática [...]. Ainda nessa área de Ciência foi possível notar uma pequena amostra de trabalhos específicos dessa área e desses, poucos que se destinam, com profundidade a analisar ações realizadas para a criação de políticas educacionais de melhorias para o ensino de ciências.

A Educação Básica brasileira necessita de propulsão que a faça decolar a um patamar mais elevado de desempenho dos nossos estudantes. Neste sentido, podemos relacionar algumas ações por parte do governo federal que busca melhorar educação brasileira como um todo. É necessário reverter o significado desses problemas, uma vez que o aumento do diálogo entre os diferentes setores pode resultar em melhorias nas políticas públicas educacionais.

A seguir, o figura 6 apresenta algumas ações do governo federal que almejam reverter o baixo desempenho dos estudantes brasileiros no último PISA:

Figura 6: Ações do MEC para mudar a realidade da educação brasileira.

Programa Nacional das Escolas Cívico-Militares	54 escolas municipais e estaduais passaram, a partir da volta às aulas de 2020, a ter um novo modelo de gestão, que será compartilhada por professores e militares aposentados. A proposta é melhorar a disciplina em sala de aula, evitando que o docente gaste tempo para começar a aplicar o conteúdo; reduzir a evasão escolar; enfrentar questões ligadas ao bullying e a todo tipo de violência; e, consequentemente, aumentar o Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb). Até 2023, serão 216 escolas nesse modelo.
Ensino Médio em Tempo Integral	A iniciativa vai ampliar a carga horária do ensino médio de 4 para, no mínimo, 7 horas diárias. A ideia é tornar o aprendizado mais atrativo e focar nas áreas de interesse dos alunos, com o chamado itinerário formativo. Isso vai permitir o aumento da oferta de vagas em tempo integral e impactar na redução da evasão escolar e da repetência. 40 mil novas vagas serão criadas em 500 escolas e mais de 263 mil serão mantidas em mais de 1000 escolas.
Novo Ensino Médio	Com carga horária ampliada de 4 para 5 horas diárias e com conteúdos adaptados à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o MEC abriu 200 mil novas vagas e mais de 1,5 milhão de estudantes continuam a ser beneficiados pelo programa, em mais de 3.500 escolas.
Educação em Prática	Programa que incentiva instituições do ensino superior a abrirem suas portas e ofertarem conteúdos, professores e espaços físicos, como laboratórios, para alunos do 6º ao 9º ano do ensino fundamental e do ensino médio aliarem a educação à prática.
Educação Conectada	Programa criado para levar internet aos estudantes e à comunidade local, conectando 100% das escolas urbanas aptas a receber conexão. Outras 8 mil escolas em áreas rurais também serão beneficiadas com a web até o fim do ano. É uma ação importante para inserir os estudantes em uma nova realidade, com mais acesso à informação.

Fonte: Adaptado de INEP (BRASIL, 2019).

Esses programas, embora cumpram um papel importante, precisam estar organizados em um plano estratégico nacional que os organize e os faça perdurar nas políticas educacionais brasileiras – as quais, não raras vezes, são voláteis e dependem de interesses contextuais. Como o ministro do Supremo Tribunal Federal Barroso (2019) propõe, para a educação básica brasileira, é necessário um plano estratégico, que seja suprapartidário:

O Brasil precisa de um plano estratégico, suprapartidário, de curto, médio e longo prazo, implementado por quadros competentes e constantes, que não estejam à mercê dos prazos e das circunstâncias da política. Não tem sido assim. Sob os três governos do Partido dos Trabalhadores, tivemos 8 ministros: Cristovam Buarque, Tarso Genro, Fernando Haddad (que ficou mais longamente, quase 7 anos). Depois da saída de Haddad, foram 5 ministros em 4 anos e meio: Aloizio Mercadante, Henrique Paim, Cid Gomes, Renato Janine Ribeiro e Aloizio Mercadante de novo. Sob o governo do Presidente Michel Temer, foram dois os ministros: Mendonça Filho e Rossieli Soares da Silva. Sob a presidência de Jair Bolsonaro, até meados de 2019, dois ministros já haviam passado pela pasta: Ricardo Vélez e Abraham Weintraub. Não há política pública que resista a esse tipo de descontinuidade. Dar verdadeira prioridade à educação há de ser o grande projeto nacional, porque educação de qualidade é a premissa para o desenvolvimento econômico, o aumento da produtividade, o aprimoramento democrático, a formação de cidadãos melhores e de pessoas mais realizadas, assim como para a paz social e a elevação ética do país (BARROSO, 2019, p. 119).

Embora o PISA seja um indicador bastante robusto, não é isento de críticas. Como criticam

Garcia et al. (2018, p. 196), “as avaliações não levam em consideração as condições de partida de cada escola, a infraestrutura, os profissionais, suas formações, entre outros”. Isso também acontecem com outros indicadores que, como ressaltam Dias Sobrinho (2003, p. 60), “em geral, são avaliações externas, somativas, orientadas para o exame de resultados, realizadas ex post e seguem prioritariamente os paradigmas objetivistas e quantitativistas”. Por isso, a longo prazo, mais do que indicadores como Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb), Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica (Saeb) e Avaliação Nacional da Alfabetização (ANA), dentre outros, é preciso ter um plano estratégico da educação básica do Brasil.

A iniciativa para isso está em curso com o Plano Nacional de Educação (PNE) para o decênio 2014/2024, instituído pela Lei nº 13.005/2014. O PNE estabeleceu 10 diretrizes que devem guiar a educação do Brasil. Só que, em decorrência da pandemia e dos cortes de gastos, esse plano está sendo desvirtuado. Pode-se dizer isso, porque, como aponta o estudo de Accioly, Costa e Coelho (2019, p. 105), embora o relatório do Ministério da Fazenda, publicado em 2018, afirme que “o PNE acompanhará o PIB possibilitando o alcance das metas, o declínio no investimento no setor educacional, iniciado em 2012, e depois estimulado pela aprovação da PEC 241 que sancionou o novo regime fiscal, não permitirá atingirmos tal meta”. Por isso, neste trabalho, trazemos à luz uma sequência didática que pode ser aplicada com poucos recursos e considerando diversos e distintos contextos educacionais e socioeconômicos.

III. CONCLUSÃO

Os objetivos dos estudos mediante a realização da atividade-investigativa conjuntamente com os alunos do 8^o ano do Ensino Fundamental, nas turmas C e D, da Escola Municipal Bela Vista, foram cumpridos. A pesquisa conseguiu fazer uma pesquisa bibliográfica e documental sobre o ensino de Ciências no que se refere aos movimentos da lua e da terra e ao letramento científico. Os resultados obtidos com o formulário divergiram das expectativas que a aplicação da sequência didática poderia realizar no caso selecionado.

Com isso, os dados coletados por este estudo confirmam o déficit no letramento científico dos estudantes brasileiros apresentados no relatório do PISA de 2015 e 2018 (BRASIL, 2019). Considera-se, ainda, que, com a pandemia de Covid-19, houve um agravamento do desempenho dos estudantes. Isso se pôde constatar com os dados do formulário, em que nenhuma questão obteve um índice de acerto maior do que 50%. A média de acerto foi de 28%, o que significa que apenas um em cada quatro dos estudantes que responderam obteve êxito em sua resposta.

É preciso esclarecer que o público que compõe a unidade escolar selecionada encontra-se nas classes sociais D e E. Por isso, a equipe gestora da unidade escolar já relatava que os alunos possuíam, em sua maioria, dificuldades de aprendizagem. Nesse sentido, os dados obtidos devem ser contextualizados, uma vez que a própria realização da sequência didática proposta e da atividade-investigativa não pode suprimir todas as barreiras, nem todas as adversidades educacionais e sociais que acompanham os estudantes que participaram do estudo.

Diante desse panorama, poderia se questionar: a pandemia só agravou ou evidenciou

ainda mais as dificuldades já existentes na educação brasileira? Oliveira (2021, p 1) defende que a pandemia apenas elevou o estágio de fragilidade em que a educação se encontrava. Por isso, a proposta de aulas remotas fez com que as casas e as famílias mais vulneráveis e suscetíveis tivessem ainda mais dificuldades, sobretudo tecnológicas e logísticas. Dificuldades tecnológicas, porque nem todos os lares possuem computadores e *smartphones* para cada aluno, menos ainda livre acesso à internet. Dificuldades logísticas, pois as escolas tiveram que se mobilizar para entregar atividades impressas para suplementar às necessidades educacionais dos estudantes que não tinham acesso à internet e conseqüentemente às plataformas digitais utilizadas para disponibilizar as aulas remotas. Portanto, houve adaptação e muito esforço por parte de educadores, professores, diretores e demais profissionais da educação para se efetivar o ensino remoto.

Como um todo, este estudo realizou uma fundamentação teórica que acolheu pesquisas sobre o tema das fases da lua em aplicações pedagógicas (MARTINS; LANGHI, 2012; PASCHINI NETO; TOMMASIELLO, 2017; PORTO; PORTO, 2018; SILVA, 2021), bem como sobre a perspectiva do método investigativo (MOREIRA, 1999) e do método de problematização para o ensino de ciência (SILVA; DELIZOICOV, 2018). Como resultado, trouxe à luz, a partir dos dados coletados pelos formulários em duas turmas do 8º ano, a confirmação do deficiente letramento científico apontado no PISA de 2018 (BRASIL, 2019). Com isso, pode-se considerar que houve um decréscimo no desempenho dos alunos em decorrência da defasagem na aprendizagem em Ciências, o que pode ser consequência da ausência de aulas presenciais durante a pandemia de Covid-19 e das condições socioeconômicas dos estudantes.

No entanto, o processo de ensino-aprendizagem realizado não alcançou o desempenho satisfatório dos educandos. Mesmo assim, o “não-dado” ou o “dado ruim” também podem ser considerados achados no âmbito da investigação científica. Consideramos que a adoção do modelo aplicado não alcançou melhorias no aprendizado dos alunos participantes. Por isso, de modo geral, os trabalhos de campo realizados por estudiosos no campo do ensino de Ciências na Educação Básica precisam ser aperfeiçoados e terem aplicações de médio e longo prazo que possam, de fato, sistematizar, reelaborar e converter esse cenário deficitário.

A situação do enunciado das questões aplicadas nos pareceu particularmente favorável à aquisição do conhecimento. Mesmo assim, o alto índice de erros nas respostas explicitou o baixo rendimento dos alunos em Astronomia, especificamente, nos Movimentos da Terra e da Lua. Nesse sentido, em aplicações futuras, será necessário revisitar esses enunciados e adequá-los aos níveis e perfis de aprendizagem das turmas. Além disso, propõe-se a adoção e o desenvolvimento de novas pesquisas utilizando outras formas e modelos específicos a fim de se obter melhores resultados e ganhos no aprendizado por parte dos alunos.

Ressalta-se que, com base no PISA, de 2015, os estudantes brasileiros não atingiram o nível 2 de proficiência em Ciências, o qual reconhece e recorre a conhecimentos científicos em sua aplicação no cotidiano; e no PISA, de 2018, nenhum aluno alcançou o maior índice. Isso demonstra que há um percurso de defasagem na aplicação dos conhecimentos científicos no cotidiano – compreendidos nos primeiros níveis do PISA – tanto quanto na aplicação mais específica desses saberes – 48 compreendidos nos níveis mais altos do PISA. É preciso, portanto, promover o conhecimento procedimental básico para identificar uma explicação científica adequada, tanto quanto incentivar a interpretar dados e identificar a questão

abordada em um projeto experimental mais elaborado.

Por atender a um público considerado de classe social D e E, a gestão da escola adaptou da melhor forma possível o aprendizado ao seu alunado, principalmente os que enfrentaram fortes dificuldades e barreiras para conseguir acompanhar as aulas online durante a pandemia. Mesmo assim, considerando o todo, no caso do público alvo deste estudo, a comunidade escolar – que vai além da equipe gestora – não refletiu estímulos e assistência ao aprendizado da maioria dos alunos, o que agravou ainda mais o processo de ensino-aprendizagem desses alunos.

Este estudo, portanto, mostrou que a vulnerabilidade nessa fase do Ensino Fundamental II, frente às fraquezas da rede pública de ensino. Só que há de se relativizar os resultados obtidos pela estratificação pequena do estudo de caso e pelas particularidades das turmas selecionadas. Entendemos, contudo, que ações necessárias deverão ser empreendidas no sentido de aplacar o déficit de aprendizado desses alunos menos favorecidos, como os da escola Bela Vista, para garantir, assim, uma mínima qualidade de vida necessária para que esses alunos sejam cidadãos na mais ampla acepção do termo.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, Marli. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/311361132_O_QUE_E_UM_ESTUDO_DE_CASO_QUALITATIVO_EM_EDUCACAO>. Acesso em: 12 mai. 2021.

ARAÚJO, M. de L. H. S.; TENÓRIO, R. M. Resultados brasileiros no Pisa e seus (des)usos. *Estudos em Avaliação Educacional*. São Paulo, v. 28, n. 68, p. 344-380, maio/ago. 2017.

_____. In FIALHO, Wanessa Cristiane G. MENDONÇA, Samuel. O PISA como indicador de aprendizagem de Ciências. (2019). Disponível em <<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/roteiro/article/view/20107/14050>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

BAXTER, J. Childrens' understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, v.11, special issue, p.502-513, 1989, In IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da lua. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*. n. 5 (2008). Disponível em <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/111>>. Acesso em: 04 jan. 2021.

BOLDARINE, R. F.; BARBOSA, R. L. L.; ANNIBAL, S. F. Tendências da produção de conhecimento em avaliação das aprendizagens no Brasil (2010-2014). *Estudos em Avaliação Educacional*. Fundação Carlos Chagas, São Paulo, v. 28, n. 67, p. 160-189, jan./abr. 2017. Disponível em: <<https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/111>>. Acesso

em: 03 maio 2017.

_____ In FIALHO, Wanessa Cristiane G. MENDONÇA, Samuel. O PISA como indicador de aprendizagem de Ciências. (2019). Disponível em <<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/roteiro/article/view/20107/14050>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

BRASIL, MEC, INEP. Programa Internacional de Avaliação de Estudantes – Pisa. (2020). Disponível em <<https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/pisa>>. Acesso em: 01 jan. 2021.

BRETONES, P. S. Disciplinas introdutórias e Astronomia nos cursos superiores do Brasil. 1998.187 f. Dissertação (mestrado em Educação) – Instituto de Geociências/Unicamp. Campinas, 1999. In MARRONE JÚNIOR, J.; TREVISAN, R. H. Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 26 n.3 (2009). Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2009v26n3p547>>. Acesso em: 01 dez. 2020.

CANDAU, Vera Maria (org.). Rumo a uma Nova Didática. 15 ed. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2003.

CARVALHO, A. M. P.; Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. (org). 1a ed. 2013 reimp. São Paulo : CENGAGE Learning, 2019

DARROZ, L. M.; PÉREZ, C. A. S.; ROSA, C. W. R. H. Propiciando aprendizagem significativa para alunos do sexto ano do ensino fundamental: um estudo sobre as fases da lua. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 13. (2012). Disponível em <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/35>> Acesso em: 12 jan. 2021.

DELIZOIVOC, Demétrio. Problemas e Problematizações. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/87874/mod_resource/content/2/Problemas_problematizacao.pdf>. Acesso em: 01 mai. 2021.

FIALHO, Wanessa Cristiane G. MENDONÇA, Samuel. O PISA como indicador de aprendizagem de Ciências. (2019). Disponível em <<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/roteiro/article/view/20107/14050>>. Acesso em: 12 nov. 2021.

GIL, Antônio Carlos, Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IACHEL, G.; LANGHI, R.; SCALVI, R. M. F. Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da lua. Revista Latino- Americana de Educação em Astronomia. n. 5 (2008). Disponível em <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/111>>. Acesso em: 01 jan. 2021.

LIMA, Ariela Batista de Souto. Astronomia no Ensino de Ciências: a construção de

uma sequência didático-pedagógica a partir da análise dos livros didáticos de Ciências. Dissertação de Mestrado Profissional – Universidade de Brasília, 2018. Disponível em <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/34066/1/2018_ArielaBatistadeSoutoLima.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2021.

LUCKESI, Cipriano Carlos. O papel da didática na formação do educador. São Paulo: Cortez, 2001.

MAIA, M. I. M. C. C.; SILVA, F. A. R. Atividades investigativas de ciências no Ensino Fundamental II. Um estudo sobre aprendizagem científica. 1a ed. Curitiba/PR: Appris. 2018.

MARRONE JÚNIOR, J.; TREVISAN, R. H. Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v. 26 n.3 (2009). Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2009v26n3p547>>. Acesso em dezembro de 2020.

MARTINS, B. A.; LANGHI, R. Uma proposta de atividade para a aprendizagem significativa sobre as fases da lua. Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, n. 14. (2012). Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/13>>. Acesso em: 01 jan. 2020.

MEC, INEP. Pisa 2018 revela baixo desempenho escolar em leitura, matemática e ciências no Brasil. (2019). Disponível em <http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/pisa-2018-revela-baixo-desempenho-escolar-em-leitura-matematica-e-ciencias-no-brasil/21206>. Acesso em: 12 dez. 2020.

MEC, BNCC. Base Nacional Comum Curricular - BNCC, (2021). Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental/ciencias-no-ensino-fundamental-anos-finais-unidades-tematicas-objetos-de-conhecimento-e-habilidades>>. Acesso em: 17 out. 2021.

MELO, L. Tarefas sobre os movimentos da Terra. (2020). Disponível em <<https://brainly.com.br/tarefa/29712243>>. Acesso em: 01 jan. 2020.

MORENO, A. C.; OLIVEIRA, E. Brasil cai em ranking mundial de educação em matemática e ciências; e fica estagnado em leitura. (2019). Disponível em <<https://g1.globo.com/educacao/noticia/2019/12/03/brasil-cai-em-ranking-mundial-de-educacao-em-matematica-e-ciencias-e-fica-estagnado-em-leitura.ghtml>>. Acesso em: 02 jan. 2021.

NEGRÃO, Oscar B. M. Movimentos da Terra e Clima. Disponível em <<https://econtents.bc.unicamp.br/inpec/index.php/cef/article/view/9164>>. Acesso em: 10 out. 2021.

OCDE. Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE. São Paulo: Fundação Santillana, (2016). In FIALHO, Wanessa Cristiane G.

MENDONÇA, Samuel. O PISA como indicador de aprendizagem de Ciências. (2019). Disponível em <<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/roteiro/article/view/20107/14050>>. Acesso em: 03 nov. 2021.

OLIVEIRA, Donieli Cruz. A Importância da Didática no Ensino Fundamental. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 06, Vol. 04, pp. 140-157, Junho de 2018. Disponível em <<http://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/didatica-no-ensino>>. Acesso em: 22 set. 2021.

OLIVEIRA, Thamires Maia Paula. Dificuldades de aprendizagem e a pandemia: agravamento ou evidenciamento da dificuldade já existente? (2021). Disponível em <<https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/1314/571>>. Acesso em: 12 out. 2021.

OSC POLITIZE. O que é o pisa e quem é responsável pelo seu desenvolvimento? (2020). DISPONÍVEL EM <<http://www.politize.com.br/pisa-educacao/>>. Acesso em: 03 jan. 2021.

PORTO, A.; PORTO, L.; Ensinar Ciências da Natureza por meio de projetos: Anos iniciais do Ensino Fundamental Regular. Belo Horizonte : Rona, 2012.

SANZOVO, D. T.; BALESTRA, J. M. A Astronomia presente no ensino de Ciências numa sala de aula. (2019). Disponível em <<https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/17/astronomia-presente-no-ensino-de-ciencias-numa-sala-de-aula>>. Acesso em: 22 dez. 2020.

SILVA, H. R. Simulação: movimento de rotação e os ritmos diários dos seres vivos. Ciência à mão. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=_simulacaomovimentoderota>. Acesso em: 25 set. 2021.

STAKE, R. E. Case Studies. In ANDRÉ, Marli. O que é um estudo de caso qualitativo em educação? Disponível em <https://publication/311361132_O_QUE_E_UM_ESTUDO_DE_CASO_QUALITATIVO_EM_EDUCACAO>. Acesso em: 23 mai. 2021.

TORRES, Wyllian. Quantas fases tem a Lua? Conheça todas elas. 2021. Disponível em <<https://canaltech.com.br/espaco/quantas-fases-tem-a-lua-conheca-todas-elas-190105/>>. Acesso em: 24 out. 2021.

TRUJILLO, Alfonso Ferrari. Metodologia da Ciência. In MARCONI LAKATOS, Técnicas de Pesquisa. 5ª ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas para as aulas de ciências: Um diálogo com a teoria da Aprendizagem Significativa. 1ª ed. – Curitiba: Appris. 2016.

_____. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. (2011). Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/epec/v13n3/1983-2117-epec-13-03-00067.pdf>>. Acesso em: 09 jan. 2021.



INVESTIGAÇÃO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS: COMO BLOQUEAR UMA ONDA ELETROMAGNÉTICA?

RESEARCH FOR SCIENCE TEACHING: HOW TO BLOCK AN
ELECTROMAGNETIC WAVE?

JOELICE FRANCISCO MAIA*¹, HENRIQUE CESAR ESTEVAN BALLESTERO^{†1},
ALESSANDRA FERREIRA ALBERNAZ^{‡1}, CARLA NEVES DO NASCIMENTO^{§1}

¹Curso de Especialização Latu Sensu em Ensino de Ciências - Ciência é Dez, Universidade de Brasília

Resumo

A presente pesquisa refere-se à teoria e à prática do ensino por investigação, e tem como temática as ondas eletromagnéticas. A metodologia foi aplicada por meio de aulas investigativas de Física que tratavam do conteúdo ondas eletromagnéticas, com atividades experimentais no Moodle da UnB (Oficina), e o público-alvo foram os alunos da 1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Médio de diversas escolas públicas do estado de Goiás. Esta aplicação teve como objetivo aperfeiçoar a prática pedagógica, possibilitando melhorar o desempenho no ensino-aprendizagem do discente. Para isso, foi realizado uma pesquisa de campo com abordagem qualitativa de natureza aplicada e de caráter exploratório. Concluímos que as atividades investigativas favorecem a construção de uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes do ensino médio em torno do assunto ondas eletromagnéticas, assunto esse presente em seu dia a dia. A fundamentação teórica foi baseada nos pressupostos de Carvalho (2013, 2018) no aspecto da abordagem por investigação, e David Ausubel com os seus fundamentos teóricos e metodológicos da prática pedagógica, e da aprendizagem significativa dos alunos.

Palavras-chave: Ensino de Ciências por investigação. Método investigativo. Teoria e prática pedagógica. Ondas eletromagnéticas.

Abstract

*joyce.maia@yahoo.com.br

†ballestero@uel.br

‡albernaz@unb.br

§carlannn@gmail.com

The present research refers to the theory and practice of teaching by investigation, and its theme is electromagnetic waves. The methodology was applied through investigative Physics classes that dealt with the content of electromagnetic waves, with experimental activities in UnB's Moodle (Workshop), and the target audience were students from the 1st, 2nd and 3rd grades of High School from several schools. public in the state of Goiás. This application aimed to improve the pedagogical practice, making it possible to improve the student's teaching-learning performance. For this, field research was carried out with a qualitative approach of an applied nature and of an exploratory nature. We conclude that investigative activities favor the construction of significant learning by high school students around the subject of electromagnetic waves, a subject that is present in their daily lives. The theoretical foundation was based on the assumptions of Carvalho (2013, 2018) in the aspect of the research approach, and David Ausubel with his theoretical and methodological foundations of pedagogical practice, and the meaningful learning of students.

Keywords: Science teaching by investigation. Investigative method. Pedagogical theory and practice. Electromagnetic waves.

I. INTRODUÇÃO

A maioria dos alunos do Ensino Médio enfrentam vários obstáculos na disciplina de Física, causando certa dificuldade no aprendizado dos estudantes a respeito os conteúdos estudados. Isso é consequência da teoria e prática de alguns professores que não conseguiram libertar-se do ensino tradicional que permeia o sistema de ensino. Acredita-se que esse paradigma deve ser superado através do ensino de ciências por investigação, cuja metodologia que propicia autonomia ao estudante a questionar, experimentar e buscar soluções para situações-problemas.

O ensino de ciências por investigação tem uma longa história com diversas mudanças e denominações. Essa metodologia surge no Estados Unidos por um professor renomado, John Dewey, a partir de alguns fatores econômicos e sociais que aconteceu no início do século XX. Em meados dos anos de 1950, o ensino investigativo é introduzido no Brasil em consequência dos reflexos da 2ª Guerra Mundial, como um método científico e posteriormente houve várias alterações no nome do método e na aplicação. Conforme Andrade (2011):

Dewey propõe a perspectiva investigativa no contexto escolar no início do século XX. A investigação para Dewey se constituía na execução do método científico em busca de uma sociedade mais democrática e do desenvolvimento social. As ideias de Dewey se constituem em um modelo de desenvolvimento muito comum no século XX em que os conhecimentos científicos proporcionariam o progresso, o desenvolvimento social, por isso ele propõe que a atividade científica fosse trabalhada na Educação Básica (ANDRADE, 2011, p. 133).

Desde o século XX, a educação vem sofrendo várias mudanças significativas, numa

perspectiva de abolir o tradicionalismo em que o professor sabe tudo, e os alunos uma caixinha de depósito de conhecimento onde depositam fórmulas, leis e conceitos. “Desta maneira, a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante” (FREIRE, 1987, p.33).

Historicamente, o século XX tornou um marco no Ensino de Ciências por Investigação pois, teve início a partir da construção de Sequências de Ensino Investigativo (SEI).

Dessa forma, a atividade desenvolvida tinha como objetivo resolver à seguinte questão-problema: “Como bloquear as ondas eletromagnéticas?”. Foram feitas as montagens interativas de um pêndulo eletrostático e uma gaiola de Faraday, com a preocupação de que os recursos propostos para a realização da atividade fossem acessíveis aos alunos. Assim, com poucos recursos pôde-se transformar uma aula teórica em uma aula prática, além de mostrar aos discentes a importância de eles serem protagonistas no modo de ver e compreender o mundo.

Portanto, foi aplicada uma oficina para alunos do ensino médio de escolas públicas utilizando o método investigativo, que realizaram atividades referentes ao conteúdo “ondas eletromagnéticas” da disciplina de Física. Os resultados e as respectivas análises propõem identificar o avanço na teoria e prática pedagógica no ensino de ciências.

Este trabalho está dividido da seguinte forma: na seção 2 apresentamos o referencial teórico, em seguida, na seção 3 abordamos a fundamentação teórica destacando a metodologia aplicada na aula investigativa; na seção 4 apresentamos os resultados e as discussões, e na seção 5 fazemos nossas considerações finais.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com Carvalho (2013, p. 2), a SEI teve como base as contribuições de Jean Piaget, biólogo que propôs ‘estágios’ de aprendizado em sua perspectiva construtivista e Lev Vigotsky que entendia o construtivismo como a interação entre sujeitos no ambiente investigado, ou seja, para ele o que valia era a interação social. Nesse sentido contribuindo na compreensão do desenvolvimento das crianças e dos jovens a partir da prática pedagógica do professor, desde o planejamento até a aplicação.

Conforme Carvalho (2013, p.11), o ensino de ciências por investigação pode-se iniciar com a questão-problema, e o aluno é instigado a levantar hipóteses e buscar soluções. Esse ensino pode ser realizado a partir de aulas experimentais e não experimentais com a mediação do professor. As aulas experimentais são aquelas que o professor geralmente disponibiliza materiais de preferência de fácil acesso para os alunos, com a utilização de laboratório ou não. Já as aulas não experimentais, são aquelas que não possuem experimentos, geralmente são utilizados textos ou figuras.

Segundo Sá *et al* (s/d), o que diferencia uma atividade investigativa de qualquer outra atividade não investigativa é a maneira da aplicação, de forma que desperta o interesse e a curiosidade dos alunos, fazendo com que se questione, busque novos conhecimentos, princípios e comportamento. A esse propósito, o presente estudo tem a perspectiva de libertar os estudantes do ensino tradicional, melhorando a prática docente e possibilitando melhor desempenho no ensino aprendizado através do conteúdo, ondas eletromagnéticas da disciplina de Física a partir do método investigativo.

Para obter bons resultados na aplicação da atividade investigativa, o professor deve ter em mãos um bom planejamento com estratégias diversificadas de forma que atendam a diversidade dos alunos. Em consequência disso, as aulas serão produtivas com interação e participação de todos os participantes. Nessa perspectiva Brito e Fireman (2018) afirmam:

Ensinar é uma atividade complexa que exige do professor, não apenas, o domínio do conteúdo conceitual que irá ensinar. Tais conhecimentos são essenciais para o processo de ensino e aprendizagem, mas, de forma isolada, circunscrito a si mesmo, esse tipo de conteúdo torna a aprendizagem um conjunto de teorizações herméticas, descontextualizadas que por não se associarem a estrutura lógica cognitiva dos alunos são facilmente esquecidos (BRITO E FIREMAN, 2018, p. 477).

De acordo com os estudos de Zômpero e Laburú (2011, p. 68), na literatura o ensino de Ciências por investigação pode ser denominado por *inquiry*, e tem uma abordagem distinta quando se trata na perspectiva de ensino. Sendo assim, esse método não possui uma receita para seguir, a abordagem possui diversos caminhos de forma que não perca a essência investigativa.

Ainda, de acordo com Brito e Fireman (2018, p. 472), aprender Ciências a partir do ensino por investigação desperta um novo olhar a ciências, pois o aprendizado do aluno não acontece através de conceituações e sim através da ação investigativa do aluno. Nessa mesma perspectiva, esse ensino proporciona a aprendizagem significativa uma vez que esse método desprende o mecanismo de decoração (Ausubel, 2003). Com isso, possibilitam os alunos serem capazes de buscar soluções e darem significados aos fenômenos.

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia do projeto de pesquisa tem como abordagem qualitativa de natureza aplicada e exploratório com pesquisa de campo, pois o pesquisador registra as atividades de campo que foram desenvolvidas (CRESWELL, 2010, p.214). Assim, a pesquisa busca analisar o aprendizado dos alunos a partir das mudanças na prática pedagógica docente, com a utilização da abordagem por investigação.

A pesquisa tem como tema as ondas eletromagnéticas, foi utilizado o método investigativo através de oficina realizado no Moodle da UnB e o público-alvo foram os alunos do Ensino Médio de escolas públicas. Para melhor conhecimento dos aspectos sociais e econômico dos participantes, no ato da inscrição foi aplicado um questionário para saber o perfil socioeconômico.

A aula foi realizada pelo Moodle da UnB do curso Ciências é 10 por meio de oficina e o público-alvo foram alunos do 1^a, 2^a e 3^a série do Ensino Médio, totalizando 96 inscritos, 27 iniciaram e 15 alunos concluíram (9 femininos e 6 masculinos). Aplicou-se na oficina a seguinte questão-problema “Como bloquear as ondas eletromagnéticas?”.

Como dito anteriormente, a aula foi realizada por meio de oficinas, realizou-se uma no

mês de abril de 2021 e a outra no mês de agosto de 2021. Assim, elas foram divididas em quatro momentos, ao invés de hora/ aulas. Sendo eles: *Google Meet*, atividades práticas, fórum interativo, mapa conceitual e relatório.

Contudo, as atividades no mês de agosto de 2021, começaram em 16 de agosto de 2021 e finalizaram-se em 25 de agosto de 2021, com 4 momentos, sendo que, foram realizadas as mesmas atividades citadas na tabela 1, respectivamente.

Tabela 1: Sequência da aplicação das atividades no mês de abril 2021.

Momentos	Datas	Atividades do Dia
1° - Problema	05 de abril de 2021 das 18h30min até 20h.	Google Meet - Momento em que vai instigar, debater e levantar questões prévias sobre o tema (ondas eletromagnéticas).
2° - Sistematização	05 de abril de 2021 à 07 de abril de 2021 até as 23h55min.	Mapa conceitual - O que são Ondas?
3° - Contextualização	06 de abril de 2021 à 08 de abril de 2021 até as 23h 55 min.	Mão na massa e atividades investigativas: Os alunos devem explorar a atividade prática "Atividade investigativa I e Atividade investigativa II" e levantar hipóteses das indagações.
4° - Avaliação	09 de abril de 2021 à 11 de abril de 2021 até 23h 55min.	- Simulação da Gaiola de Faraday: Entregar o relatório fotográfico sobre a atividade investigativa. - Fórum interativo: Os alunos deverão fazer sua participação (devem levantar hipóteses da questão problema e fazer um comentário da opinião de um dos participantes). - Materiais Complementares: O aluno deverá assistir aos vídeos, ler a apresentação em PowerPoint, resolver e formular hipóteses para as questões-problemas disponíveis no Power Point.

Fonte: Elaboração própria, 2021.

No primeiro momento houve um encontro no Google meet, levantando o conhecimento prévio dos participantes a respeito do tema. O diagnóstico foi a partir de questões prévias e debates (O que são ondas? Quais tipos de ondas você conhece? Quais as características das ondas? Quais as propriedades das ondas? O que são ondas eletromagnéticas? Como é

possível bloquear uma onda eletromagnética? Olhe ao seu redor, você consegue identificar objetos ou situações em que bloqueiam as ondas eletromagnéticas? Se você fosse bloquear as ondas eletromagnéticas, como você faria?).

Em seguida os alunos criaram um mapa conceitual (O que são ondas?), a partir das indagações e debates. Foi uma atividade individual com a mediação do professor e abordou o conceito de ondas, propriedades das ondas, características e tipos de ondas. Na sequência, os estudantes realizaram duas atividades experimentais individualmente referente a gaiola de Faraday. A atividade experimental I, foi a criação de um pêndulo eletrostático e a gaiola de Faraday, utilizando os materiais (base de madeira, papel alumínio, papel toalha, papel contact, cano PVC, linha, arame de 30 cm, parafuso, uma gaiola e alicate). Já na atividade experimental II, foi criada uma gaiola para celular, utilizando os seguintes materiais: dois celulares e papel alumínio. Ambos os experimentos, possuem os mesmos objetivos.

Posteriormente os alunos levantaram hipóteses das indagações:

1. Após esfregar o cano no papel toalha, o que aconteceu quando aproximou o cano e a bolinha de papel alumínio? Por que isso aconteceu?
2. O que aconteceu quando colocou a gaiola de metal? O que aconteceu se colocar uma gaiola de plástico? Por quê?
3. Qual outro objeto que poderia substituir o cano? E a gaiola?
4. Quais outros materiais poderiam ser substituídos dos que foram apresentados no vídeo?
5. O que aconteceu ao embrulhar o celular no papel alumínio? Por que isso aconteceu?
6. Ao invés do papel alumínio, qual outro material que poderia embrulhar o celular e iria acontecer a mesma situação?
7. O que aconteceu se embrulhar o celular com um papel? Por que isso aconteceu?
8. O que as duas aulas investigativas têm em comum?
9. Quais outras situações que são em comum a essas atividades investigativas?
10. Como foi a realização da simulação da gaiola de Faraday? Quais sugestões de modificações ou materiais alternativos?

No quarto momento, os discentes fizeram o relatório fotográfico, participaram do Fórum interativo e a sistematização do conteúdo. O relatório foi uma breve explicativas das atividades experimentais, sendo que nas duas primeiras laudas pontuaram os materiais, objetivos, métodos e conclusão. Além disso, formularam três perguntas com suas respectivas respostas que surgiram durante a realização da atividade investigativa e anexaram fotos do desenvolvimento da atividade.

No fórum interativo foi apresentado uma situação baseada no material complementar do Curso Ciências é 10 (C10) com a questão- problema “Os equipamentos tecnológicos de nosso dia a dia baseados em aplicações de ondas eletromagnéticas podem, porém, ter o

transporte de energia “barrado”. Por exemplo, vez por outra, nos deparamos com situações em que o aparelho de telefone celular fica “sem sinal” ou o rádio “perde a sintonia” da estação. Nesse sentido, como é possível bloquear uma onda eletromagnética? Os alunos responderam à questão problema e posteriormente fizeram um comentário da opinião de um dos participantes.

Para fazer a contextualização os alunos assistiram vídeos sobre os processos de eletrização (indução, contato, atrito e eletrostática), invenções de Michael Faraday e ondas eletromagnéticas, além disso teve a apresentação em PowerPoint que abordou os conceitos, tipos, elementos e as características das ondas, ressaltando a importância das ondas eletromagnéticas na nossa vida. Posteriormente os estudantes resolveram as seguintes questões disponíveis no Power point.

- O que são ondas?
- Quais os tipos de onda que existem?
- O que é onda eletromagnética?
- O que é uma blindagem eletromagnética?
- Mas por que ondas as eletromagnéticas podem se propagar tanto no vácuo como em meios materiais?
- De que maneira as ondas eletromagnéticas que afetam nossa maneira de viver?
- É possível bloquear uma onda eletromagnética? Como?
- Olhe ao seu redor, você consegue identificar objetos ou situações em que bloqueiam as ondas eletromagnéticas?
- Se você fosse bloquear as ondas eletromagnéticas, como você faria?

IV. EXPOSIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

Com o intuito de analisar a sequência didática tomou-se o carácter investigativo para analisar o desenvolvimento das atividades didáticas. Foram analisados o desenvolvimento das atividades e o aprendizado dos alunos a partir da teoria e prática utilizando o tema ondas eletromagnéticas. Serão apresentados os dados coletados de todos os momentos das aulas. Porém, para não expor os participantes serão atribuídos nomes fictícios para os alunos das oficinas, sendo que a oficina 1 serão identificados por (1A,1B,1C,1D,1E,1F,1G,1H,1I e 1J) e oficina 2 (2A, 2B, 2C, 2D e 2E).

No primeiro momento, não foi possível identificar as falas dos estudantes, pois o Google Meet não gravou. No diagnóstico estudante fizeram alguns questionamentos e comparações sobre o que são ondas e ondas eletromagnéticas. Entre eles: “professora! Onda é...essa onda está relacionada a onda do mar?”; “o sinal de celular é através onda também!”; “professora....as ondas podem ser baixas ou alta né, porque o telefone e internet

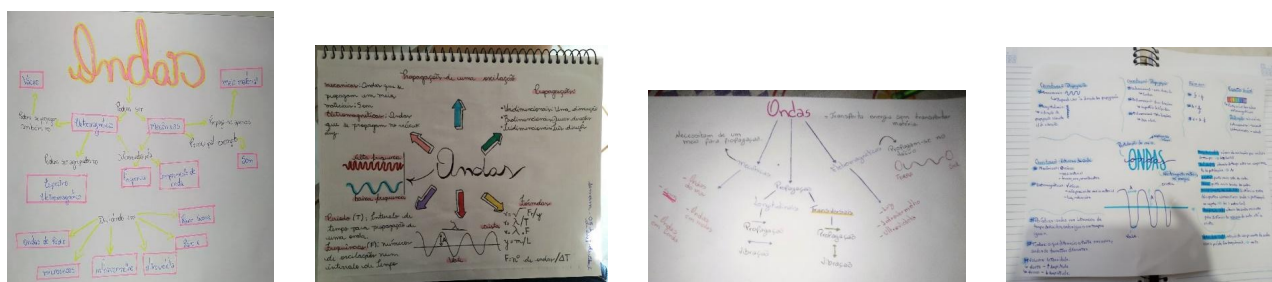
fica sem sinal em alguns lugares.”; “acho que micro-ondas, televisão, telefone possui ondas eletromagnéticas”; “eu não sei como bloquear as ondas eletromagnéticas”.

Percebe-se, apesar de algumas dúvidas, os participantes detêm algum conhecimento superficial sobre ondas, pois abordaram alguns tipos de ondas, por exemplo, ondas mecânicas e as ondas eletromagnéticas, além disso algumas características. A onda mecânica, quando fizeram a comparação com a água do mar e a onda eletromagnética quando associam o sinal de celular, televisão e internet. A característica mencionada foi a frequência, quando fizeram a comparação se a onda é alta ou baixa. Além disso os alunos abordaram os conceitos, propagações, propriedades e tipos de ondas no mapa conceitual que criaram.

De acordo com Moreira (2013, p.32), o mapa conceitual pode ser utilizado como uma ferramenta instrucional para facilitar a representação e compreensão de um determinado conteúdo, ou um instrumento avaliativo da aprendizagem. Nesse sentido, geralmente os mapas conceituais são utilizados após ter desenvolvido alguma atividade. Mas nesse caso, essa atividade foi realizada no início para fazer uma sondagem do conhecimento dos estudantes.

Primeiramente serão apresentados alguns mapas conceituais criados pelos participantes sobre “o que são ondas?”, e posteriormente os resultados.

Figura 1: Mapas conceituais dos alunos 1C, 1H, 2D e 2B.



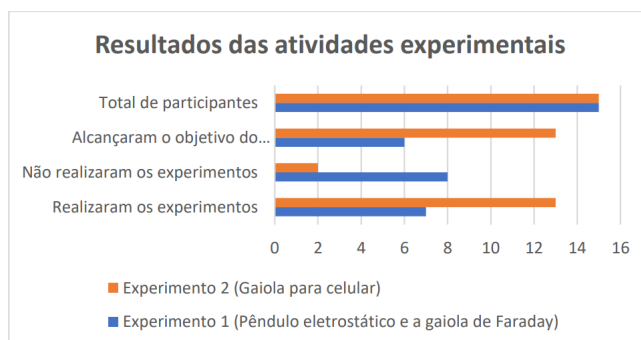
Nota-se, que dos 15 estudantes, 13 participantes apresentaram todas as características (tipos, propagações, propriedades e fórmulas) de ondas no mapa conceitual, e 2 apresentaram os tipos de ondas e propriedades os demais mencionaram as propriedades, propagações e os tipos.

Nesse sentido, na atividade de sondagem percebe-se que os alunos apresentaram procedimentos experimentais que remontam eventos presentes na história da ciência, pois apresentaram alguns elementos referente (o que são ondas?), a partir dos conhecimentos adquiridos, porém poucos expuseram as fórmulas matemáticas utilizadas.

Em relação as duas atividades experimentais, os experimentos foram distintos, mas com os mesmos objetivos “Como bloquear as ondas eletromagnéticas?”. Conforme a análise dos relatos e indagações dos estudantes, 13 alunos conseguiram montar a gaiola para celular, 7 construíram o pêndulo eletrostático e a gaiola de Faraday, contudo 3 estudantes não alcançaram o objetivo, pois enfrentaram os seguintes problemas: a falta de materiais mesmo sendo de fácil acesso e dificuldade na montagem.

A seguir será apresentado alguns relatos a respeito as atividades.

Figura 2: Resultados das atividades experimentais.



Fonte: Autores

Figura 3: Relatos dos estudantes 1B e 1G.

Resposta do questionário "Mão na Massa"

- 1- A bolinha e o cano de PVC, no início do experimento, se encontravam nulos quanto a eletrização. Ao esfregar o papel no cano, o PVC apresentou carga elétrica negativa, que ao entrar em contato com a bolinha de alumínio nula, foi capaz de atrair as cargas positivas do metal, fazendo assim a eletrização por indução.
- 2- Como a gaiola de metal é composta de um material condutor de eletricidade, a eletrização por indução aconteceu somente com o lado externo da gaiola com o cano, fazendo com que a bolinha que estava cercada pelo metal não fosse afetada pelas cargas negativas do PVC. Se fosse um material como o plástico, que não é condutor de eletricidade o efeito não aconteceria e a bolinha de metal seria atraída mesmo estando cercada.
- 3- Dentre vários materiais que podem substituir o cano estão canudos de papel, pedaços de plástico e para substituir a gaiola, pode ser usado qualquer metal condutor que nem uma caixa de alumínio, cobre ou ferro.
- 4- Desde que a gaiola e o objeto dentro da gaiola sejam feitos de metais condutores, qualquer material serve. E para substituir o cano de PVC, algum material eletrizado nulamente, como o plástico, papel e que consiga ser eletrizado.
- 5- O celular que estava dentro da caixa de papel alumínio não foi afetado pela eletricidade e nem pelas ondas eletromagnéticas transmitidas pelo outro celular, devido ao efeito da blindagem eletrostática.
- 6- Desde que seja um material condutor de eletricidade para, ao receber a carga elétrica conseguir distribuir os elétrons de forma que o objeto no interior não seja afetado, o alumínio pode ser substituído por cobre, ferro e arame.
- 7- Como o papel não é um metal condutor de eletricidade, as ondas transmitidas pelo celular continuariam chegando no outro, já que o papel não tem a capacidade de distribuir os elétrons que nem acontece com os metais.
- 8- As duas investigações apresentam em comum o objeto de estudo ser a gaiola de Faraday e a blindagem eletrostática, mesmo que nos dois vídeos os materiais sejam diferentes, ambos apresentam a demonstração do fenômeno físico.
- 9- Fenômenos que funcionam como a gaiola de Faraday no dia a dia, são aviões, carros, e materiais que sejam revestidos externamente por metais condutores, e internamente por materiais diferentes da casca.
- 10- A montagem do experimento, de acordo com a minha visão, foi bem tranquila, já que foi possível adaptar o arame por papel alumínio e o cano PVC, por um de plástico.

8. O que as duas aulas investigativas tem em comum?

As duas aulas investigativas, representam o experimento de Faraday, de formas diferentes, blindando as ondas eletromagnéticas.

9. Quais outras situações que são em comum a essas atividades investigativas?

No dia a dia temos como exemplo de blindagem eletrostática, os aviões e os carros em relação aos raios (trovões), e o micro-ondas.

10. Como foi a realização da simulação da gaiola de Faraday? Dê sugestões de modificações ou materiais alternativos.

A simulação da gaiola de Faraday foi mais complicada, pois tentei realizar com a cesta da fruteira, com uma panela (porém não teu certo pois ela não era transparente) e um forno elétrico. Por fim, fiz uma gaiola com uma tela de metal:

No experimento 1, obtive o resultado esperado, ou seja, a gaiola absorveu as ondas não deixando as mesmas passarem para seu interior. Sendo assim, ao aproximar o canudo energizado a bolinha de alumínio que se encontrava no interior da gaiola, não se movimentou.

Percebe-se que a maior parte dos estudantes apresentou o levantamento e a testagem de hipóteses em busca de soluções do problema apresentado. E assim, com a busca de soluções "Como bloquear as ondas eletromagnéticas?", os discentes perceberam situações do cotidiano que acontecem o mesmo fenômeno, por exemplo quando relacionam o interior de carro e avião com o para-raios, e o bloqueio de chamada de celular por meio de micro-ondas.

Figura 4: Relatos e fotos das atividades experimentais dos alunos 1B, 1G e 2A.

O experimento que foi realizado apresenta, de forma prática, como funciona a lei da Gaiola de Faraday. Para realizá-lo foi necessária uma bolinha de papel alumínio, um canudo de plástico, um porta-treco de metal, barbante, e um cabide. E para a filmagem foi necessária a ajuda do meu pai, já que eu não conseguia segurar e filmar ao mesmo tempo.

Nessa prática, pode-se observar como a Gaiola de Faraday funciona ao receber uma carga eletromagnética. Ao realizar a eletrização por atrito do papel com o canudo e aproximá-lo do alumínio, a bolinha é atraída pelo plástico. Porém quando é colocada o porta-treco entre o canudo e o metal, a carga eletromagnética é absorvida pela camada de alumínio da "gaiola".

Como o objetivo era a demonstração de como funciona a prática dessa lei física, ao adaptar de uma forma que fosse capaz de ser percebida até em pequenos exemplos, pode-se dizer que correu tudo certo. Contudo essa lei também está presente nas mais diversas situações, como na parte externa de metal dos veículos de transporte que funcionam como a gaiola, pois absorvem a energia recebida, enquanto a parte interna se mantém intacta.

Uma pergunta que surgiu durante a experimentação foi: se uma caixa de leite, com o interior revestido com alumínio, conseguiria funcionar como uma gaiola. Para testar a hipótese, foi recortada uma caixa de leite e dentro dela foi colocada um celular, e de fora dela foi colocado outro celular, dos quais iríamos ligar um pro outro. Depois do teste, foi possível perceber que a camada fina da caixa de leite não foi suficiente para servir como uma gaiola.

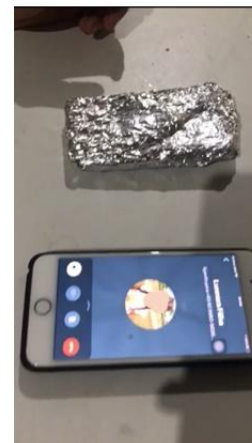
Por final, foi possível concluir que o experimento não ocorreu da forma que foi ensinada, já que foi necessário a adaptação dos materiais, entretanto os resultados foram os mesmos, ou seja, comprovaram que a lei da Gaiola de Faraday é algo real e que pode ser percebido ao nosso redor.

FOTOS DA SIMULAÇÃO:



Para fazer esse processo, eu utilizei três celulares, um para gravar, o outro para ter suas ondas bloqueadas e o outro para testar, para fazer a ligação para saber se deu certo o processo de bloquear as ondas. Além dos celulares eu utilizei também o papel alumínio, pois para fazer este processo precisaria de uma estrutura de metal para cobrir todo o aparelho, poderia ser um saco de metal, ou o papel alumínio mesmo, cobri todo o aparelho e ainda deixei uma vaga aberta, ou seja, obviamente não funcionou de primeira, cobri mais uma vez dando duas voltas de papel alumínio no aparelho sem deixar nenhuma "vaguinha" aberta que atrapalhasse o experimento, peguei o outro celular e liguei pra confirmar se realmente iria bloquear as suas ondas, e o aparelho que estava embrulhado de papel alumínio não tocou, eu fiquei surpreso, pois achei que não daria certo, e fiquei tão feliz que este experimento deu certo!

Fotos da Gaiola de Faraday bloqueando as ondas de um celular:



Em sequência, houve o Fórum interativo um instrumento crucial utilizado no desenvolvimento da oficina, uma vez que permitiu a interação entre o professor e os participantes. Tal fórum possibilitou o debate entre estudantes frente as situações experimentais apresentada a partir dos experimentos resultando numa discussão, relatando suas hipóteses, os que deram certo e como foi testado, desenvolvendo o conhecimento científico (Carvalho, 2013, p.19). Como será visto a seguir:

Figura 5: Discussão - Fórum interativo.



Ao fim da sequência didática foi feita a sistematização do processo, momento em que se faz um diagnóstico do aprendizado do aluno após a resolução do problema. Para isso, foi necessário disponibilizar um tempo na aula para os estudantes ouvirem, responderem e questionarem durante a discussão sobre o desenvolvimento das atividades. Este momento propicia a revisão do conteúdo, além disso, enriquece o conhecimento através dos relatos feitos pelo professor e estudantes (CARVALHO 2013, p.19).

De acordo com, os resultados, foi possível notar o avanço significativo no desenvolvimento do aprendizado dos alunos a cada etapa da atividade na sequência didática. Uma vez que os estudantes buscaram a solucionar a questão problema através de algumas tentativas com acertos e erros.

V. CONCLUSÃO

O ensino de ciências por investigação no ensino médio proporciona qualidade no desenvolvimento do aprendizado dos estudantes, despertando a curiosidade na busca de explicações e respostas sobre os “porquês” existentes em situações do cotidiano, uma vez que na infância são questionadores a cada instante, mas são desconstruídos com o passar do tempo no sistema de ensino tradicional. O ensino de ciências por investigação é capaz de trazer de volta o perfil questionador aos estudantes a fim de que busquem as devidas respostas.

Nesse sentido é essencial que o professor passe por uma transformação na prática pedagógica, sendo assim, essa sequência didática possibilita o aperfeiçoamento da me-

metodologia de ensino, possibilitando melhor desempenho no aprendizado dos estudantes através do conteúdo ondas eletromagnéticas da disciplina de Física, a partir das atividades experimentais expostas, mas com a mesma finalidade.

Diante das dificuldades dos estudantes nas áreas das Ciências, vale ressaltar a importância da sequência didática investigativa no ensino médio, uma vez que permite os estudantes serem questionadores, buscando a compreensão dos conteúdos. Com isso, foi possível o avanço no aprendizado dos estudantes a cada etapa da atividade e no aspecto de ensino do professor.

Dessa forma, percebe-se que os objetivos foram alcançados, pois os discentes foram capazes de compreenderem o que é onda, conseguiram identificar as propriedades de uma onda e criar instrumentos capazes de interagir com as ondas eletromagnéticas, como a Gaiola de Faraday e formular hipóteses sobre princípio de funcionamento. Nessa perspectiva, os estudantes testaram hipóteses realizando experimentos alternativos obtendo o mesmo resultado, fazendo com que os estudantes construíssem um aprendizado de modo significativo do conteúdo proposto.

Os resultados da pesquisa foram positivos, ainda que ocorrendo alguns impasses no decorrer do desenvolvimento das atividades. Devido a pandemia do COVID-19, não foi possível aplicar as aulas investigativas em uma escola, tendo de ser estendido para outras escolas. Também, houve um número considerável de evasão dos participantes na oficina, sendo assim poucos concluíram devido à falta de internet e conhecimento dos recursos do Moodle da plataforma da UnB.

Outro fator insatisfatório que afetou o desenvolvimento das atividades foi a falta de energia elétrica. Devido ao fato da primeira autora deste artigo ser moradora do Quilombo Kalunga, comunidade de difícil acesso, só era possível dar continuidade nas atividades quando deslocava da comunidade para a cidade, pois sem energia elétrica era impossível a comunicação com os participantes e até para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, G. T. B. de. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. Uma versão inicial deste trabalho foi apresentada no VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências em Florianópolis (UFSC) em 2009. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte) [online]. 2011, v. 13, n. 1 [Acessado 31 agosto 2021], pp. 121-138. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21172013130109>>.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva. 1.^a Edição PT-467- janeiro de 2003.

BRITO, L. O; FIREMAN, E. C. Ensino de Ciências por investigação: proposta didática “para além” de conteúdo conceituas. Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.5.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013a.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto; tradução Magda Lopes; 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2010. 296p.:il.; 23cm.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido, 17ª. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. V.24, n .6. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física, 2013.

SÁ, E. F, et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/vienpec/CR2/p820.pdf>. Acesso em: 10 de agosto de 2021.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciência: aspectos históricos e diferentes abordagens. Rev. Ensaio. v.13, Belo Horizonte 2011.



UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA SOBRE O EFEITO ESTUFA NO ENSINO FUNDAMENTAL

AN INVESTIGATIVE TEACHING APPROACH ABOUT THE GREENHOUSE EFFECT IN ELEMENTARY SCHOOL

EMMELLE NERIS DOS SANTOS ARAÚJO*¹, DARLAN QUINTA DE BRITO¹,
GABRIELA GONZAGA CHER², CARLA NEVES DO NASCIMENTO¹

¹Curso de Especialização Latu Sensu em Ensino de Ciências - Ciência é Dez, Universidade de Brasília

²Universidade Estadual de Londrina - UEL

Resumo

Este artigo analisa a aplicação de uma sequência de ensino investigativo sobre Efeito Estufa, visando tornar os estudantes protagonistas na construção do conhecimento científico e o professor mediador desse percurso até a alfabetização científica, além de possibilitar o desenvolvimento de competências e habilidades previstas na Base Nacional Comum Curricular. A sequência de ensino por investigação (SEI), composta por duas aulas, foi realizada nas aulas de Ciências do 9º ano, de uma escola pública, localizada em Ceilândia (Distrito Federal). Devido à pandemia Covid-19, as aulas investigativas ocorreram em ensino remoto e a aplicação da SEI foi feita com o auxílio de ferramentas digitais e a abordagem foi qualitativa do tipo translacional. A fundamentação teórica teve como base a aprendizagem significativa de Ausubel e a metodologia de ensino por investigação se baseou em Carvalho, Zompero e Laburú. A aplicação desta SEI nas aulas de Ciência atingiu plenamente os seus objetivos ao proporcionar a compreensão e a conscientização das mudanças climáticas pelos estudantes, e direcionar mudanças atitudinais individuais e coletivas que contribuem na diminuição dos gases do efeito estufa.

Palavras-chave: Ensino de Ciências por Investigação. Aprendizagem Significativa. Ensino Fundamental. Efeito Estufa.

Abstract

This present work analyzes the application of a sequence teaching by research on the Greenhouse Effect, aiming to make students protagonists in the construction of scientific knowledge and the teacher as a mediator of this path to scientific literacy, besides enabling the development of skills and abilities expected by the National Common Base curriculum. The sequences of teaching by researching, composed of two classes, was carried out in the 9th grade Science classes, in a public

*emmelleneris@gmail.com

school, located in Ceilândia (Federal District). Due to the Covid-19 pandemic, research classes took place in remote teaching and the application of sequences teaching by research was made with the help of digital tools and it was a qualitative translational approach. This study draws on a theoretical framework based on the meaningful learning of Ausubel and the teaching by researching methodology put forward by Carvalho, Zompero and Laburú. The application of this research methodology in Science classes has fully achieved its goals by providing students with understanding and awareness of climate change and directing individual and collective attitudinal changes that contribute to the reduction of greenhouse gases.

Keywords: *Teaching by Researching Methodology. Meaningful Learning. Elementary School. Greenhouse Effect.*

I. INTRODUÇÃO

Aprender é adquirir conhecimento sobre algo, interessar-se, atrair-se, desenvolver habilidades, dar significado para as coisas. Os processos de aprendizagem ocorrem sob variadas circunstâncias e são pautados em uma aprendizagem ativa, a qual corrobora com o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, diferentemente do ensino expositivo que prioriza a memorização de conceitos (BACICH; MORAN, 2018).

Nessa perspectiva, as metodologias ativas possibilitam que o estudante se torne protagonista, e o professor assuma uma postura capaz de transpor um ensino mecânico praticado em muitas instituições de ensino (CARVALHO, 2013; BACICH; MORAN, 2018).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), particularmente na área de conhecimento de Ciências Naturais para Anos Finais, propõe que as aulas sejam planejadas com base em atividades investigativas, de maneira que algumas competências e habilidades possam ser desenvolvidas nos estudantes, como: observar o mundo, fazer questionamentos, analisar problemas, planejar investigações, propor soluções, realizar experimentos, desenvolver e utilizar ferramentas digitais e participar de discussões de caráter científico (BRASIL, 2017).

Deste modo, o professor deve se apropriar das diferentes metodologias do Ensino por Investigação e adotá-las para oportunizar aulas inovadoras, nas quais os estudantes participem ativamente de cada uma das etapas de construção do conhecimento científico (CARVALHO, 2013, 2018; ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

A metodologia de Ensino por Investigação incentiva a curiosidade, a observação e a reflexão dos estudantes, buscando aperfeiçoar o caráter investigativo. No entanto, o intuito não é torná-los cientistas, já que essa abordagem se caracteriza pelo desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes (MUNFORD; LIMA, 2007; ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

Com base nos referenciais teóricos sobre a construção do conhecimento por meio das metodologias ativas (CARVALHO, 2013, 2018; ZOMPERO; LABURÚ, 2016), e teoria de aprendizagem significativa proposta por David Ausubel (MOREIRA, 2012), o presente artigo propõe-se a analisar uma sequência de ensino investigativo sobre o Efeito Estufa realizada nas aulas de Ciências do 9º ano do Ensino Fundamental. O problema da pesquisa foi o desenvolvimento da alfabetização científica no Ensino Fundamental por meio da

abordagem investigativa de um tema atual e intrinsecamente relacionado às alterações climáticas causadas pelas ações humanas (NELLES; SERRER, 2020).

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Embora o aprender aconteça de uma forma natural no ser humano, a aprendizagem significativa ocorrerá se os novos conceitos se relacionarem aos conceitos prévios de forma que esses denotem algum significado ao estudante (MOREIRA, 2012). Contudo, tanto o estudante quanto o professor ainda estão acomodados em um ensino expositivo, que dificilmente considera os saberes anteriores ou desenvolve a autonomia dos estudantes (SENNÁ et al., 2018).

O Ensino por investigação propõe que o estudante seja estimulado em todo o processo de ensino e aprendizagem, e que o professor conduza esses momentos de aprendizagem de maneira que possibilitem a reflexão sobre os conteúdos, à resolução de problemas e a tomada de decisões (CARVALHO, 2018). O professor mediador prioriza o conhecimento anterior do estudante e estimula o estudante a desenvolver o pensamento crítico, a análise reflexiva e a própria conexão com o conhecimento científico (CARVALHO, 2013).

O Ensino de Ciências por investigação é sistematizado na busca e na construção do conhecimento pelo estudante, mediado por questões-problema elaboradas pelo estudante ou pelo professor. Desse modo, ele dependerá do grau de liberdade que é ofertado pelo professor nas aulas, pois esse tem o papel de estimular a descoberta, o experimentar e a compreensão da natureza da Ciência. Em consonância com Carvalho:

[...] a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do(a) professor(a) com o grau de liberdade intelectual dado ao aluno e com a elaboração do problema. Estes dois itens são bastante importantes, pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e, sem liberdade intelectual, eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações (CARVALHO, 2018, p. 767).

O professor, com base nas concepções da BNCC atreladas à metodologia de ensino por investigação, pode mediar e estruturar as aulas de Ciências para que os estudantes alcancem a alfabetização científica.

Alfabetizar cientificamente os alunos significa oferecer condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos. Mas é preciso esclarecer que tomada de decisão consciente não é um processo simples, meramente ligado à expressão de opinião: envolve análise crítica de uma situação, o que pode resultar, pensando em Ciências, em um processo de investigação (SASSERON, 2013, p. 45).

Conforme Munford e Lima (2007), a escola deve promover a aprendizagem de um conhecimento científico já consolidado, enquanto o objetivo da ciência acadêmica é a produção de novos conhecimentos científicos.

No processo investigativo, o estudante deve ser o centro da aprendizagem, deve buscar por soluções para os problemas propostos e se sentir confrontado a ter uma mudança de postura. Assim, “a proposição de atividades investigativas tem por finalidade permitir também a atribuição de significados pelo aluno ao conteúdo desenvolvido, levando-o à aprendizagem” (ZOMPERO; LABURÚ, 2016, p. 37).

Sendo assim, o Efeito Estufa, no âmbito da metodologia de Ensino por Investigação, foi planejado com o objetivo de desenvolver a aprendizagem significativa nos estudantes, compreendendo os mecanismos desse fenômeno e percebendo o seu papel transformador na escolha diária de opções mais sustentáveis.

As mudanças climáticas têm sido intensificadas devido ao aumento significativo da produção industrial e dos altos índices de emissões de dióxido de carbono (A FÍSICA, 2020). Logo, as consequências do aquecimento global não são as mesmas em todo lugar – impactando povos e comunidades de diferentes regiões do mundo (NELLES; SERRER, 2018).

Na mesma direção, o último relatório do Painel Internacional de Mudanças Climáticas (IPCC) destacou que os impactos das mudanças climáticas serão mais intensos, caso não sejam adotadas políticas de diminuição de emissão de gases efeito estufa pelos países (A FÍSICA, 2020). Por esse motivo, o estudante deve se apoderar dos fenômenos físicos e químicos envolvidos no Efeito Estufa e conhecer os seus impactos ambientais, econômicos e sociais.

Nesta perspectiva, a BNCC propõe para o Ensino Fundamental - Anos Finais - que o conteúdo Efeito Estufa seja tratado especificamente no 7º Ano. Considerando a relevância e o caráter interdisciplinar do tema, ele pode ser trabalhado ao longo de todas as séries de Anos Finais. Conforme a BNCC (BRASIL, 2017):

[...] à medida que se aproxima a conclusão do Ensino Fundamental, os alunos são capazes de estabelecer relações ainda mais profundas entre a ciência, a natureza, a tecnologia e a sociedade, o que significa lançar mão do conhecimento científico e tecnológico para compreender os fenômenos e conhecer o mundo, o ambiente, a dinâmica da natureza. Além disso, é fundamental que tenham condições de ser protagonistas na escolha de posicionamentos que valorizem as experiências pessoais e coletivas [...] (BRASIL, 2017, p. 345).

A BNCC (BRASIL, 2017) apresenta como temática a Terra e Universo, abordando a composição do ar, o Efeito Estufa e a camada de ozônio e sugere que algumas habilidades

cognitivas e atitudinais relacionadas à temática sejam desenvolvidas.

III. METODOLOGIA

A aplicação da Sequência de Ensino Investigativo (SEI) foi realizada em um Centro de Ensino Fundamental da rede pública localizado na Região Administrativa de Ceilândia – Distrito Federal. A unidade escolar possui uma boa infraestrutura, com salas de aula amplas, sala de multimídias e de informática e quadra coberta, no entanto, não há uma sala ou laboratório de ciências.

A coleta e a análise dos dados foram obtidas por meio da observação das aulas investigativas, de formulários sobre o público-alvo e de relatos dos próprios estudantes participantes. Todos os participantes (estudantes, via responsáveis, e corpo diretivo escolar) assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), no qual foram apresentados os objetivos, os métodos da pesquisa e a natureza das participações.

Na tabela 1, são descritos os processos metodológicos empregados na obtenção dos dados de pesquisa.

Tabela 1: *Processos metodológicos*

Abordagem	Qualitativa
Método	Descritivo exploratório
Técnica	Pesquisa de Campo

Fonte: Elaboração da própria autora, 2021.

A abordagem da metodologia investigativa foi realizada pela professora regente das turmas de 9º ano, por meio de aulas síncronas e assíncronas, no período de distanciamento social estabelecido pelo governo do DF, decorrente da pandemia do Covid-19.

As aulas investigativas foram aplicadas para todas as seis turmas de nonos anos da escola. Em 2021, foram matriculados 902 alunos na unidade escolar, sendo 192 matrículas efetivadas nas seis turmas referentes ao público-alvo. Cada uma das turmas possuía cerca de 30 a 35 alunos. No entanto, 10 estudantes optaram pelo material impresso por não terem acesso à internet. As atividades impressas não foram consideradas para a coleta de dados deste estudo.

Com relação à faixa etária do público-alvo, a maioria dos estudantes (72%) estava na idade prevista para o 9º ano (14 anos), conforme a BNCC (BRASIL, 2017). Aproximadamente 18% dos estudantes tinham a faixa etária entre 15 e 18, e 10% deles tinham 13 anos.

As aulas investigativas foram aplicadas com auxílio de ferramentas digitais (tabela 2), e a aplicação foi prevista para o período da Semana de Conscientização do Uso Sustentável da Água, a qual está disposta na Lei Distrital nº 5.243/2013.

A partir da observação e da análise das aulas investigativas, verificou-se a eficácia da metodologia de Ensino por Investigação no desenvolvimento de competências e habilidades esperadas, em conformidade com a BNCC.

Por meio de formulários aplicados previamente e posteriormente às aulas investigativas, foram gerados gráficos e tabelas para a análise dos dados. Os estudantes serão identificados pelos códigos E1, E2, E3 e E4, porém o mesmo código pode se referir a indivíduos diferentes.

III.1. Aulas Sobre o Efeito Estufa

As aulas investigativas sobre o Efeito Estufa ocorreram em duas aulas síncronas de 60 minutos cada. Elas foram intituladas de “A maior Crise Ambiental do nosso tempo”, considerando que as emissões de gases do efeito estufa intensificam o aquecimento global, com impactos irreversíveis aos ecossistemas.

Quanto aos objetivos da SEI, destacam-se: i. mapear e discutir como este fenômeno ocorre de maneira natural e como foi intensificado em decorrência das ações antrópicas após a Revolução Industrial; ii. associar o Efeito Estufa ao aquecimento global e às mudanças climáticas; iii. relacionar alguns hábitos de consumo à intensificação e à minimização da emissão de gases do Efeito Estufa.

III.1.1 Primeira Aula

Previamente à aula, foi realizada a divulgação por meio de um cartaz, na plataforma Google Classroom. Foi proposto um questionamento instigante e inserido figuras que remetiam ao fenômeno para aguçar a curiosidade dos estudantes. Os estudantes foram avisados sobre a aplicação da metodologia investigativa, porém não sabiam sobre qual assunto seria estudado. Assim, uma parte da aula foi baseada em questionamentos para que os estudantes investigassem, deduzissem e chegassem à resposta sobre a temática que estava sendo abordada.

Na aula, via Google Meet, foram apresentados alguns questionamentos, imagens e gráficos, por meio de slides produzidos no Design Canva (tabela 2) e fomentada a interação discursiva entre os estudantes, por meio de áudio e do chat.

A professora mediou a atividade e os orientou a evitar fazer qualquer tipo de pesquisa, para que eles mantessem o foco na atividade, na descoberta do fenômeno a ser estudado. A partir desse momento, foi feito o levantamento de concepções prévias dos estudantes.

Para impulsionar o debate entre os estudantes, algumas questões norteadoras foram apresentadas (tabela 6). Considerou-se o conhecimento dos estudantes sobre o fenômeno, a interpretação das concepções deles por meio da mídia e os principais fatores que contribuem para a intensificação do Efeito Estufa.

III.1.2 Segunda Aula

Foi proposta a construção de um mapa mental a partir dos conhecimentos levantados na primeira aula pelos estudantes. Eles foram capazes de editar simultaneamente, de forma online, o mesmo documento por meio da ferramenta digital Jamboard.

Novamente algumas questões foram levantadas para motivar a configuração do mapa mental: (a) O que é o Efeito Estufa? (b) Qual a importância deste fenômeno para a vida na Terra? (c) Sendo o Efeito Estufa um fenômeno natural, como ele acelera o aquecimento global? (d) Por que ele foi intensificado após a Revolução Industrial? (e) Como podemos minimizar os impactos do aumento do Efeito Estufa?

A professora estimulou o debate entre eles à medida que eram acrescentadas as ideias e informações no mapa mental. Assim, os estudantes eram estimulados a analisar e refletir sobre a veracidade científica daquelas informações.

Ao final dessa atividade, os estudantes respondiam uma avaliação sobre as aulas investigativas. Eles responderam questões abertas, no formulário elaborado no Google Forms, sobre a temática. Além disso, eles utilizaram a ferramenta digital PHET para simular o Efeito Estufa (tabela 2).

Ao final da segunda aula, foi postado, na plataforma Google Classroom, o formulário de verificação de aprendizagem com questões abertas sobre o Efeito Estufa. Após a análise, verificou-se a compreensão deles sobre as atividades investigativas.

Para verificar a participação, o desempenho e a aprendizagem do estudante, foi elaborada uma matriz avaliativa composta por alguns critérios, como: (a) Soube trabalhar em grupo, dialogando de forma respeitosa com os colegas? (b) Colaborou efetivamente para a montagem do mapa mental apresentando fatos científicos sobre o Efeito Estufa? (c) Participou da interação discursiva, acrescentando informações ao debate e expondo conceitos considerados cientificamente corretos? (d) Relacionou adequadamente o efeito estufa ao aquecimento global? (e) Conseguiu compreender e descrever o fenômeno do Efeito Estufa considerando seus eventuais benefícios e malefícios.

Com essa matriz avaliativa, foi possível averiguar a compreensão da temática pelos estudantes a partir das participações na discussão, na construção do mapa mental e na avaliação de aprendizagem por meio da mediação e da observação da professora.

III.1.3 Ferramentas Digitais

Alguns recursos digitais foram utilizados no levantamento de dados da pesquisa e na execução das aulas e estão listados na tabela abaixo.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As metodologias ativas propõem que o professor motive o protagonismo dos estudantes, trabalhe com práticas pedagógicas ativas e situações que promovam a descoberta para assim mover o aprender a aprender e proporcionar melhorias no ensino e aprendizagem de Ciências (BORGES, 2002).

Sobre a dinâmica de participação das aulas remotas, verificou-se que a rotatividade de alunos foi bastante frequente. Poucos alunos assistiram às aulas investigativas, comparando-se ao número total de alunos nos nonos anos (tabela 3). Além disso, nem todos os participantes da segunda aula, estavam presentes na primeira aula.

Por conta da pouca participação nas aulas, elas foram gravadas e disponibilizadas na plataforma Google Classroom. Por outro lado, a menor quantidade de estudantes possibilitou que os estudantes de diferentes turmas interagissem e um controle maior da professora na aplicação das atividades propostas. Dentre as dificuldades relatadas pelos estudantes para a participação das aulas síncronas, podemos destacar: a falta de acesso à internet e de equipamentos tecnológicos em bom estado; falta de organização na rotina diária; e a não adaptação ao ensino remoto. Dos estudantes participantes, tem-se que a maioria deles possui, ao menos, o celular para acessar às aulas (tabela 4). Esses aparelhos, às vezes, dificultam a participação nas aulas, por não aceitarem atualizações ou não suportarem certos aplicativos, o que acaba influenciando na variação do número de

Tabela 2: Apresentação das ferramentas digitais, em ordem alfabética, utilizadas nas aulas investigativas.

FERRAMENTA DIGITAL	USOS
Design Canva	Elaboração de cartazes, em formato de gif, para a divulgação das aulas investigativas e a apresentação de slides sobre os conteúdos (LUNARDI; RAKOSKI; FORIGO, 2021, p. 65).
Google Classroom	Plataforma utilizada pela escola para a condução das aulas síncronas e assíncronas no ensino remoto; postagem de atividades, comunicação entre a equipe pedagógica e os alunos (LUNARDI; RAKOSKI; FORIGO, 2021, p. 10).
Google Forms	Uso de formulários sobre o perfil socioeconômico, a atividade avaliativa dos estudantes e avaliação das aulas. Possibilitou a correção automática e o envio de feedbacks (LUNARDI; RAKOSKI; FORIGO, 2021, p. 107).
Google Meet	Aulas síncronas de Ciências. Esta ferramenta possibilitou que as aulas fossem gravadas e divulgadas para eventuais consultas dos estudantes (LUNARDI; RAKOSKI; FORIGO, 2021, p. 23).
Jamboard	Utilizou-se essa ferramenta para fazer o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes, em formato de mapa mental. Os alunos puderam editar, ao mesmo tempo, o mesmo documento (LUNARDI; RAKOSKI; FORIGO, 2021, p. 55).
PHET Interactive Simulations	Uso de simuladores que demonstram o mecanismo do Efeito Estufa em formato de jogos que estimulam a compreensão do fenômeno (LUNARDI; RAKOSKI; FORIGO, 2021, p. 160).

Fonte: Elaboração da própria autora, 2021.

respostas nos formulários.

IV.1. Primeira Aula Investigativa

A quantidade de participantes na primeira aula foi maior do que na segunda aula (tabela 3).

Primeiramente, a professora propôs uma interação discursiva e, em seguida, houve a contextualização do assunto com a importância da água como sendo um indicador das mudanças climáticas. Simultaneamente, foram apresentados slides com questionamentos e imagens pertinentes à temática, para que os estudantes expusessem seus conhecimentos prévios.

Desta maneira, algumas questões foram consideradas para discussão, conforme a tabela 6. A primeira questão apresentada foi: Qual o fenômeno é considerado a maior crise ambiental de nosso tempo? Os alunos elaboraram suas hipóteses, a partir de comentários feitos pela participação no áudio e no chat.

Ao analisar as hipóteses, constata-se que os fenômenos mencionados de alguma forma, direta ou indiretamente, se relacionam à intensificação do Efeito Estufa. Essas hipóteses

Tabela 3: *Quantitativo de estudantes nas aulas investigativas*

Aula investigativa	Número de estudante participantes	Previsão de estudantes para ambas as aulas
Primeira	54	182
Segunda	39	-

Fonte: *Elaboração da própria autora, 2021.*

Tabela 4: *Porcentagem de estudantes que possuem celular e computador*

Equipamento eletrônico	Quantidade de estudantes (%)
Celular	75,1
Computador	47,3

Fonte: *Elaboração da própria autora, 2021.*

foram discutidas pela turma, dando prosseguimento às demais questões.

Com relação à segunda questão (tabela 5), verificam-se que algumas hipóteses divergiram da pergunta, como as que foram elaboradas pelos E1 e E2, pois essas hipóteses são generalizadas, assim podem ser relacionadas a diferentes eventos. Mas, relativas às hipóteses do E3 e E4, os estudantes conseguiram relacionar, de forma contundente, a água às mudanças climáticas.

Uma das questões que surgiu no debate foi: Como estamos contribuindo para a intensificação desse fenômeno? Por conseguinte, sem saberem exatamente qual era o fenômeno em questão, os estudantes iniciaram uma análise sobre como os hábitos das pessoas estariam influenciando nesse dado fenômeno.

A partir desses relatos, verificou-se que, na visão dos estudantes, a intensificação desse fenômeno está diretamente ligada, principalmente, às emissões de gases provenientes da atividade industrial, como nos relatos E1, E2 e E3. Nesses casos, eles já começaram a perceber a qual fenômeno estava sendo referida à aula, entretanto, ainda não conseguiram perceber que alguns de seus próprios hábitos poderiam contribuir para aumentar/diminuir a emissão dos gases do Efeito Estufa.

No decorrer do debate, eles descreveram algumas atitudes que deveriam ser melhoradas para que os efeitos causados pelo aquecimento global fossem minimizados (tabela 5).

A partir das respostas, observa-se que os estudantes reconhecem que deveriam adotar as atitudes mais sustentáveis e apontam que, para resolver os problemas causados pela intensificação do Efeito Estufa, deve-se modificar todo um sistema que acaba incentivando um consumo exacerbado. Por isso, as políticas de proteção ambiental e uso racional de recursos naturais devem ser estimuladas e cumpridas, não somente pela sociedade civil, mas também pelas empresas e indústrias.

Nota-se que os estudantes demoraram a expressar as opiniões e que a discussão se concentrou em um determinado grupo de alunos. Isso demonstra que os estudantes, muitas vezes, esperam pela explanação do professor e, ainda, temem pela exposição de algum conceito errôneo.

Tabela 5: Hipóteses dos estudantes sobre as questões norteadoras para a discussão.

<p>1. Qual seria a maior crise ambiental de nosso tempo?</p>	<p>2. A água pode ser o principal meio para se perceber os efeitos das mudanças climáticas em nosso planeta?</p>
<p>E1 – A falta de água em algumas regiões. E2 – A intensificação do Efeito Estufa. E3 – A desertificação de várias regiões no planeta. E4 - O desmatamento das florestas.</p>	<p>E1 – Por causa do desaparecimento de rios. E2 – Devido à poluição de rios e mares. E3 – Devido às inundações, derretimento de geleiras e aumento do nível do mar. E4 - Por causa das secas em algumas regiões.</p>
<p>3. Como estamos contribuindo para a intensificação desse fenômeno?</p>	<p>4. Ações para minimização dos efeitos das mudanças climáticas.</p>
<p>E1 – Por causa das atividades industriais realizadas, muitas vezes, por meio da queima de combustíveis fósseis. E2 – Hoje em dia usamos muito a tecnologia, mas com o seu avanço quem sofre as consequências é o meio ambiente. E3 – Ele pode estar sendo intensificado através da poluição, fumaça de queimadas e fábricas. E4 - Pode estar sendo intensificado ao utilizar automóveis, pois eles fazem a combustão da gasolina e isso libera gases prejudiciais ao planeta.</p>	<p>E1 – Optar por empresas sustentáveis é um bom começo para desacelerar o aquecimento global. Uma coisa simples pode fazer toda a diferença. E2 – Economizar água, evitar o consumo exagerado de energia, separar os lixos orgânicos e recicláveis, diminuir o uso de automóveis, consumir apenas o necessário.>.. E3 – Podemos ajudar andando mais de bicicleta, não fazendo queimadas, descartando os lixos separadamente. E4 - Precisamos de políticas de proteção ambiental.</p>

Ao final da discussão interativa, eles conseguiram identificar sobre qual fenômeno os questionamentos se referiam. Foram 54 questões analisadas, ou seja, o número de estudantes presentes na primeira aula. Essas informações estão descritas na tabela 6.

O debate contribuiu para encontrar soluções aos problemas sociais e fomentar ações sustentáveis, baseando-se na importância da preservação do meio ambiente e do uso de tecnologias disponíveis que minimizem os impactos do efeito estufa nos ecossistemas naturais e sistemas urbanos. Nesse sentido, Sasseron (2013) destaca:

É por meio do debate entre os pares que, muitas vezes, os conhecimentos científicos são organizados. Ocasões como as que se passam em conversas entre pares e reuniões científicas são momentos ímpares no que diz respeito à troca de ideias e fundamentação do que se pretende enunciar (SASSERON, 2013, p. 43).

Tabela 6: *Porcentagem das respostas dos estudantes sobre a maior crise ambiental de nosso tempo.*

Respostas	Quantidade de estudantes (%)
Efeito Estufa e aquecimento global	83,3
Efeito estufa e a importância da água	1,85
Água	7,4
Investigação de Ciências	5,6
Raios Solares	1,85

Desta forma, o debate deve estar presente durante todo o processo de ensino e aprendizagem para confrontar informações, dados e ideias relacionadas à temática. Nessa aula, os estudantes conseguiram desenvolver novos conhecimentos por meio dos conhecimentos prévios e da interação discursiva entre eles e a professora.

IV.2. Segunda Aula Investigativa

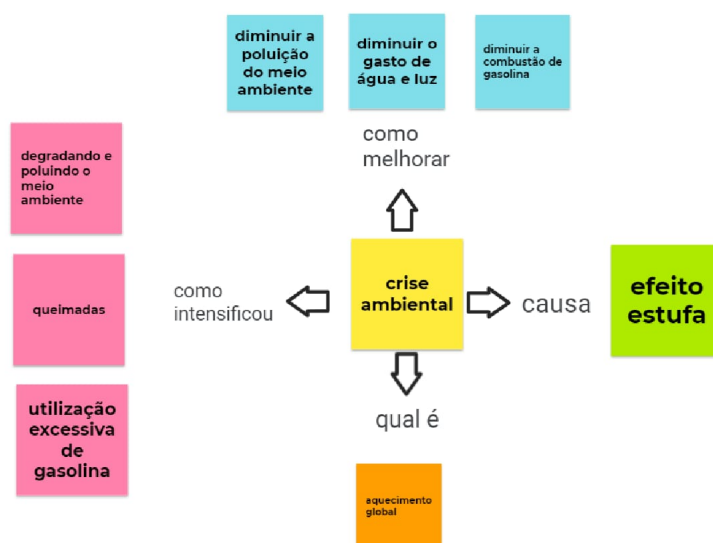
Foi proposta a construção de um mapa mental em grupo, no qual os participantes acrescentaram, organizaram e fizeram questionamentos sobre o Efeito Estufa por meio da ferramenta digital Jamboard. A professora explicou sobre como criar um Mapa Mental (uso de palavras-chaves e das ideias principais de forma esquemática) e os estudantes deram sequência à construção do mapa após a aula.

Essa atividade permitiu aprofundar a discussão iniciada na primeira aula investigativa, organizando melhor as ideias e dando significado a novos conhecimentos. De acordo com Moreira (2012), os mapas mentais são elaborados a partir de ideias que se conectam às outras ideias, formando conceitos e significados.

Dependendo dos campos de conhecimentos que o sujeito busque dominar em suas aprendizagens futuras, terá que dar significado a conceitos tais como mapas cognitivos, mapas mentais, mapas conceituais, mapas de eventos e, sabe-se lá, que outros tipos de mapas. Então, ao longo de sucessivas aprendizagens significativas o subsunçor vai adquirindo muitos significados, tornando-se cada vez mais capaz de servir de ideia-âncora para novos conhecimentos (MOREIRA, 2012, p. 3).

Como a quantidade de alunos participantes foi relativamente grande para a edição de um único mapa mental, optou-se por separá-los em grupos menores para que cada grupo editasse uma página da ferramenta (figura 1). Embora alguns alunos não tenham conseguido acessar o aplicativo, eles puderam participar da montagem do mapa mental por meio do compartilhamento da guia elaborada pela professora.

Figura 1: Mapa mental coletivo sobre os conhecimentos dos estudantes, usando a ferramenta digital Jamboard

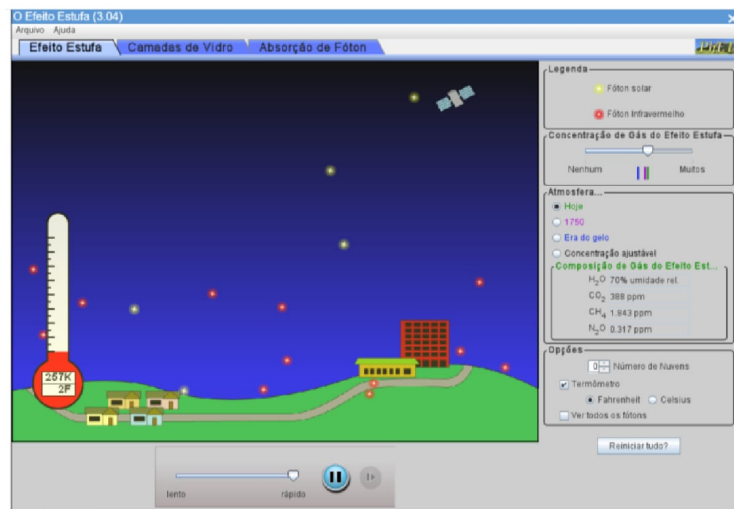


Na figura 1, os estudantes relacionaram a crise ambiental com o Efeito Estufa, apresentando as causas e a consequência da intensificação desse fenômeno. Também, indicaram o que se deve fazer para reduzir as emissões de gases estufa a partir de mudanças em seu cotidiano. Em outros mapas mentais, os estudantes se preocuparam em apresentar algumas imagens e informações que remetem às causas de um aquecimento global e aos benefícios de um meio ambiente em que haja o mínimo de interferências antrópicas. Em outro grupo, os estudantes procuraram relacionar as mudanças climáticas ao tipo de clima presente no Distrito Federal. Embora não mencionassem referências científicas que comprovassem que o clima do DF tem se alterado por causa do Aquecimento Global, eles apresentaram fatos que influenciam as mudanças climáticas globais.

Nessa atividade, foi avaliada a contribuição dos estudantes na construção do mapa mental, pois o Jamboard permite visualizar o indivíduo que está editando o documento. Foram gerados três mapas que foram postados na plataforma. Embora a atividade tenha permitido aos estudantes organizarem as ideias, a troca de saberes e o desenvolvimento da criatividade, verificou-se que não houve a preocupação em referenciar os fatos sobre o Efeito Estufa. Os mapas mentais foram feitos a partir do conhecimento que os estudantes tinham sobre o fenômeno por meio de notícias e informações de meios de comunicação.

Além das aulas investigativas terem contribuído para a compreensão sobre a temática, após a segunda aula, foi proposto aos estudantes o uso do simulador PHET (figura 2). Esse recurso oportunizou aos estudantes interagirem com ferramentas digitais que simulam esse fenômeno. Dessa maneira, os estudantes puderam observar e simular como as emissões de gases poderiam intensificar o Efeito Estufa de uma forma dinâmica.

Figura 2: Página do simulador PHET



Fonte: PHET

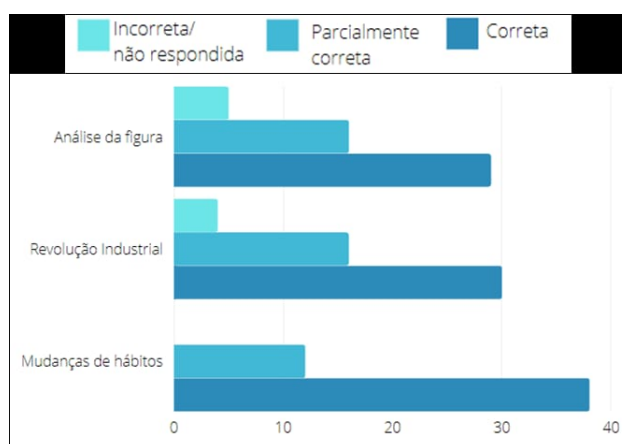
IV.3. Avaliação da Aprendizagem

Para a avaliação de aprendizagem, foram compilados os conceitos desenvolvidos pelos estudantes nas aulas. A partir das respostas dos estudantes, verificou-se que a maioria conseguiu compreender o mecanismo natural do Efeito Estufa e, ao mesmo tempo, descrever como esse fenômeno está sendo conturbado pelas ações antrópicas.

Foram elaboradas três questões-problemas que abarcavam a análise de imagens referentes ao Efeito Estufa natural e provocado pelas ações humanas; a solução para que a tecnologia se torne aliada ao meio ambiente; e a mudança nos hábitos para possibilitar a redução das emissões de gases estufa.

A figura 3 apresenta a análise das respostas de 50 estudantes que participaram de pelo menos uma aula investigativa. Observa-se que a maioria dos estudantes conseguiu responder as questões-problema de forma correta ou parcialmente correta.

Figura 3: Análise das respostas das questões-problemas.



As aulas investigativas auxiliaram na compreensão e na análise dos mecanismos que estão associados ao Efeito Estufa. De uma amostra de 50 estudantes, nove não conseguiram interpretar ou descrever de forma adequada, sendo cinco na primeira questão e quatro na segunda questão. Possivelmente, isso ocorreu pela falta de conhecimento sobre o Efeito Estufa, a leitura desatenta da questão ou pela complexidade dos questionamentos.

Essas questões-problema se referiam à análise de figuras que mostravam o processo de Efeito Estufa mediante a presença e a ausência de gases considerados causadores da intensificação desse fenômeno; e à descrição das formas de impulsionar a Revolução Industrial, no final do século XIX, de uma maneira que não provocasse danos irreversíveis ao meio ambiente.

Alguns alunos descreveram de forma imprópria ou não souberam organizar as ideias. Contudo, a maioria conseguiu analisar de forma precisa as imagens e colocar ideias criativas que dialogassem com o avanço da tecnologia, mas que, ao mesmo tempo, permitissem a proteção do meio ambiente. Na tabela 7, observam-se alguns relatos.

Tabela 7: Hipóteses dos estudantes sobre como aliar a tecnologia à conservação do meio ambiente

E1 – “Como a tecnologia também é envolvente nessas causas, descartar coisas assim separadamente e em lugares certos também pode ajudar; cuidar melhor do seu aparelho eletrônico para que dure bastante; usar avanços mais sustentáveis, como a lâmpada econômica, enfim, também podemos usar todo o avanço para aparelhos mais sustentáveis”.
E2 – “O Efeito Estufa pode estar sendo intensificado por causa da poluição, as ações do homem, desmatamento e queima de combustíveis fósseis. Deixe o carro em casa, consuma orgânicos, use menos papel, utilize menos sacolinhas plásticas, não jogue lixo nas ruas, reciclagem e economize luz.”
E3 – “Economizar água, evitar o consumo exagerado de energia, separar os lixos orgânicos e recicláveis, diminuir o uso de automóveis, consumir apenas o necessário, evitar compras desnecessárias, utilizar produtos ecológicos e biodegradáveis, não jogar lixos nas ruas, entre outras atitudes. A tecnologia, por sua vez, é benéfica e influencia em vários setores da sociedade, podendo se tornar uma grande aliada no meio sustentável e consciente”.
E4 – “Elas podem ser evitadas com pessoas tendo acesso à informação sobre o meio ambiente, uso de filtros nas indústrias e meios de transporte, no consumo consciente, entre outros”.

Das respostas obtidas, algumas contemplam as respostas da grande maioria, muitos estudantes destacam repensar sobre os hábitos e como medidas simples podem contribuir para reduzir os impactos ao meio ambiente. Concordam também que a tecnologia pode ser uma aliada para reduzir as emissões de gases estufa.

Com relação ao formulário sobre a construção do mapa mental e a participação nas atividades com abordagem investigativa, foram feitos alguns questionamentos em relação à abordagem aplicada nas aulas, à temática desenvolvida e à participação e alguns relatos são mostrados na tabela 8.

De um modo geral, os estudantes conseguiram descobrir o fenômeno que estava sendo discutido no decorrer da aula. Assim, eles relacionaram o Efeito Estufa aos questionamentos e às informações que foram discutidas, entretanto três respostas de 50, foram associadas a temática à água, como no caso do E4.

Na tabela 8, estão listados alguns relatos sobre as dificuldades na SEI. Nessa questão, tiveram respostas bastante variadas, e com relatos positivos em relação à dinâmica da aula

Tabela 8: *Alguns relatos sobre a avaliação da Sequência de Ensino Investigativo.*

Qual foi o principal tema abordado nas aulas?	Você sentiu alguma dificuldade durante as aulas investigativas?
E1 – “Efeito estufa e as atitudes de nós seres humanos que contribuem para o derretimento das geleiras e gases tóxicos na atmosfera”.	E1 – “Não, pois já sabia do tema”.
E2 – “Como as ações do homem estão causando problemas no nosso planeta”.	E2 – “Não. É um assunto que estou acostumado a ver todos os anos, mas que não deixa de ser interessante”.
E3 – “Sobre o aquecimento global, efeito estufa, e também sobre os países e cidades que serão futuramente banhados por águas”.	E3 – “Mais ou menos porque eu não sei muito de aquecimento global nem efeito estufa”.
E4 – “Um fenômeno muito importante no nosso planeta, a água”.	E4 – “Não muita, porque os alunos participaram bastante e com os slides também é bom”.

investigativa que exigia a interação, o diálogo e o conhecimento científico sobre o Efeito Estufa.

A atuação do professor e dos estudantes, por si só, não contribui para promover um ensino e aprendizagem significativo. No entanto, levar em consideração o conhecimento prévio, o contexto em que estão inseridos e promover aulas centralizadas nos estudantes permitem que eles se predisponham a aprender, dessa forma dando significado às novas aprendizagens. Pode-se considerar que a SEI foi apresentada de forma inovadora e de acordo com os pressupostos teóricos da metodologia de Ensino por Investigação (CARVALHO, 2013; ZOMPERO; LABURÚ, 2016; BACICH; MORAN, 2018).

A partir dos relatos e dos dados compilados e discutidos, foi possível identificar indícios de aprendizagem significativa na grande maioria dos estudantes. Os estudantes participantes foram ativos no processo de conhecimento ao participarem da interação discursiva e ao criarem os mapas mentais, demonstraram curiosidade sobre o Efeito Estufa e perceberam o papel da ciência no seu cotidiano, ao mesmo tempo, a professora compreendeu a importância do seu papel de mediadora no percurso investigativo que o estudante faz para atingir a alfabetização científica.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da sequência de ensino investigativo sobre o Efeito Estufa, nas aulas de Ciências dos 9º anos, possibilitou identificar indícios de mudanças na postura dos estudantes e da professora. Se por um lado, os estudantes construíram o conhecimento de forma autônoma a partir dos seus conhecimentos prévios, por outro a professora atuou como mediadora no auxílio dessa aprendizagem significativa e colaborativa.

Na análise dos resultados, verificou-se que a maioria dos estudantes demonstrou indicadores da compreensão acerca do Efeito Estufa, sua relação com o aquecimento global e as mudanças climáticas. Eles adquiriram novos conhecimentos, pois identificaram a influência das atividades humanas na intensificação do Efeito Estufa e foram capazes de utilizar e

interagir com ferramentas digitais.

Os objetivos da sequência de ensino investigativo foram alcançados, pois por meio dos relatos dos estudantes, eles se sentiram instigados a participar de forma ativa de todo o processo. Embora a segunda aula tenha tido uma menor participação de alunos, os estudantes que não participaram dela buscaram fazer o seu próprio mapa mental.

Um desafio observado foi a variação na quantidade de alunos nas duas aulas investigativas. Como foram realizadas na modalidade remota, muitos fatores podem estar associados à pequena participação dos alunos. A quantidade de aulas pode ter influenciado na aplicação da metodologia, pois é essencial um tempo hábil para a exposição dos saberes prévios, da discussão interativa e de devolutivas. Portanto, sugere-se, além das duas aulas, mais duas para se trabalhar a elaboração de mapas mentais e uso do aplicativo PHET. Embora a aplicação da sequência de ensino investigativa tenha alcançado os objetivos, o ensino remoto dificulta o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos estudantes e os novos conhecimentos assimilados no decorrer das aulas, pois muitos estudantes pesquisam as informações na internet, por mais que sejam orientados a responder os questionamentos sem qualquer consulta ou pesquisa.

Vale ressaltar que alguns estudantes apresentaram receio de responder erroneamente aos questionamentos, de exporem as opiniões e de elaborar novas perguntas. Eles estranharam, em parte, a liberdade proporcionada pelas aulas investigativas e a falta de explicação dos conteúdos pela professora, refletindo a falta de proximidade da turma com a metodologia de ensino investigativo.

REFERÊNCIAS

A FÍSICA por trás das mudanças climáticas. *Scientific American Brasil*, 2020. Disponível em: <https://sciam.com.br/a-fisica-por-tras-das-mudancas-climaticas>. Acesso em: 27 nov. 2021.

BACICH, L.; MORAN, J. Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o laboratório escolar de ciências. *Cad. Brás. Ens. Fís.*, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002. Disponível em: http://c10.unb.br/c10/pluginfile.php/12294/mod_resource/content/1/Texto%20Atividade%203.pdf. Acesso em: 25 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Curricular Comum. Ensino Fundamental. Brasília: Conselho Nacional de Educação, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase>. Acesso em: 20 out. 2021.

CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. L.], v. 18, n. 3, p. 765–794, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852/3040>. Acesso

em: 30 maio 2021.

LUNARDI, L.; RAKOSKI, M. C.; FORIGO, F. M. (orgs). Ferramentas Digitais para o Ensino de Ciências da Natureza. Bagé, RS: Faith, 2021.

MOREIRA, M. A. O que é Aprendizagem Significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2020. Aceito para publicação, Qurriculum, La Laguna, Espanha, 2012. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/360260580/O-que-e-afinal-aprendizagem-significativa-pdf>. Acesso em: 16 fev. 2021.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v9n1/1983-2117-epec-9-01-00089.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.

NELLES, D.; SERRER, C. Mudança Climática: os fatos como você nunca viram antes. Rio de Janeiro: Sextante, 2020.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 40-61.

SENNA et al. Metodologias ativas de aprendizagem: elaboração de roteiros de estudos em “salas sem paredes”. In: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

ZOMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas para as aulas de ciências: um diálogo com a teoria de aprendizagem significativa. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016.



LABMEET: UM CLICK AO CONHECIMENTO – PERCEPÇÕES DE ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL SOBRE MATERIAIS E MISTURAS

LABMEET: A CLICK TO KNOWLEDGE - ELEMENTARY STUDENT'S
PERCEPTIONS ABOUT MATERIALS AND MIXTURES

MARTINS. F. F¹, SILVA. W. P²

¹Instituto de Física, Universidade de Brasília (UnB)

²Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF)

Resumo

Dentro da realidade das escolas públicas tem se tornado constantes os problemas que atingem o sistema de ensino no geral, em especial o ensino de química. A investigação científica se mostra uma alternativa interessante, por se alinhar aos processos de construção e amplitude do conhecimento não somente dos alunos, mas também da comunidade escolar. A abordagem de ensino desenvolvida por meio do LabMeet teve como objetivo analisar as concepções dos estudantes sobre materiais e misturas e a sua possível relação com o seu cotidiano através da realização de aulas investigativas experimentais. O projeto foi desenvolvido com alunos do sexto ano do ensino fundamental de uma escola da rede pública de ensino da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Participaram vinte e cinco alunos da prática investigativa que teve como conteúdo o tema soluções e misturas. Houve a realização de experimentos, leitura de artigo e aferição dos conhecimentos dos estudantes por meio de formulário. Ao final da aplicação do projeto, foi possível avaliar a boa aceitação e desenvolvimento dos alunos a proposta investigativa, permitindo concluir que o ensino investigativo pode contribuir de forma significativa no processo de ensino aprendizagem, corroborando para a construção dos conhecimentos nas aulas de ciências, em especial conceitos químicos.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Ensino investigativo. Soluções e misturas.

Abstract

Within the reality of public schools, the problems that affect the education system in general, especially the teaching of chemistry, have become constant. Scientific investigation is an interesting alternative, as it is aligned with the processes of construction and breadth of knowledge not only for students, but also for the school community. The teaching approach developed through

LabMeet aimed to analyze the students' conceptions about materials and mixtures and their possible relationship with their daily lives through conducting experimental investigative classes. The project was developed with students from the sixth year of elementary school at a public school belonging to the State Department of Education of the Federal District. Twenty-five students participated in the investigative practice whose content was the theme solutions and mixtures. Experiments were carried out, article reading and students' knowledge gauged using a form. At the end of the project application, it was possible to assess the good acceptance and development of students of the investigative proposal, allowing the conclusion that investigative teaching can significantly contribute to the teaching-learning process, supporting the construction of knowledge in science classes, in special chemical concepts.

Keywords: *Keywords: Science teaching. Investigative teaching. Solution and mixture.*

I. INTRODUÇÃO

Dentro da realidade das escolas públicas tem se tornado constantes os problemas que atingem o sistema de ensino no geral, em especial o ensino de química. Essas dificuldades não são recentes, e perduram durante os anos levando estudiosos da área a buscarem alternativas para ponderar sobre possíveis causas e consequências (MEDEIROS; GOI, 2001; PAZ; NETO; OLIVEIRA, 2010; MENEZES; NUÑEZ, 2018).

A investigação científica se mostra uma alternativa interessante para superar problemas relacionados a falta de compreensão dos estudantes nas aulas de ciências, uma vez que se alinha aos processos de construção e amplitude do conhecimento não somente dos alunos, mas também da comunidade escolar. Ensinar ciências não é uma tarefa fácil, é necessário bom planejamento e desenvolvimentos de aulas com o intuito da participação plena dos indivíduos e com o objetivo de estimular, provocar e capacitar os estudantes com conteúdos que estão relacionados ao seu cotidiano. Concedendo a oportunidade de vivenciar os avanços tecnológicos e permitindo desenvolver habilidades intelectuais para que possam se encontrar nas diversas áreas na sociedade, especialmente nas áreas das ciências e tecnologia.

Infelizmente é observado o aumento da falta de participação dos estudantes nas aulas de ciências-química por acreditarem que a disciplina é bastante teorizada, massiva e distante de sua realidade (MOTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2010). Dessa forma, é necessário a priori fazer o processo de desmistificação é mostrar para o aluno que é possível aprender ciências de uma forma prazerosa, deixando de lado os rótulos e toda demonização criada para a componente curricular.

Elaborar abordagens relacionadas à vivência do aluno o torna mais curioso e participativo (CAPELLATO; RIBEIRO; SACHS, 2019). Trazer atividades que ele vivencia em casa para dentro da sala de aula, às vezes pode ser uma boa alternativa para se trabalhar conteúdos. Soluções e soluto no processo de preparo de um café; misturas homogêneas e heterogêneas no preparo de um bolo ou de qualquer outra comida. Processos simples que provavelmente vão estar familiarizados e podem ser usados como plano de fundo para o processo investigativo.

Dessa forma, diante de tantas adversidades, foi elaborado o projeto LabMeet: Um projeto

de ensino de ciências com o intuito de possibilitar ao estudante a relacionar e contextualizar conteúdos de química abordados em sala de aula por meio da experimentação e vivências e mediações propostas. Essa pesquisa teve como objetivo geral: analisar as concepções dos estudantes sobre materiais e misturas e a sua possível relação com o seu cotidiano.

Desse modo, os objetivos específicos são: a) Por meio do ensino por investigação, avaliar a percepção dos estudantes sobre o estudo de soluções e misturas. b) Identificar a importância do ensino investigativo como processo ensino/aprendizado. c) Verificar a importância do ensino de experimentos nas aulas de ciências no ensino fundamental. Nesse contexto, é importante compreender alguns conceitos utilizados no presente texto.

I.1. REFERENCIAL TEÓRICO

Assuntos pertinentes à química em aulas de ciências no ensino fundamental, como por exemplo, os conceitos de misturas, soluções e reações químicas tem sido um desafio para professores que almejam trabalhar com essas atividades em sala de aula dentro de uma proposta investigativa. São elencadas inúmeras dificuldades, como falta de espaço para realização das aulas, escassez de materiais, alunos desmotivados e até a falta de preparo dos docentes. Essas adversidades acabam distanciando ainda mais os alunos a terem a oportunidade de assistir às aulas de ciências no sentido de compreender de fato o que estão aprendendo. Estudos indicam que uma abordagem voltada para a motivação em aprender Ciências e o fazer Ciências, em detrimento às aulas repetitivas e cansativas, podem possibilitar aos alunos a conhecer diferentes abordagens de aprendizado, conhecimento amplo dos mecanismos do fazer científico e o permitindo vivenciar esses conceitos em sala de aula.

I.2. Ensino por investigação

Atividades investigativas no ensino de ciências devem possibilitar, aos estudantes, a manipulação de materiais e ferramentas para a realização de atividades práticas, a observação de dados e a utilização de linguagens para comunicar aos outros suas hipóteses e sínteses (SASSERON; CARVALHO, 2011). Ter acesso a esses conhecimentos permite que o estudante amplie sua cultura científica. Possibilitando criar dentro e fora da sala de aula um ambiente favorável ao processo de aprendizagem e auxiliando o estudante a se tornar mais independente e mais próximo do saber científico. Aprendizado este que é necessário para sua formação cidadã em um mundo completamente globalizado e que necessita do domínio desses conhecimentos para acompanhar as tecnologias. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

Não se pode pensar no ensino de Ciências como um ensino propedêutico, voltado para uma aprendizagem efetiva em um momento futuro. A criança não é cidadã do futuro, mas já é cidadã hoje, e, nesse sentido, conhecer ciência é ampliar a sua possibilidade presente de participação social e viabilizar sua capacidade plena de participação social no futuro. (BRASIL, 2001)

Para De Meis (2002), quando incluímos novas tecnologias em nossas vidas, muda de forma subliminar nossa perspectiva de mundo, ou seja, nossos hábitos culturais vão sendo influenciados pelos aparatos tecnológicos modificando o modo como fazemos as coisas. Vivenciar a ciência dentro da sala de aula é proporcionar a oportunidade do aluno de compreender as transformações que ocorrem no seu processo de formação cidadã, ou, de acordo com Freire (2001), instrumentalizá-lo para que o mesmo possa “ler o mundo”.

Nesse sentido, é importante mencionar a dificuldade do estudante em relacionar conteúdos trabalhados em sala de aula com sua vivência fora dos muros da escola. Realizar atividades investigativas propõe uma oportunidade de relacionar o que é trabalhado na escola com o seu cotidiano. Segundo Sasseron e Carvalho (2011), existe a necessidade do desenvolvimento de atividades em sala de aula que possibilitem argumentações entre alunos e professor em momentos de investigação, uma vez que a partir dessas discussões os alunos são levados a formular hipóteses. Permitindo que os alunos possam criar argumentos para defender as hipóteses trabalhadas, assim como elencando fatos e afirmativas que levem a explicação do que se está investigando.

O Ensino Experimental se configura como uma das abordagens no Ensino por Investigação. Se relacionando com a importância do professor de abraçar e desenvolver uma postura distinta sobre a maneira de ensinar ciência.

Alguns autores atribuem essa insatisfação ao despreparo dos professores em montar aulas práticas, pelo sucateamento que os laboratórios possuem nas escolas públicas; pelo excesso de conteúdo que o professor tem que trabalhar em sala de aula, pela dificuldade no uso do laboratório que implica deslocamento que acaba por comprometer o limitado tempo que este conta para ministrar suas aulas, e pelo número de alunos em sala (RAMOS; ROSA, 2008; GASPAR; MONTEIRO, 2005). A junção de todos esses motivos acaba levando ao engessamento do professor, o que gera frustração ao perceber que seu trabalho não alcança o que é esperado e que seus alunos não conseguem compreender os conhecimentos necessários para que possam exercer sua função cidadã em sociedade. Dessa forma, quando o professor realiza uma aula diferenciada, ou seja, uma aula que consiga alcançar seus alunos, evidenciando a importância do conhecimento de ciências para compreensão do seu papel como cidadão, os demais empecilhos apresentam até alternativas de serem transpostos.

Segundo Bassoli (2014), quando se estuda as deficiências na educação científica, logo se remete à ausência de aulas experimentais na Educação Básica, de modo que as atividades práticas investigativas são vistas como sinônimo de inovação no ensino. Por outro lado, é interessante ter conhecimento que usar de atividades tradicionais com resultados já esperado não vai despertar interesse nos estudantes e motivar a investigação. Uma vez que o processo investigativo não possui receita pronta. É preciso conhecer a realidade ao qual se vive para elencar quais são as melhores opções para abordar os alunos, assim como as intervenções que devem ser feitas. Dito isso, é necessário que exista o avanço do ensino de ciências para auxiliar os alunos a relacionar seu dia a dia ao processo investigativo. Permitindo a correlação ao processo de atividades experimentais, sabendo que esse processo além de motivar os alunos, auxiliam no processo de aprendizagem.

I.3. Ensino por investigação

Ensinar química através da experimentação constitui um importante recurso pedagógico e auxilia professores e alunos no exercício de compreensão de conceitos trabalhados nas aulas. De acordo com Maldaner (1999), o conhecimento químico deve ser construído por meio de manipulações orientadas, de modo a desenvolver os conteúdos a partir de algum fato recente ou ainda do próprio cotidiano. Infelizmente a percepção dos alunos que estudam química no ensino fundamental é bem distante do esperado (FERREIRA; FERNANDES, 2019). É possível perceber que eles geralmente consideram a química como uma ciência abstrata, uma vez que as aulas são bem cansativas, de difícil compreensão e limitadas, inviabilizando relacionar sua aprendizagem com o que eles vivem. O que acaba gerando de forma gradual uma desmotivação no processo de aprender ciências, criando ainda, concepções errôneas quanto aos conceitos abordados em sala de aula, inviabilizando-os de associar o que foi trabalhado nas aulas com a realidade fora da escola.

Um dos apontamentos quanto as limitações para o ensino de química é a falta de laboratório nas escolas para a realização de atividades práticas. Mas de nada adianta a existência de laboratórios equipados e disponíveis para lecionar ciências, quando não há planejamento para se trabalhar com os alunos. Segundo Maldaner (2006) a existência de um espaço adequado, uma sala preparada ou um laboratório é condição necessária, mas não o suficiente, para uma boa proposta de ensino de Química. O ensino experimental investigativo possui caráter pedagógico e não tem interesse em formar cientistas. Para Marandino, Selles e Ferreira (2009), além da falta de infraestrutura, os principais motivos para a não realização de aulas práticas no ensino de ciências são “o tempo curricular, a insegurança em ministrar essas aulas e a falta de controle sobre um número grande de estudantes dentro de um espaço desafiador como o laboratório” (p. 108). Nesse sentido, seria muito importante a existência de um laboratório de ciências nas escolas, mas não imprescindível.

Tendo conhecimento da realidade das escolas e as possíveis dificuldades de se trabalhar em um ambiente destinado para as aulas de experimentação científica, o ensino investigativo permite que os professores a partir do planejamento de suas aulas possam realizar atividades investigativas mesmo com a falta de um laboratório e seus equipamentos (CARVALHO, 2013; COLOMBO JUNIOR ET AL., 2012; LOCATELLI; CARVALHO, 2007; ZÔMPERO, FIGUEIREDO; MELO, 2013). Espaços como hortas, bibliotecas, pátios ou sala de recursos podem ser utilizados para a proposta, assim como a utilização de materiais de baixo custo que às vezes podem ser encontrado na própria escola. Permitindo dessa forma que os alunos possam vivenciar essas práticas investigativas de acordo com a realidade que estão inseridos. Ao se trabalhar com o conteúdo de soluções, Echeverria (1993) admite-se que a própria conceituação do tema, pressupõe a compreensão de ideias relativas à mistura, substância, ligações químicas, e interação química ao abordar esse conceito. Dessa forma, levando consideração a variedade de conceitos ligados à definição de Soluções, considera-se a conceituação de Santos (2013) que descreve:

As soluções são misturas homogêneas, ou seja, que apresentam um aspecto visual uniforme com uma única fase que podem se apresentar nos estados físicos sólido, líquido ou gasoso, compostas por partículas menores que 1 nm e que são compostas basicamente por soluto e solvente. Os solutos são

normalmente compostos iônicos, mas podem se apresentar também como compostos moleculares polares. Quando aos solventes, é uma substância onde o soluto é disperso, ou seja, é a parte que se apresenta em maior quantidade em uma solução e onde o soluto é dissolvido.

Dito isso, é possível compreender que para o melhor entendimento dos estudantes sobre o conteúdo soluções químicas, é necessário levar para a sala de aula maneiras diferentes de apresentar o conteúdo. Evidenciando a familiaridade da proposta com ações do seu dia a dia (NIEZER; MONTEIRO; FABRI, 2015). Nesse sentido, considerando as adversidades que boa parte dos estudantes possuem em relação ao aprendizado de conteúdos relacionados a química e a necessidade desse aprendizado para sua formação como cidadão, salienta-se a importância do ensino investigativo como forma de possibilitar o interesse dos estudantes pela aula de ciências, contribuindo para sua formação científica e tecnológica.

II. METODOLOGIA

O presente estudo está ancorado em uma abordagem qualitativa, com foco nas percepções dos alunos. De acordo com Creswell (2010, p. 207), “a pesquisa qualitativa é uma pesquisa interpretativa, com o investigador tipicamente envolvido em uma experiência sustentada e intensiva com os participantes”.

II.1. Ambiente e participação dos alunos

O projeto LabMeet foi planejado para abordar a temática em estudo com alunos do sexto ano do ensino fundamental de uma escola da rede pública de ensino da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Inicialmente foi realizado um diagnóstico por meio de conversas com uma amostragem de sete dos 25 alunos, a professora da turma e coordenadora pedagógica a fim de verificar as principais dificuldades de aprendizagem de ciências, bem como os recursos disponíveis e a realidade da escola.

II.2. Processos metodológicos

O LabMeet foi dividido em dois momentos. No primeiro momento foi realizado o planejamento das atividades a serem trabalhadas com os alunos de acordo com os conteúdos, seguindo o fluxo de conteúdos orientados pela Secretaria de Educação. E no segundo momento foi realizada a aplicação do projeto.

Em razão das limitações impostas pelas medidas restritivas de combate à pandemia da Covid-19, as aulas foram realizadas por videoconferências por meio do aplicativo Google Meet. Materiais e recursos didáticos (textos, vídeos, formulários virtuais) foram exibidos nas videoconferências postados na plataforma google Classroom, onde os estudantes puderam realizar suas atividades de maneira remota.

A escola possui quatro turmas de sexto ano, dessa forma, o projeto foi idealizado para ser aplicado na forma de minicurso, tendo ciência que os alunos provavelmente já tenham

tido aulas sobre os assuntos tratados aqui. O minicurso teve a proposta de ser aberto para todas as turmas do sexto ano em contraturno às aulas regulares da escola para evitar utilizar do planejamento dos outros professores.

Para a aplicação do projeto, foi elaborado e disponibilizado de forma online na plataforma já utilizada pelos alunos (Google Sala de Aula) o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Albrez e Souza (2019, p.2) define o TCLE como “um documento essencial em qualquer pesquisa que envolva seres humanos”. Exigindo que conste no documento: objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa”.

O projeto teve como proposta aplicar duas aulas com duração total de 125 minutos durante o mês de junho de 2021, tendo a participação de 25 alunos até o final das atividades. Foi acordado com a escola dois dias para a aplicação das atividades. Com intervalo de três dias da primeira aula para a segunda.

A lista com os materiais para a execução da atividade experimental foi postada previamente no Google Classroom, para que os estudantes pudessem reproduzir de casa simultaneamente com o auxílio do professor durante a videoconferência. Como forma de encorajar os estudantes, foi explicado anteriormente e reforçado em várias oportunidades que a falta de materiais não inviabilizaria suas participações no projeto.

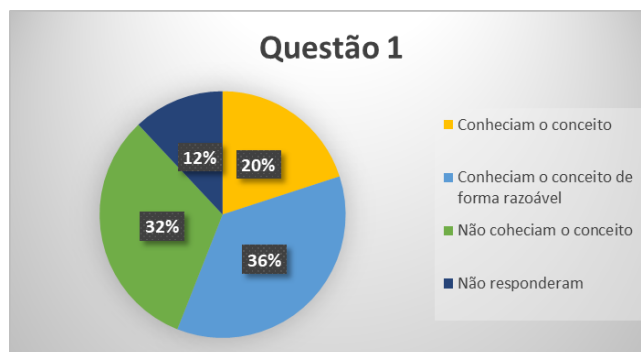
Durante a realização da atividade investigativa os alunos foram convidados a responder algumas perguntas, como, “o que é uma solução?”, “o que são misturas?” e “você consegue pensar em algum exemplo de mistura que podemos encontrar no seu dia a dia?” As respostas foram anotadas para a avaliação de dados. Na realização do experimento, houve a interação entre os alunos, onde cada um podia expressar suas opiniões a respeito do fenômeno. Buscando responder se o que estava se formando era uma solução (mistura homogênea) ou uma mistura heterogênea. Após o experimento, os alunos foram convidados a realizar a leitura do artigo: “Misturas presentes no cotidiano” em grupo, mediados pelo professor.

Terminado o primeiro encontro, foi disponibilizado na plataforma de estudo da turma o link para responder algumas perguntas relacionadas ao que foi trabalhado no encontro. Os estudantes puderam utilizar fontes de pesquisa para auxiliá-los nas respostas, mas foram incentivados a tentar responder com suas próprias palavras.

No segundo e último encontro com os alunos, foi solicitado que eles elencassem algumas misturas que poderiam ser encontradas por eles no cotidiano. Durante a conversa, foi orientado ainda que eles notassem em seus cadernos o que era compartilhado pelos colegas. Após a conversa, foi reproduzido um vídeo sobre a fabricação de sucos de caixinha onde os alunos puderam discutir se o suco era uma solução pura ou uma mistura, e caso fosse uma mistura, se era uma mistura homogênea ou heterogênea, julgando de acordo com os conhecimentos construídos. Ao final da atividade do vídeo foram selecionados alguns exemplos para serem discutidos e explicados dentro dos conceitos dispostos na literatura do que pode ser uma solução.

No último momento da aula, os alunos tiveram a oportunidade de comparar algumas respostas que haviam colocado em seus questionários com o que eles haviam discutido na aula e tomado nota. As informações foram colhidas para posterior análise.

Figura 1: Gráfico da questão 1 “Como você definiria uma substância química?”



Fonte: Os autores.

III. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

A atividade investigativa teve início com a aplicação do experimento em que foram abordados conceitos de substâncias, soluções e misturas químicas. Utilizando como recurso inicial somente a proposta do experimento. Os alunos demonstraram interesse pela prática e também um pouco de dificuldade em relacionar alguns dos conceitos, não conseguindo relacionar o conteúdo aplicado com o cotidiano. Ao fim do experimento, foi disponibilizado para os alunos um questionário com questões relacionadas ao conteúdo, assim como perguntas direcionadas ao experimento.

Dando continuidade, foram analisados os questionários disponibilizados para os estudantes (Apêndice A), composto por composto por 11 questões das quais 4 eram relacionadas ao experimento realizado. O total de questionários entregues e preenchidos foi de 25. O questionário foi aplicado a fim de evidenciar aquilo que os estudantes conheciam sobre soluções, substâncias e mistura.

III.1. Questões sobre os conceitos

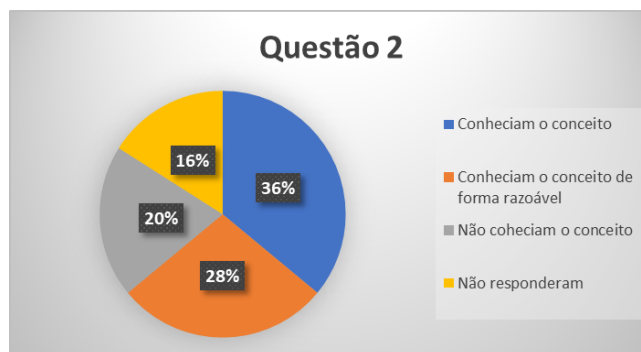
Questão 1 - Como você definiria uma substância química?

A pergunta inicial do questionário foi elaborada com a intenção de verificar o conhecimento referente as substâncias químicas pelos estudantes. “Matéria de composição constante melhor caracterizada pelas entidades (moléculas, fórmulas unitárias, átomos) de que é composta. Propriedades físicas tais como densidade, índice de refração, condutividade elétrica, ponto de fusão etc., caracterizam a substância química” (IUPAC, 2014).

Aluno G: Formado por uma única coisa. Aluno A: Está sozinho que não está acompanhado de nenhum elemento. Aluno H: Sem nenhuma mistura

Conforme os resultados alcançados figura ??, observou-se que a maioria dos alunos possuía conhecimento razoável referente ao assunto “substâncias químicas”, o que leva a relacionar o resultado com os conhecimentos construídos previamente nas aulas de Ciências. Das várias definições dadas, foi considerado a formação de substância simples formada por elementos químicos iguais, assim como substância composta, formada por elementos

Figura 2: Gráfico da questão 2 “O que você entende por mistura?”



Fonte: Os autores.

químicos distintos. Apenas 20% conseguiam responder segundo os conceitos referente a soluções químicas. Quanto aos 36% que conheciam o conceito de forma razoável, percebeu-se que o entendimento que eles possuíam não tinha ligação ao que é definido com um material puro conforme a bibliografia. Observou-se ainda que as respostas apresentaram soluções rápidas, como por exemplo, “é o hidrogênio”; “é o oxigênio”. Sem haver qualquer definição do que fosse. As respostas foram consideradas, porém, é interessante ressaltar a importância de desenvolver a habilidade cognitivas dos alunos em relacionar novas informações com o que eles já conhecem. Referente aos 32% que não tinham conhecimento e os 12% que não responderam, pode denotar a falta de compreensão em relação ao tema proposto ou o não conhecimento da mesma.

Questão 2 – O que você entende por mistura?

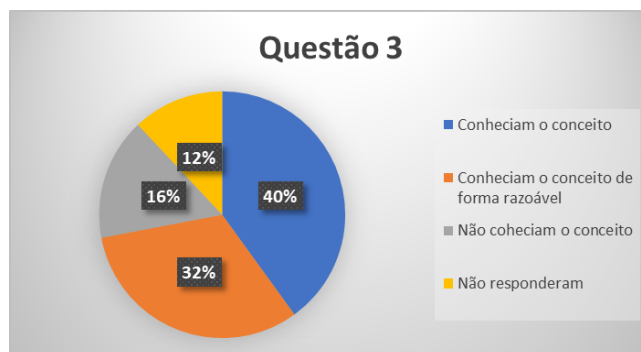
O conhecimento de misturas é importante para entender alguns processos que ocorrem na natureza, por exemplo a formação de gases na camada de ozônio ou a água mineral que nós bebemos. Atkins e Jones (2006) conceituam que mistura é um sistema constituído por duas ou mais substâncias, simples e/ou compostas.

Aluno A: Existe vários tipos de mistura, mas os mais comuns são a homogênea que quando as duas substâncias ou mais vira uma substância só e, a heterogênea é quando as substâncias não se misturam ou quando se misturam dá para identificar cada uma substância
Aluno B: Uma mistura é quando temos em um mesmo sistema duas ou mais substâncias puras.
Aluno C: Eu entendo nada. Os resultados mostram figura 2 que apenas 36% dos alunos conheciam o conceito do que é uma mistura, conseguindo relacionar exemplos com conceitos. Quanto aos 28% mostrou falta de domínio do conteúdo, se confundido algumas das vezes com o conceito de solução. 20% apresentou desconhecimento total quanto ao conceito de mistura, apresentando respostas desconexas. Nessa questão tivemos 16% dos alunos que por algum motivo não conseguiram respondê-la.

Questão 3 – Quantas fases podem ser observadas em uma mistura?

Essa pergunta segue como continuação dos conceitos abordados na questão anterior. Dessa forma, a pergunta buscou compreender se além do conceito de mistura o aluno conseguiria classificá-las em mistura heterogênea ou mistura homogênea. Para Kotz e Treichel (2005) a mistura em que é possível a detecção de pelo menos uma das substâncias

Figura 3: Gráfico da questão 3 “Quantas fases podem ser observadas em uma mistura?”



Fonte: Os autores.

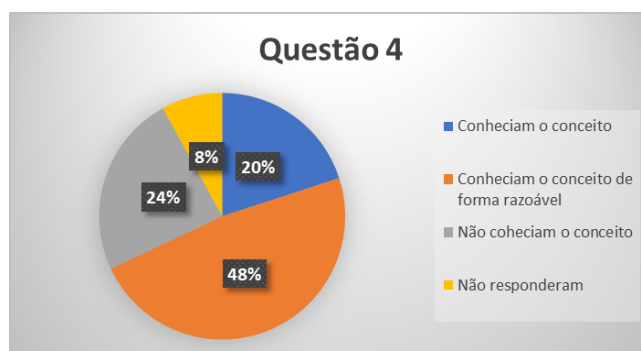
que a compõem por meio do uso de microscópio, ou mesmo a olho nu, é chamada mistura heterogênea. Aquelas em que essa distinção não pode ser determinada são chamadas misturas homogêneas.

Aluno N: Mistura homogênea apresenta uma única fase enquanto a heterogênea pode apresentar duas ou mais fases. Aluno K: Misturas homogêneas e uma solução que aparentam uma única fase já a heterogênea apresenta duas. Aluno C: Somente 1. Pelas respostas obtidas nessa questão figura 3, ficou claro que a maioria dos estudantes não possuía conhecimento do que era uma fase. Houve confusão ao interpretar a questão e confundiram fase com o número de elementos ou quantidade adicionada de algum material na solução. Dessa forma, os alunos que conseguiram compreender a questão e apresentaram conhecimento do conceito de fase, chegou a 40%. Em relação a alunos que apresentaram em algum momento conhecimento do conceito, obteve-se 32%. Alunos que não conheciam o conceito ou não responderam apresentaram consequentemente 16% e 12%.

Questão 4 – Será que materiais sólidos, como sal ou areia, sempre se dissolvem quando misturados a um líquido?

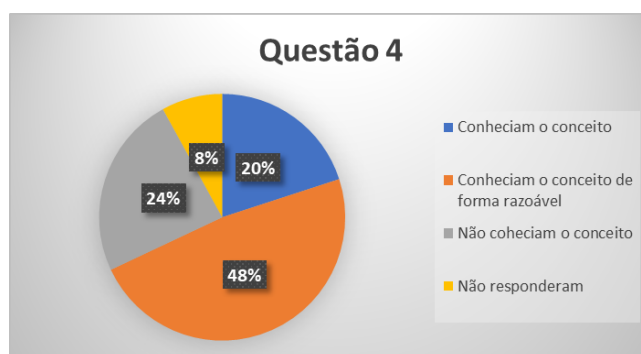
Nessa questão permitiu observar o que os alunos entendiam por solubilidade química. Foram colocados dois solutos distintos para que os alunos pudessem refletir sobre o seu processo de dissolução. Quando observamos o processo de dissolução do cloreto de sódio ou sal de cozinha em água, podemos observar que dependendo da quantidade e da temperatura de água, é possível realizar a dissolução do sal. Quando realizamos a mistura de H₂O e areia percebemos que ela não é dissolvida e sim fica em suspensão. Quando a mistura fica em repouso, percebemos que a areia se deposita no fundo do recipiente. A suspensão é classificada como uma mistura heterogênea, onde um dos componentes é líquido e o outro gasoso. Aluno B: Água e sal é um exemplo clássico de mistura homogênea. ... Vale ressaltar que nem sempre é possível visualizar a olho nu as fases da mistura heterogênea. Aluno D: Acredito que sim por ser homogênea. Aluno C: Heterogênea. A questão de número seis foi a que apresentou o resultado de conhecimento de conceito mais baixo comparado as outras questões figura 4. Uma quantidade considerável dos estudantes apresentou respostas que afirmavam que os dois sólidos se dissolviam quando misturados com a água. Somente 20% apresentaram conceitos condizentes a questão, mencionando sobre misturas heterogêneas

Figura 4: Gráfico da questão 4 “Será que materiais sólidos, como sal ou areia, sempre se dissolvem quando misturados a um líquido?”



Fonte: Os autores.

Figura 5: Gráfico da questão 5 “Todos os estados físicos da matéria podem fazer parte de uma mistura?...”



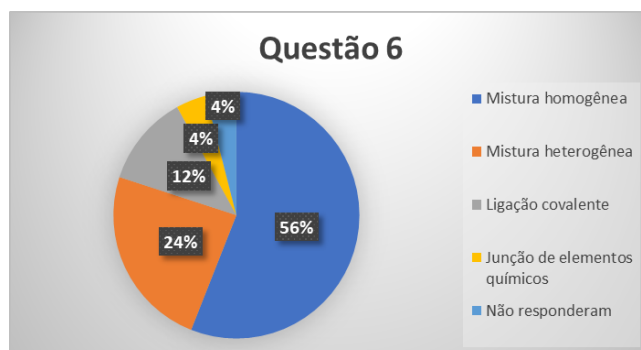
Fonte: Os autores.

e misturas homogêneas. 48% conseguiram mostrar que apenas um dos elementos (sal) conseguia se misturar com a água, mas não apresentaram nenhum conceito. Dos 24% que não conheciam o conceito, todos responderam que os dois elementos se misturavam. E por último, 8% deixou a questão em branco.

Questão 5 - Todos os estados físicos da matéria podem fazer parte de uma mistura? Comente.

Os estudantes então acostumados a acreditar que mistura geralmente acontece quando misturamos um líquido em outro líquido, esquecendo dos outros estados físicos da matéria. Dessa forma, essa questão foi pensada para leva-los ao questionamento mais uma vez do que é mistura, e a partir desse conceito, associar a diferentes estados da matéria. Para Atkins e Jones (2006) as misturas podem ser classificadas como: sólido-líquido, líquido-líquido, líquido-gás, sólido-sólido, sólido-gás e gás-gás. Aluno F: Não, porque nem todos os elementos são solúveis entre si, por causa do que forma eles. Aluno D: Sim, porque as misturas diferenciam se principalmente pelos aspectos físicos como aspecto visual e temperatura de ebulição e fusão que podem ser fixa ou variáveis. Aluno H: Depende da quantidade. Ao observar as respostas figura 5 percebeu-se que apesar de se perderem um

Figura 6: *Questão 6 “O tratamento de água que a CAESB distribui, consiste basicamente na adição de sulfato de alumínio, cloro, flúor e outros produtos químicos...”*



Fonte: Os autores.

pouco do conceito de estados físicos da matéria, os estudantes conseguiram em algum momento da resposta trazer exemplos e comparações. O exemplo mais observado foi a composição do ar formado por vários gases. Dessa forma, 44% dos alunos apresentaram o conceito esperado da questão, assim como trouxeram exemplos pertinentes. Grande parte dos 28% dos alunos que apresentaram conhecimento razoável da questão, trouxeram apenas exemplos, não fundamentando suas respostas. Seguidos de 16% de alunos que não souberam responder à questão segundo o que se questionava e 12% que não responderam.

Questão 6 - O tratamento de água que a CAESB distribui, consiste basicamente na adição de sulfato de alumínio, cloro, flúor e outros produtos químicos. A água, após o tratamento, classifica-se como:

A. mistura homogênea; B. mistura heterogênea; C. Ligação covalente; D. junção de elementos químicos. Considerando a dificuldade dos estudantes de conseguirem relacionar que a água que chega em suas residências passar por inúmeros tratamentos e adição de solventes antes de chegar em sua residência é uma mistura, a pergunta foi elaborada para eles serem motivados a encontrar e questionar sobre uma possível resposta. A dificuldade de relacionar a água como uma mistura pode se dá principalmente por encontrarmos no cotidiano o conceito errôneo de que a água é algo puro, no sentido de não há nenhuma mistura.

A última questão tentou abordar conceitos trabalhados nas questões anteriores e trouxe em seu comando, algo relacionado a cotidiano dos alunos sendo o fornecimento de água. Por ser uma questão de múltipla escolha, se observarmos figura 7 em um panorama, 56% dos alunos conseguiram responder corretamente à questão. Comparados a 38% dos alunos que não conseguiram chegar à resposta correta, e 4% que por algum motivo não conseguiu responder e deixou em branco a questão.

III.2. Questões sobre o experimento

O experimento durante o encontro virtual do Labmeet, auxiliou a chamar a atenção do estudante e demonstrar um pouco mais de interesse pela disciplina de ciências naturais. A

Figura 7: Alunos que participaram do experimento



Fonte: Os autores.

experimentação faz com que os alunos apresentassem outra disposição, os permitindo ficar mais atento a aula e a participar mais nos momentos de questionamento. Esta atividade pode auxiliar no processo de construção de conhecimentos relacionados ao conteúdo trabalhado com a turma, pois auxilia a desenvolver uma percepção de ciências que as vezes é algo abstrato ao estudante. No experimento foi utilizado materiais que julgou-se de fácil acessibilidade para os alunos como, água, álcool, óleo, corante artificial e recipientes.

Questão 01 – Você conseguiu realizar o experimento durante a aula ou após?

As perguntas elaboradas para o experimento foram também disponibilizadas no ambiente virtual da turma. Dessa forma, os alunos puderam acessar após o momento investigativo e responder de acordo com o que eles conseguiram realizar em suas casas.

Com o intuito de ter conhecimento de quantos estudantes participaram do experimento, a primeira pergunta disponibilizada questionava se o aluno conseguiu reproduzir o experimento em casa durante a aula, junto ao professor.

Dos 25 alunos que participaram do LabMeet, 13 alunos conseguiram realizar o experimento de forma simultânea junto ao professor via transmissão online. Oito alunos não conseguiram realizar em nenhum momento o experimento, apenas acompanharam o desenvolvimento da prática e quatro alunos conseguiram realizar o experimento sozinhos após a aula.

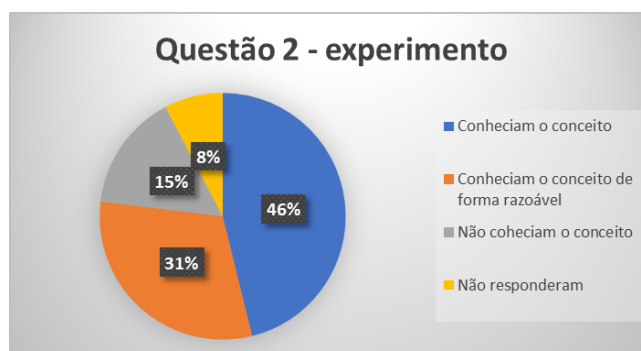
Questão 02 - Por que se forma uma nova cor quando o álcool e a água são misturados?

Aluno A: Por que a água era azul e o álcool vermelho, daí quando mistura eles viram uma mistura homogênea porque o álcool possui água na sua composição.

Aluno K: Por que tinha cores nelas. Vermelha+Azul=Roxo formando o homogêneo.

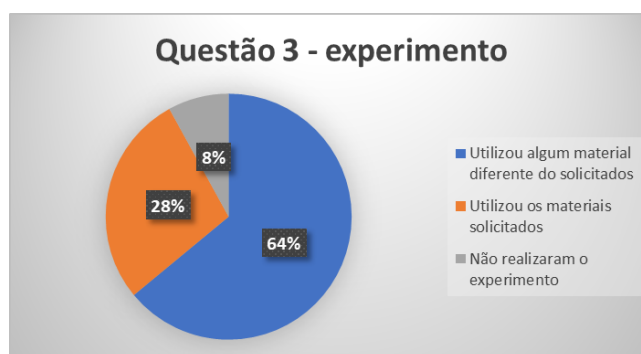
Aluno M: Fiquei com dúvida nessa. Observou-se que mais de 46% dos alunos conseguiram responder à questão de acordo com os conceitos necessários figura 9. 31% apresentaram conceitos razoáveis referente ao que se questionava com respostas instantâneas. 15% não souberam responder e 8% não responderam. Quando observamos a fórmula química do etanol, sua parte de OH é polar e uma das partes da água também é polar, permitindo com que exista sua mistura. Na fórmula química do etanol, a parte OH é polar e é uma das partes da água (H₂O), que é totalmente polar. Por isso álcool e água se misturam. Ao misturar a água que estava com corante azul com o álcool que possuía tonalidade vermelha, foi possível criar uma nova cor a partir da junção das moléculas polares.

Figura 8: *Questão experimento “Por que se forma uma nova cor quando o álcool e a água são misturados?”*



Fonte: Os autores.

Figura 9: *Questão experimento “Você usou algum material diferente do que foi sugerido?”*



Fonte: Os autores.

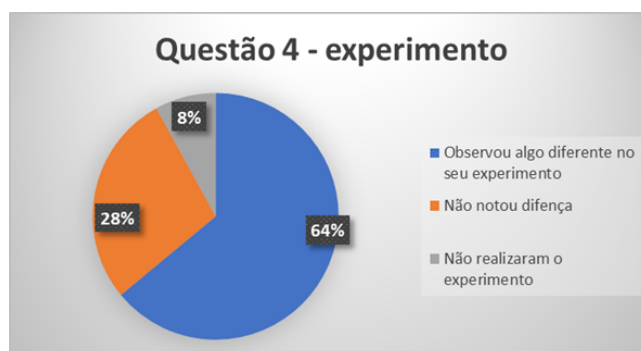
Questão 03 - Você usou algum material diferente do que foi sugerido?

Aluno A: Sim, água com ketchup misturada com álcool. Só tinha corante azul em casa. Ficou roxo. Aluno F: Misturei corante com álcool em gel. Aluno O: Usei azeite de oliva no lugar de óleo. Pela carência de alguns dos materiais para a realização do experimento foi orientado que eles poderiam utilizar materiais que eles julgassem similares ao que foi solicitado. Dessa forma, foi obtido que 64% dos alunos utilizou algum material diferente da prática figura 10. Como substituição dos materiais, tivemos: ketchup, suco de laranja, azeite e álcool em gel. 28% conseguiram utilizar todos os materiais listado para a realização do experimento. Enquanto 8% dos estudantes não conseguiram realizar o experimento.

Questão 04 - Você pôde observar algo diferente do seu experimento comparado com o do professor?

Aluno E: Não notei diferença. Aluno N: Ficou igual. Aluno A: Por ter usado outro ingrediente a coloração ficou um pouco diferente da do professor. Pela carência de alguns dos materiais para a realização do experimento foi orientado que eles poderiam utilizar materiais que eles julgassem similares ao que foi solicitado. Dessa forma, foi obtido que 64% dos alunos utilizou algum material diferente da prática figura 10. Como substituição dos materiais, tivemos: ketchup, suco de laranja, azeite e álcool em gel. 28% conseguiram

Figura 10: *Questão experimento “Você pôde observar algo diferente do seu experimento comparado com o do professor?”*



Fonte: Os autores.

utilizar todos os materiais listados para a realização do experimento. Enquanto 8% dos estudantes não conseguiram realizar o experimento.

III.3. Percepções dos estudantes sobre soluções e misturas

Foi possível perceber por meio das análises de dados que os alunos conseguiram ao final do LabMeet construir conceitos referente ao que é uma solução e o que é uma mistura. No processo de observação dos alunos antes da aplicação do projeto, assim como as falas da professora da turma, notou-se que os alunos haviam dificuldade em relacionar os conceitos trabalhados em sala de aula com processos do cotidiano.

Permitindo acreditar que a reprodução de conceitos distorcidos, associados a disciplina de Ciências, leva a memorização de teorias, além de não favorecer o estabelecimento de relações com o dia a dia (CARNEIRO; RANGEL; LIMA, 2011).

A construção desse conhecimento se deu por meio de diferentes abordagens investigativas, como por exemplo, experimento, leitura de artigo, vídeo investigativo, debate e questionário. Conforme Faleiro et al., (2012) a conexão dos conteúdos exemplos e fenômenos do cotidiano facilita o entendimento do aluno, gerando aprendizagem efetiva e, portanto, duradoura.

As várias respostas em branco que se observou no estudo, assim como as respostas que não apresentavam nenhum conhecimento pode estar relacionadas a dificuldade de aprendizagem desses alunos. Para Castaño (2003), o termo dificuldade de aprendizagem pode ser compreendido como alterações no processo de desenvolvimento do aprendizado da leitura, escrita e raciocínio lógico-matemático. Ao final do último debate sobre os conceitos dos conteúdos trabalhados parte desses estudantes conseguiram responder uma ou duas perguntas que antes não haviam ideia do que se tratava. Evidenciando que diferentes abordagens podem alcançar muito mais alunos a vivenciar o fazer e o entender científico.

III.3.1 Percepções dos estudantes sobre soluções e misturas. As contribuições do ensino investigativo na aprendizagem dos conceitos sobre soluções e misturas

De acordo com Sá e colaboradores (2007), em um ensino que se baseia na investigação, professores e alunos tornam-se mutuamente atuantes na construção de seu conhecimento, sendo que os alunos deixam de ser apenas receptores de informações. Ou seja, “os alunos que são colocados em processos investigativos, envolvem-se com sua aprendizagem, constroem questões, levantam hipóteses, analisam evidências e comunicam resultados” (SÁ et al., 2007);

O ensino investigativo contribui de forma significativa no processo de ensino aprendido relacionado as aulas de ciências, em especial conceitos químicos. Vale ressaltar que a utilização de aulas experimentais lincadas a perguntas investigativas promovem a facilitação da aprendizagem em química. É preciso que o processo investigativo esteja lincada ao processo de debate dos resultados adquiridos para que os alunos possam se apropriar do aprendizado.

Os professores têm o desafio de proporcionar aos alunos um ensino mais instigante, interativo e dialógico, utilizando em sala de aula metodologias de trabalho que ultrapassem os discursos autoritários e dogmáticos (WILSEK; TOSIN, 2009). Dito isso, torna-se necessário evidenciar a importância dessa metodologia para alcançar os objetivos de conhecimento de soluções e misturas.

Os conhecimentos abordados através das atividades investigativas permitiram os alunos a compreenderem processos recorrentes no seu dia a dia, tendo agora a espertiz em pode classificar esses fenômenos.

III.4. As contribuições de uma proposta experimental para o aprendizado dos conceitos sobre misturas e soluções.

No processo de aplicação do LabMeet foi possível avaliar os alunos quanto a sua participação no projeto. Notou-se que eles apresentavam vergonha em conversar e se soltar quando era questionados sobre alguma coisa. Esse acanhamento pode estar relacionado a falta de conhecimento dos conceitos de solução e mistura. Ao final da última aula, foi possível observar que os mesmos alunos que apresentavam dificuldade no início do projeto estavam conseguindo relacionar processos do cotidiano com o conteúdo trabalhado.

O processo para se construir o saber científico permite com que o alunos consigam relacionar a ligação entre a teoria e a prática Nesse sentido, a experimentação possibilita fazer essa relação. Segundo Guimarães (2009, p. 198) “a experimentação pode ser uma estratégia eficiente para a criação de problemas reais que permitam a contextualização e o estímulo de questionamentos de investigação” Dessa forma, o ensino investigativo contribui de forma significativa no processo de construção do conhecimento dos alunos. Dando a oportunidade de se tornarem seres humanos mais críticos, com habilidade de elaborar conceitos definidos através do processo investigativo.

IV. CONCLUSÃO

Os estudos desenvolvidos no projeto LabMeet tiveram como objetivo analisar as concepções dos estudantes sobre materiais e misturas e a sua possível relação com o seu cotidiano por meio da realização de aulas investigativas experimentais.

Dessa forma, LabMeet abordou conceitos de solução e mistura dentro dos pressupostos do ensino investigativo em aulas de ciências nos anos finais do ensino fundamental. O projeto permitiu que os alunos trabalhassem de forma diferenciada nas aulas de ciências e permitiu com que os alunos se tornassem o centro do ensino aprendizagem na busca de associar os conceitos abordados. Os dados analisados permitiram concluir que ao final do projeto os alunos apresentaram desenvolvimento significativo, conseguindo relacionar os conceitos trabalhados em aula com a realidade fora dos muros da escola. Evidenciando a necessidade de se trabalhar propostas investigativas e fazer com que elas sejam mais frequentes no cotidiano escolar. Permitindo que professores e alunos consigam desenvolver juntos habilidades e conhecimentos necessários para uma melhor compreensão da ciência.

Dito isso, é importante ressaltar a necessidade de realizar outros trabalhos para que exista maior reflexão sobre o assunto. Ajudando no processo de avaliar como o ensino investigativo pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem do aluno.

REFERÊNCIAS

ALBRES, Neiva Aquino; SOUSA, Danielle Vanessa Costa. Termo de assentimento livre e esclarecido: uso de história em quadrinhos em pesquisas com crianças. *Sinalizar*, v. 4, p. 1-25, 2019. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/revsinal/article/view/57756/33772>

ATKINS, Petter; JONES, Loretta. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*, 3ª ed., Bookman: Porto Alegre, 2006. Disponível em: <https://www.pdfdrive.com/princ%C3%ADpios-de-qu%C3%ADmica-questionando-a-vida-moderna-e-o-meio-ambiente-e175920179.html>

BASSOLI, Fernanda. Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência(s): mitos, tendências e distorções. *Ciênc. Educ.*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/Mt8mZzjQcXTtK6bxR9Sw4Zg/abstract/?lang=pt>

BRASIL. Ministério da educação. Secretaria da Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais*. 3. ed. Brasília: 2001. 136p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>

CAPELLATO, Patrícia; RIBEIRO, Larissa Mayra Silva; SACHS, Daniela. *Metodologias Ativas no Processo de Ensino - Aprendizagem Utilizando Seminários como Ferramentas Educacionais no Componente Curricular Química Geral*. Research, Society and Development 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/333200472_Metodologias_Ativas_no_Processo_de_Ensino_Aprendizagem_Utilizando_Seminarios_como_Ferramentas_Educacionais_no_Componente_Curricular_Quimica_Geral.

CARMO, Mirian Possar do Carmo; MARCONDES, Maria Eunice. Abordando soluções em sala de aula: uma experiência de ensino a partir das ideias dos alunos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 28, p. 37-41, mai. 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc28/09-AF-1806.pdf>

CARNEIRO, Fernando; JOSELIA Lima. Construção de modelos moleculares para o ensino de Química utilizando a fibra de buriti. *Revista ACTA Tecnológica*, n.6, v.1, p.18-26, 2011. <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNAPI2010/paper/viewFile/413/264>

CASTAÑO, Juan. Bases Neurobiológicas del Lenguaje y Sus Alteraciones. *Revista Neurol.* Buenos Aires: Argentina, 2003; 36 (8): 781-785. Disponível em: <https://www.neurologia.com/articulo/2002206/por>

CARVALHO Ana Maria Pessoa. Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula (pp. 1-20). São Paulo: Cengage Learning. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2940926/mod_resource/content/1/CARVALHO%20Ana%20M.%20ENSINO%20DE%20CIENCIAS%20POR%20INVESTIGAC%CC%A7A%CC%83O%20-cap%201%20pg%20.pdf

COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete; LOURENÇO, Ariane Baffa; SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino de Física nos Anos Iniciais: Análise da argumentação na resolução de uma “atividade de conhecimento físico”. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(2), 489-507, 2012. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/200/135>

CRESWELL, John. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Tradução Magda Lopes. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 296 páginas, 2010. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/les/article/view/11610>

DE MEIS, Leopodo. Ciência, educação e o conflito humano-tecnológico. 2. ed. rev. e ampl., São Paulo: SENAC, 2002.

DIAS, Diogo Lopes. Manual da química. Disponível em: <https://www.manualdaquimica.com/quimica-geral/polaridade-das-moleculas.htm> Acesso em 10 out. 2021.

ECHEVERRÍA, Augustina Rosa. Dimensão Empírico-Teórica no Processo de Ensino Aprendizagem do Conceito Soluções no Ensino Médio. 1993. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação – Universidade de Campinas, Campinas, 1993. Disponível em: http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_076090afe32266e8c3abb0ee84c73291/Description.

FALEIRO, Henrique Faleiro; GONÇALVES, Randys; COSTA, Denys; SANTOS, Mara Núbia; MÁXIMO, Leandro. Concepções sobre química e ensino de química de discentes de uma escola pública de Orizona (Goiás). *Enciclopédia Biosfera*, v.8, n.15, 2012. Disponível em:

<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3770>

FERREIRA, Magdalena Gomes Lopes; FERNANDES, Adriana dos Santos. O uso dos três níveis do conhecimento químico como uma metodologia no ensino e aprendizagem no conteúdo de estequiometria. *Anais do V Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da Universidade Estadual de Goiás (CEPE/UEG): Ciência para redução de desigualdades*, v 5, 2018. Disponível em: <https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/13123>

FREIRE, Paulo. *A educação na cidade*. São Paulo: Editora Cortez, 2001. Disponível em: <http://acervo.paulofreire.org:8080/xmlui/handle/7891/4393>

GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 10, n. 2, p. 227-254, 2005. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/518/315>

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. *Química Nova na Escola*: São Paulo, v. 31, no 3, p.198- 202- 2009 Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc31_3/08-RSA-4107.pdf

IUPAC. *Compendium of chemical terminology (gold book)*. Version 2.3.3, 2014. Disponível em: <https://goldbook.iupac.org/files/pdf/goldbook.pdf>

KOTZ, John.; TREICHEL Jr, Paul; *Química e Reações Químicas*, 5^a. ed., Pioneira Thomson: São Paulo, 2005, vol. 1. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/s0nvnv>

LOCATELLI, Rogério José; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 7(3), 01-18, 2007 Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4031>

MALDANER, Otavio Aloisio. A pesquisa como perspectiva de formação continuada do professor de química. *Química Nova*, São Paulo, v. 22, n. 2, abr. 1999. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/quimicanova.sbq.org.br/pdf/Vol22No2_289_v22_n2_20%2822%29.pdf

MALDANER Otavio Aloisio. et. al. *Pesquisa sobre Educação em Ciências e Formação de Professores*. Em: SANTOS, F. M. T. dos e GRECA, I. M. (org) *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias*. Ijuí: UNIJUÍ, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/HHGsxL3z8FRjFDDLsfY5W6D/?lang=pt>

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. *Ensino de biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo, SP: Cortez, 2009. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001796895>

MEDEIROS, Rosa Medeiros; GOI, Mara Elisângela Jappe. A resolução de problemas articulada ao ensino de química. *Revista Debates em Ensino de Química*, 2021. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/2754>

MENESES, Fábila Maria Gomes de; NUÑEZ, Isauro Beltrán. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. *Ciência e Educação*, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/dh6JQtXfHZtHm7Trzq7TCf/?lang=ptformat=pdf>

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI Lilavate Izapovitz. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. *Química Nova*, vol 23, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/QZSvNkKHJHG3Wk6XsSd7Phb/?format=pdflang=pt>

NIEZER, Tânia Mara; FOGGIATTO, Rosemari Monteiro Castilho FABRI, Fabiane. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade no ensino de soluções químicas: estudo sobre o tratamento da água. *Ibero-Americana de Educação*, 68(1), 81-92, 2015. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/deloslectores/6855.pdf>

PAZ, Gizeuda de Lavor da; PACHECO, Hilana de Farias. Dificuldades no ensino aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresinha. *Simpósio brasileiro em educação em química*. Disponível em: <https://www.uespi.br/prop/siteantigo/XSIMPOSIO/TRABALHOS/INICIACAO/Ciencias%20da%20Natureza/DIFICULDADES%20NO%20ENSINOAPRENDIZAGEM%20DE%20QUIMICA%20NO%20ENSINO%20MEDIO%20EM%20ALGUMAS%20ESCOLAS%20PUBLICAS%20DA%20REGIAO%20SUDESTE%20DE%20TERESINA.pdf>

RAMOS, Luciana Bandeira da Costa; ROSA, Paulo Ricardo da Silva. O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 13, n. 3, p.299-331, 2008. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/444>

SÁ, Janice Alexandra de Oliveira. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. Atas do VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007. Disponível em: <https://www.cecimig.fae.ufmg.br/images/monografias/ENCI/2014/Janice%20Alexandra%20de%20Oliveira.pdf>

SASSERON, Lúcia Helena. e CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica, *Investigações em Ensino de Ciências*, v.16 n.1 pp. 59-77, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>

SANTOS, Wilson; MOL, Gerson. *Química Cidadã: Volume 2: Ensino Médio*. 2. ed. São Paulo: AJS, 2013. FONSECA, M.R.M. da. *Química do cotidiano*. Disponível em: https://issuu.com/neyzanata/docs/livro_de_qu__mica_cidad__vol._2

ZÔMPERO, Andréia de Freitas, FIGUEIREDO; Helenara R. Sampaio; MELLO, Kelly Cristina de. Diferenciação e reconciliação de significados produzidos por alunos dos Anos Iniciais em atividades investigativas: uma abordagem ausubeliana. *Experiências em ensino de ciências*, 8(2), 116-125, 2013. Disponível em: https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID217/v8_n2_a2013.pdf

WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis; TOSIN, João Angelo Pucci. *Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas*. Secretaria de Estado da Educação, 2009. Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf>



VACINAÇÃO EM DEBATE: UMA PROPOSTA DE ENSINO INVESTIGATIVO COM ESTUDANTES DO 7º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

VACCINATION UNDER DEBATE: AN INVESTIGATIVE TEACHING PROPOSAL WITH 7th GRADE STUDENTS FROM ELEMENTARY SCHOOL

L G. SILVA¹, D. Q. BRITO², A. M. RIBEIRO³

¹Curso de Especialização lato sensu em Ensino de Ciências – Ciência é Dez!, Universidade de Brasília

²Curso de Especialização lato sensu em Ensino de Ciências – Ciência é Dez!, Universidade de Brasília

³Instituto de Biologia, Universidade de Brasília

Resumo

Este trabalho consiste na avaliação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) na perspectiva do ensino por investigação e do trabalho em grupo, onde os conteúdos trabalhados situam-se no contexto das argumentações sobre a vacinação. A SEI foi motivada pela pergunta central: “Como a vacinação interfere na saúde coletiva?” e o estudo analisou as respostas iniciais dos alunos do 7º ano do ensino fundamental antes da atividade exploratória, seguidas das hipóteses validadas fornecidas coletivamente para a solução da situação-problema. Ao final, os alunos responderam novamente à pergunta central por meio da construção de um texto de sistematização coletivo, com base nos argumentos partilhados em aula. Observou-se que, por intermédio das interações discursivas realizadas entre os alunos e alunos-professora, os estudantes foram capazes de validar hipóteses que estavam associadas ao contexto da atividade executada, bem como ampliaram suas respostas à pergunta central, relacionando-as com os argumentos utilizados na aula. A abordagem investigativa associada ao trabalho em grupo gerou um ambiente favorável para a proposição e validação de argumentos de forma contextualizada, contribuindo para o desenvolvimento da habilidade EF07CI10-C proposta pela BNCC.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Ensino de Ciências. Vacinação.

Abstract

This paper presents the evaluation of an Inquiry-Based Sequence Teaching (IBST) within the perspective of teaching by research and group work, where the content to be taught was based on the context of the argumentation about vaccination. The class was motivated by a central question: "How does vaccination interfere in public health?". The initial responses were analyzed before the exploratory activity, followed by the validated hypotheses collectively provided for the solution of the problem situation. At the end, the students answered the central question again by constructing a collective systematization text based on the arguments used in class. It was observed that, through the discursive interactions performed among students and teacher-students, the students were able to validate hypotheses that were associated with the context of the activity performed, as well as broadened their answers to the central question, associating it with the arguments used in the class. Teaching by research associated with group work generated a favorable environment for the proposition and validation of arguments in a contextualized way, contributing to the development of the EF07CI10-C skill proposed by BNCC.

Keywords: *Teaching by research. Science teaching. Vaccination.*

I. INTRODUÇÃO

A partir do século XX, intensificou-se um movimento de questionamento acerca do foco no professor durante o processo de ensino-aprendizagem. As abordagens presentes até então, carregavam consigo a supervalorização do papel escolar com a inerente percepção do estudante como um receptáculo vazio, onde, pertencendo à escola, a transformação desse indivíduo, a correção dos problemas sociais, a transmissão da cultura e a modelagem comportamental do aluno (NEVES; DAMIANI, 2006).

A partir dessas inquietações, uma nova proposta começou a ganhar espaço visando inserir o estudante como agente central da construção de seus conhecimentos. Passou-se a defender um posicionamento do aluno que permitisse sua postura ativa no processo de ensino-aprendizagem (SCARPA; CAMPOS, 2018).

Esse movimento questionador na educação se atrelou a ideias construtivistas, embasadas em textos de pesquisadores como Jean Piaget e Lev Vygotsky (SCARPA; CAMPOS, 2018). O construtivismo, então, começou a ser discutido como contraponto às concepções de aprendizagem empiristas e racionalistas (NEVES; DAMIANI, 2006). Embora, a teoria histórico-cultural de Vygotsky não seja considerada construtivista por alguns autores (DUARTE, 1996; NEVES; DAMIANI, 2006), hoje, reconhece-se que estas abordagens podem ser entendidas de forma complementar no processo de ensino e aprendizagem (CARVALHO, 2020).

O construtivismo se apresenta de maneira contrária ao ensino de ciências que ocorre de forma a transmitir aos alunos conceitos abstratos, leis e princípios científicos de forma fatídica, sem problematizações ou contextualizações, dificultando o processo argumentativo dos estudantes (MUNFORD; LIMA, 2007).

Nesta perspectiva, o ensino por investigação contribui como uma abordagem que permite, através de situações-problemas, envolver ativamente os estudantes, pois, o processo investigativo realizado por eles se torna necessário para a resolução das questões tratadas em aula. Para isso, ao estudante deverá ser oportunizada a coleta, análise e interpretação

dos dados obtidos, permitindo que construa suas conclusões e, posteriormente, possa comunicá-las (MELVILLE et al., 2008).

Desta forma, este trabalho analisa uma proposta de aula investigativa que teve o intuito de estimular os alunos a desenvolverem argumentos de forma coletiva. Para tal finalidade, utilizou-se como temática central a vacinação, com base na habilidade EF07CI10-C apresentada na Base Nacional Curricular Comum (BNCC) para o sétimo ano:

Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo, ressaltando seu papel histórico na manutenção da saúde individual e coletiva e na erradicação de doenças. (BRASIL, 2017, p. 347)

Tal temática é importante, pois, o Brasil vivencia uma queda da cobertura vacinal de sua população (CRUZ, 2017). Alguns motivos para essa redução podem ser citados, como: a diminuição da preocupação em vacinar as crianças, visto que, a população de 30, 40 e 50 anos imunizada não conviveu com algumas doenças de cobertura vacinal e não reconhece a importância de vacinar os filhos; e, o modelo brasileiro de atenção à saúde que não valoriza a prevenção, mas, sim, favorece o tratamento de condições agudas (CRUZ, 2017).

Assim, observa-se que doenças antes erradicadas ou controladas no país, como o sarampo, tornam-se reemergentes. Segundo Aps et al. (2018), embora a decisão de vacinar ou não seja individual, ela é influenciada por alguns fatores, como: conhecimento e informação. Portanto, faz-se necessário abordar o tema com os estudantes para que sejam desmitificadas informações falsas e para eles conhecerem os benefícios da vacinação, bem como os malefícios da não vacinação.

Com isso, a pergunta a ser respondida por este trabalho é: "Quais as contribuições para o ensino de ciências da aplicação de uma sequência de ensino investigativa sobre vacinação aplicada em turmas de 7º ano do ensino fundamental de uma escola pública do estado de Goiás?". Os objetivos específicos foram: (1) analisar o envolvimento coletivo dos alunos no desenvolvimento da aula no que tange à proposição de argumentos sobre a importância da vacinação para a saúde coletiva e (2) a validação destes argumentos com base na situação-problema. Considera-se que tal temática também é relevante ao ponderarmos o cenário atual de pandemia e de ampla divulgação de notícias falsas, popularmente chamadas "fake news", que contribuem para a resistência contra a vacinação.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

II.1. Ensino por investigação

Considerando a quantidade de conteúdos diferentes aos quais todos são expostos, bem como a velocidade de produção e compartilhamento dessas informações, busca-se, atualmente, por um entendimento dos processos de obtenção desses conhecimentos em detrimento à obtenção de todos eles, dado que, tal feito seria uma atividade humanamente impossível (CARVALHO, 2020).

Uma vez reconhecida a importância da ciência para a sociedade e da sociedade para a

ciência, bem como as mudanças que ocorrem em ambas ao longo do tempo, é importante oportunizar, no ensino de ciências, o conhecimento não apenas dos conceitos, mas também das construções que envolvem suas formalizações, incluindo a percepção de que ocorre mudança ao longo do tempo na interpretação dos fenômenos naturais e de como eles interferem na sociedade (SASSERON, 2015).

Nesse contexto, o ensino por investigação pode ser considerado uma abordagem que favorece o ensino de ciências. A partir da abordagem investigativa, pode-se identificar alguns processos que envolvem desde a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos até os questionamentos reconstrutivos além do senso comum, onde, para isso, trabalham-se fases de questionamento, argumentação, crítica e validação (GALLIAZI; MORAES, 2002), contribuindo para uma aproximação do ensino de ciências aos modos de construção do conhecimento científico.

É nesta perspectiva que se pode considerar a alfabetização científica como objetivo do ensino de ciências, considerando que, "revela-se como a capacidade construída para a análise e a avaliação de situações que permitam ou culminem com a tomada de decisões e o posicionamento" (SASSERON, 2015, p. 56).

Ao considerar os três eixos estruturantes da alfabetização científica nos planejamentos das aulas, colabora-se para a ampliação e aprofundamento sobre o que é ciência e sua função na sociedade, bem como para a tomada de posição do aluno (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017). Assim, os eixos estruturantes que orientam o trabalho em sala de aula são: (1) "a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais", (2) "a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática", e (3) "o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente" (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 335).

Considerando o ensino por investigação como uma abordagem na qual pode-se implementar diferentes estratégias de ensino, ela se diferencia de um ensino meramente expositivo, principalmente, na proposição de um problema a ser analisado e solucionado (CARVALHO, 2020). Ou seja, o problema deve ser trabalhado de forma a gerar um conflito nos estudantes (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017).

Então, com a finalidade de atingir as diferentes etapas envolvidas no ensino investigativo, pode-se trabalhar as aulas de ciências por meio de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). Em uma SEI, o professor visa identificar os conhecimentos prévios dos alunos, dar condições para a proposição de hipóteses e para a análise do que foi compartilhado por meio de discussões (CARVALHO, 2020).

Os objetivos da SEI podem ser alcançados ao se utilizar: um problema, com o propósito de tornar possível que os alunos formulem e testem hipóteses, contribuindo para passarem da ação manipulativa para a intelectual; uma atividade de sistematização do conhecimento para se expor, em uma linguagem mais formal, o processo executado para a resolução do problema; e, através da contextualização, que possibilita o reconhecimento da importância do conhecimento adquirido socialmente. Assim, é fornecida condição para o desenvolvimento dos conhecimentos científicos dos alunos (CARVALHO, 2020).

II.2. Trabalho em grupo e as contribuições da teoria histórico-cultural

Embora Vygotsky tenha desenvolvido suas pesquisas sobre o desenvolvimento humano e não sobre a construção do conhecimento científico (NEVES, DAMIANI, 2006), seus estudos têm importante contribuição no fazer escolar. Na teoria histórico-cultural, a interação social não se limita às interações humanas, mas também à interação com o contexto cultural, com as informações e, até mesmo, com o ambiente (CARVALHO, 2020).

Para Vygotsky, as transformações entre o ser humano e o meio ocorrem de acordo com os aspectos culturais que se vivencia, através de uma interação dialética entre o indivíduo e o meio sociocultural ao qual pertence. Dessa forma, o ser humano primeiro é um ser social que depois se individualiza, não podendo ser compreendido sem considerar os aspectos de onde está inserido (NEVES; DAMIANI, 2006). Neste contexto, um conceito importante da teoria histórico-cultural é o de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), definida como:

(...) a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (VYGOTSKI, 1991, p. 58)

Em outras palavras, pode-se definir a ZDP como a distância entre o conhecimento já estruturado do aluno e aquilo que ele pode aprender com a ajuda de alguém (SILVA; BIZERRA, 2020). Em sala de aula, cabe ao professor mediar o desenvolvimento dos alunos por meio da ZDP. Neste aspecto, o professor tem o importante papel de auxiliar o aluno a estabelecer os saberes através de ações que não ocorreriam de forma espontânea (NEVES; DAMIANI, 2006).

Cabe ao ensino escolar, portanto, a importante tarefa de transmitir à criança os conteúdos historicamente produzidos e socialmente necessários, selecionando o que desses conteúdos encontra-se, a cada momento do processo pedagógico, na zona de desenvolvimento próximo. (DUARTE, 1996, p. 40)

Segundo o autor, tal seleção é importante para que, no processo de ensino, um conteúdo não seja ministrado além da capacidade cognitiva atual da criança para apropriar-se dele, bem como, no outro extremo, que o ensino não seja supérfluo, não produzindo novas capacidades intelectuais por já estar bem estabelecido na zona de desenvolvimento real do indivíduo (DUARTE, 1996).

Outro aspecto importante da teoria histórico-cultural a se considerar são as interações. As interações aluno-aluno e aluno-professor ganham destaque na relação entre aprendizagem e desenvolvimento, pois, é por meio dessas interações de ajuda com o outro que a ZDP potencializa a formalização de novos significados, bem como a ressignificação dos conhecimentos já estruturados (BASTOS, 2017).

Para Vygotsky, há a compreensão de que a aprendizagem está associada às experiências sociais, onde há a contribuição do outro no desenvolvimento intelectual de um indivíduo.

Ainda considerando o conceito de ZDP, Vygotsky afirma que os processos internos de desenvolvimento que a criança consegue operar quando interagindo com o outro em seu ambiente, quando internalizados por ela, tornam-se parte de seu desenvolvimento independente (VYGOTSKI, 1991, p. 60-61).

É neste contexto que o trabalho em grupo se torna importante em sala de aula. Essa é uma estratégia que fornece um ambiente agradável para os alunos, onde, quando se encontram no mesmo nível de desenvolvimento real, entendem-se com maior facilidade, sendo, às vezes, mais fácil do que entender o professor, fornecendo condições para o desenvolvimento potencial entre os pares (CARVALHO, 2020).

Além disso, o trabalho realizado em grupo permite que o estudante desenvolva uma visão de que a construção do conhecimento é realizada em comunidade e que esses conhecimentos passam por avaliações, contrapondo-se a uma visão de conhecimento estático (CAPECCHI; CARVALHO, 2000).

Nessa perspectiva, cabe ao professor mediar as discussões de maneira a permitir a livre expressão dos alunos no contexto da aula, solicitar esclarecimentos, relacionar as falas dos alunos e resgatar conceitos (CAPECCHI; CARVALHO, 2000). Além disso, o professor deve elaborar questões que orientem os alunos de forma a potencializar o processo de construção de novos conhecimentos (CARVALHO, 2020).

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

III.1. Caso de pesquisa

A aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI) foi realizada em um colégio estadual de Luziânia (GO). O bairro do colégio fica na periferia da cidade, onde residem com muitas famílias de baixa renda que constituem o principal público escolar. Em 2018, o PIB per capita dos moradores de Luziânia correspondeu a R\$ 17.452,11 (IBGE, 2018).

A aplicação da SEI ocorreu durante o período de pandemia da COVID-19 e, por isso, a escola funcionava em regime especial de aulas com apenas 50% dos alunos de cada turma (grupos verde e azul) estudando presencialmente de forma alternada a cada semana. Devido o período ter sido de retorno gradual às aulas presenciais, os alunos que não possuíam autorização formal dos pais para retornarem à escola estavam em regime remoto, atendidos de forma on-line ou com atividades impressas.

A SEI foi aplicada na modalidade presencial em 4 (7^oC, D, E e F) das 6 turmas de 7^o ano da escola por serem turmas de regência da professora-pesquisadora. Participaram da SEI 8 alunos do 7^o C, 8 alunos do 7^o D, 7 alunos do 7^o E e 8 alunos do 7^o F, totalizando 31 estudantes.

III.2. Pesquisa qualitativa

Neste trabalho, realizou-se uma pesquisa qualitativa. A pesquisa qualitativa está embasada na definição de que ocorre dentro de uma perspectiva social, com a participação do pesquisador e considera os contextos das situações observadas sem a pretensão de atribuir relações obrigatoriamente lineares (MAZZOTTI, 1991). Dessa forma, os dados são

predominantemente descritivos, onde a análise e a interpretação perpassam por todos os momentos da investigação (MAZZOTTI, 1991).

Para desenvolver uma pesquisa dentro desses critérios, optou-se por: realizar descrições das situações vivenciadas, relatar produções textuais dos participantes e discutir os resultados com a literatura. Para tanto, a aplicação do trabalho teve autorização da coordenação da escola, bem como os responsáveis dos participantes da pesquisa assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

III.3. Aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

A SEI foi realizada em duas aulas (cada aula de 45 minutos) e em dois dias consecutivos para as 4 turmas. Durante a primeira aula, realizou-se a etapa de sensibilização, onde os estudantes assistiram a um vídeo com o relato de duas pessoas acometidas na infância pela poliomielite (SBIM NACIONAL, 2015). Logo após, os estudantes foram indagados sobre o assunto tratado, bem como sobre a mensagem pretendida com a divulgação da mídia.

Durante a segunda etapa, utilizou-se uma apresentação por slides que continha os objetivos da aula, duas reportagens e as informações relevantes ao tema. O primeiro slide da apresentação possuía os objetivos da aula e foi utilizado para promover um momento de explicação da atividade proposta. O objetivo principal da SEI foi promover a argumentação dos alunos sobre a importância da vacinação para a saúde coletiva, onde, eles deveriam responder à seguinte pergunta: “Como a vacinação interfere na saúde coletiva?”. Ainda nessa etapa, solicitou-se que os estudantes escrevessem suas respostas prévias a essa pergunta em uma folha identificada.

A terceira etapa realizada foi a atividade exploratória constituída da leitura de parte da reportagem “Governo do Amazonas intensifica ações contra o sarampo e convoca população a se vacinar” (SES-AM, 2019). Em seguida, foi realizada a apresentação de informações relevantes do tema por meio da mesma apresentação de slides. As informações estavam relacionadas ao fato de o sarampo ser uma doença com cobertura vacinal, bem como, geralmente, afetar indivíduos apenas uma vez. Após a leitura, realizou-se a primeira questão motivadora: “Como houve um surto de sarampo no país, sendo que a doença possui cobertura vacinal?”.

As hipóteses explanadas pelos estudantes eram escritas no quadro branco para que todos tivessem acesso e para estimular a análise e formulação de argumentos favoráveis ou de contrapontos pelos demais alunos de cada turma.

Na quarta etapa, uma nova informação foi divulgada: o fato de que em 2016 o sarampo foi considerado uma doença erradicada em território nacional. Durante esse momento, novas hipóteses foram formuladas por alguns estudantes e novamente transcritas no quadro branco. As etapas e os objetivos da aula 1 são descritos na tabela abaixo.

Durante a segunda aula, na quinta etapa, as hipóteses traçadas pelos alunos foram reescritas no quadro branco e uma nova reportagem foi apresentada na atividade exploratória: “OMS alerta para proliferação e surto de sarampo na fronteira entre o Brasil e Venezuela” (CHADE, 2018). Neste momento, os alunos foram questionados sobre a associação do surto de sarampo no país com a reportagem.

A sexta etapa e última parte da atividade exploratória instituiu-se como a fase de

Tabela 1: *Etapas da SEI desenvolvidas na aula 1. Elaboração Própria.*

Etapa	Objetivos
1ª etapa: assistir a um vídeo.	Sensibilização ao tema.
2ª etapa: utilização de slides.	Explicitar o objetivo da SEI (argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde coletiva).
3ª etapa: responder à pergunta “Como a vacinação interfere na saúde coletiva?”.	Reconhecer os conhecimentos prévios já estabelecidos dos alunos acerca do tema.
4ª etapa: atividade exploratória. - Leitura da primeira reportagem disponibilizada por meio da apresentação de slides e questionamento “Como houve um surto de sarampo no estado do Amazonas se existe vacinação para a doença?”	Provocar a formulação de argumentos pelos alunos.
5ª etapa: atividade exploratória (contextualização). — Fornecimento de novas informações por meio da apresentação de slides.	Gerar um contraponto para a reanálise dos argumentos propostos até então.

validação. Solicitou-se a análise coletiva de todas as hipóteses do grupo com base nos fatos fornecidos durante às duas aulas, onde, ao final, deveriam selecionar apenas aquelas que poderiam ser validadas por tais informações.

Após todo esse processo, realizou-se a sistematização (sétima etapa). Foi requisitado que os estudantes respondessem novamente à pergunta central da aula: “Como a vacinação interfere na saúde coletiva?”. As contribuições explanadas oralmente por cada aluno foram relacionadas entre si com auxílio da professora e escritas no quadro branco para a formalização de uma resposta coletiva. As etapas e objetivos da aula 2 são descritos na Tabela 2.

Tabela 2: *Etapas da SEI desenvolvidas na aula 2. Fonte: os autores.*

Etapa	Objetivos
6ª etapa: leitura de uma nova reportagem disponibilizada por meio de slides.	Fornecer informações para a validação das hipóteses.
7ª etapa: validação	Analisar as hipóteses compartilhadas a fim de validá-las ou não com base nas informações fornecidas.
8ª etapa: sistematização	Construção de um texto coletivo respondendo à pergunta central da aula com base nos argumentos validados.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela abaixo 3), apresentam-se as respostas individuais obtidas para a pergunta “Como a vacinação interfere na saúde coletiva?” antes de iniciar as discussões coletivas.

Na tabela abaixo 4, apresentam-se as hipóteses das turmas durante a fase exploratória para a pergunta “Como houve um surto de sarampo no estado do Amazonas se existe vacinação?” após a leitura da primeira reportagem. Além disso, observam-se as hipóteses validadas pelos alunos a partir da análise das informações obtidas na segunda reportagem a que tiveram acesso. As hipóteses foram transcritas a partir do registro no quadro branco.

Tabela 3: Respostas individuais por escrito de alguns estudantes à pergunta “Como a vacinação interfere na saúde coletiva?” antes da atividade exploratória. Elaboração Própria.

Turma/ Aluno	Respostas à pergunta “Como a vacinação interfere na saúde coletiva?”
7º D/A.1	“Ela serve para interferir as doenças pra fica seguro.”
7º D/A.2	“A vacinação ela é muito importante pra nossa saúde.”
7º D/A.3	“Ela é importante para não pegar a doença e se prevenir. E a não vacinação atrapalha.”
7º D/A.4	“Ela cria anticorpos e também previne pandemias ou epidemias como a da poliomielite.”
7º D/A.5	“Primeiramente, vacinação não interfere em “nada”, pelo contrário, auxilia na saúde de todos, por exemplo, pessoas que tomaram vacina de febre-amarela, estão se cuidando, evitando essa doença.”
7º F/A.6	“A vacina ela interfere fazendo com que as pessoas fiquem imunizadas para que elas não peguem a doença.”
7º F/A.7	“Para proteção contra doenças.”
7º F/A.8	“Interfere por causa das outras pessoas que não foi vacinada.”
7º F/A.9	“Para que você não pegue sarampo, e para proteger sua família.”
7º C/ A.10	“Vem para prevenir contra doença.”
7º C/A.11	“Se prevenir/prevenção.”
7º C/A.12	“Ela previne que possamos pegar algum tipo de doença. Ela pode evitar sintomas pesados de algumas doenças.”

Na tabela abaixo 5, apresentam-se as hipóteses apresentadas pelas turmas, manifestadas oralmente, para a pergunta “Como a vacinação interfere na saúde coletiva?” antes da atividade exploratória. Além disso, observam-se as hipóteses validadas após a finalização da atividade exploratória. As hipóteses foram transcritas a partir do registro no quadro branco.

Ao final, as hipóteses validadas serviram para a construção dos textos de sistematização da aula e respostas à pergunta inicial, como observado na tabela seguinte (Tabela 6). Os textos foram transcritos a partir do registro no quadro branco.

V. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com base nas respostas observadas na Tabela 3, observa-se que os estudantes apresentavam, antes da aplicação da SEI, ainda que aparentemente numa visão mais individualista, dois entendimentos principais sobre vacinação: o primeiro, de que vacinas são benéficas para a saúde, e, o segundo, de que são utilizadas para prevenção de doenças, o que foi citado em sete das respostas (alunos 3, 4, 6, 9, 10, 11 e 12). Neste contexto, há a contribuição da verificação dos conhecimentos prévios dos alunos para trabalhar no conceito de ZDP. Considerou-se tal conhecimento estabelecido, ou seja, na zona de desenvolvimento real, permitindo o seguimento da SEI.

Tabela 4: Textos coletivos de sistematização. Fonte: Elaboração Própria.

Turma	Textos de sistematização
7º C	“A vacinação auxilia na erradicação de doenças, prevenção, diminuição da transmissão de doenças e quanto mais pessoas vacinadas, menor é a transmissão.”
7º D	“A vacinação previne e erradica doenças, quando a população não se vacina, aumenta o número de casos de uma doença, e dificulta surtos de doenças.”
7º E	“A vacinação dificulta a transmissão de doenças, atua como prevenção, a vacinação dificulta a circulação de doenças entre países e na diminuição da ocupação de hospitais.”
7º F	“Proteção contra doenças, impedir a transmissão e o surgimento de variantes, para a prevenção de doenças e para a proteção daqueles que não podem ser vacinados.”

Tabela 5: Respostas coletivas manifestadas oralmente à pergunta: “Como a vacinação interfere na saúde coletiva?” e a validação das hipóteses. Fonte: Elaboração Própria.

Turma	Hipóteses	Hipóteses validadas
7º C	<ul style="list-style-type: none"> - “Erradicação de doenças.” - “Positiva.” - “Diminuição da transmissão de doenças; - “Quanto mais pessoas doentes, mais os hospitais ficam lotados.” - “Prevenção.” 	<ul style="list-style-type: none"> - “Erradicação de doenças.” - “Diminuição da transmissão de doenças.” - “Prevenção.”
7º D	<ul style="list-style-type: none"> - “Previne doenças.” - “As pessoas param de se prevenir.” - “Diminui as doenças de um país.” - “Auxilia a erradicação de doenças.” - “O sistema imune fica ativo.” - “Quando a população não se vacina, aumenta o número de casos de uma doença.” - “Dificulta surtos de doenças.” 	<ul style="list-style-type: none"> - “Previne doenças.” - “Auxilia a erradicação de doenças.” - “Quando a população não se vacina, aumenta o número de casos de uma doença.” - “Dificulta surtos de doenças.”
7º E	<ul style="list-style-type: none"> - “Dificulta a transmissão de doenças.” - “Nenhuma vacina é 100% eficaz.” - “As crianças (vacinadas) crescem saudáveis e criativas.” - “Diminuição de pessoas doentes.” - “A vacina atua como prevenção.” - “A vacinação dificulta a circulação de doenças entre países.” - “Diminuição da ocupação de hospitais.” 	<ul style="list-style-type: none"> - “Dificulta a transmissão de doenças.” - “Diminuição de pessoas doentes.” - “A vacina atua como prevenção.” - “A vacinação dificulta a circulação de doenças entre países.” - “Diminuição da ocupação de hospitais.”
7º F	<ul style="list-style-type: none"> - “Positivamente.” - “Previne doenças.” - “A população fica protegida e saudável; - “Não vacinação atrapalha.” - “Negativamente (reações).” 	<ul style="list-style-type: none"> - “Previne doenças” - “A população fica protegida e saudável.”

Tabela 6: *Respostas à pergunta “Como houve um surto de sarampo no estado do Amazonas se existe vacinação para a doença?” e a validação das hipóteses. Fonte: Elaboração Própria.*

Turma	Hipóteses	Hipóteses validadas
7º C	<ul style="list-style-type: none"> - “As pessoas não estão se vacinando.” - “O sarampo não é uma doença grave.” - “A vacina não estava funcionando.” - “Alguém de fora estava infectado.” - “Não havia vacina no estado.” - “Não tinha a cobertura mínima da vacina (medo / recusa).” - “A vacina não é 100% eficaz.” 	<ul style="list-style-type: none"> - “As pessoas não estão se vacinando.” - “Alguém de fora estava infectado.” - “Não tinha a cobertura mínima da vacina (medo/queriam).”
7º D	<ul style="list-style-type: none"> - “As pessoas não se vacinaram.” - “Não havia vacina.” - “Migração de pessoas infectadas entre países.” - “A vacinação não era obrigatória.” - “A população estava despreocupada.” 	<ul style="list-style-type: none"> - “As pessoas não se vacinaram.” - Migração de pessoas infectadas entre países.” - “A população estava despreocupada.”
7º E	<ul style="list-style-type: none"> - “Por meio da transmissão entre pessoas.” - “Pessoas que migram entre diferentes países.” - “A população não estava se vacinando.” - “Não havia a vacina (insumos).” - “A população estava despreocupada porque não havia sarampo.” - “Mais crianças estavam sendo infectadas porque o sistema imunológico é mais fraco.” - “Não havia a vacina (insumos).” - “A população estava despreocupada porque não havia sarampo.” - “Mais crianças estavam sendo infectadas porque o sistema imunológico é mais fraco.” 	<ul style="list-style-type: none"> - “Pessoas que migram entre diferentes países.” - “A população não estava se vacinando.”
7º F	<ul style="list-style-type: none"> - “Não havia vacina.” - “Difícil acesso à vacina.” - “Pessoas infectadas aumentam a transmissão.” - “A população amazonense estava abaixo da meta de vacinação (dado obtido por meio de pesquisa de um aluno).” 	<ul style="list-style-type: none"> - “Uma pessoa de fora do Brasil estava infectada.” - “Surgiu novamente o sarampo.” - “Dificuldade de acesso.” - “Um amazonense voltou infectado.” - “A população amazonense estava abaixo da meta de vacinação.” - “Uma pessoa de fora do Brasil estava infectada.”

Também é possível observar que dois alunos (4 e 12), apresentaram respostas que, provavelmente, estão associadas ao atual cenário de pandemia da COVID-19. O aluno 4 cita o papel da vacina em evitar epidemias e pandemias, enquanto o aluno 12 esclarece que algumas vacinas não impedem um organismo de desenvolver uma doença, mas podem auxiliar na prevenção de sintomas mais graves (Quadro 3). Estes argumentos são corroborados com notícias corriqueiramente divulgadas em jornais televisivos sobre a vacina da COVID-19. A partir da teoria histórico-cultural, considerando que um indivíduo se desenvolve ao interagir com o meio cultural em que está inserido (GEHLEN; DELIZOICOV, 2012), observamos a contribuição de um problema contextualizado na argumentação dos alunos.

Durante a quarta etapa da aula 1, com a apresentação da nova informação sobre o sarampo já ter sido uma doença erradicada em território nacional, gerou-se uma situação conflituosa, onde, os argumentos traçados (principalmente associados à não vacinação) não

solucionavam o problema (Quadro 4). Segundo Sasseron (2015), a análise de situações-problema em grupo promove a evidência de diferentes aspectos e interpretações, enriquecendo a argumentação em sala, principalmente, diante de um conflito. Embora tal oposição não tenha surgido, inicialmente, das falas dos estudantes, promoveu uma reanálise das hipóteses até então traçadas.

O fato de a atividade exploratória ser embasada em reportagens também estimulou o engajamento dos alunos por facilitar o processo de contextualização. Observou-se que os alunos demonstraram facilidade para associar a atividade exploratória à realidade vivenciada por eles, como pode-se observar nas ideias relacionadas à COVID-19: “dificulta surtos de doenças” (7º D), “a vacinação dificulta a transmissão de doenças entre países e na diminuição da ocupação de hospitais” (7º E) e “impedir a transmissão e o surgimento de variantes” (7º F) (Quadro 6).

Identifica-se novamente a importância da contextualização para a formulação de argumentos dos alunos, onde, embasam-se desde histórico que vivenciam. Salienta-se, também, a importância do problema contextualizado para o desenvolvimento dos alunos, considerando que, para Vygotsky, o problema faz parte do processo de humanização do indivíduo (GEHLEN; DELIZOICOV, 2012).

A etapa de validação das hipóteses demonstrou a habilidade de análise coletiva dos estudantes, na qual eles conseguiram excluir as respostas que não poderiam ser validadas pelas informações disponíveis. Ações como essa já são esperadas quando se utiliza o trabalho em grupo, pois, essa estratégia contribui para uma convivência cooperativa, respeito a opiniões diferentes, avaliação das afirmações e defesa de pontos de vista (CAPECCHI; CARVALHO, 2000).

Assim, mesmo ideias como: “a população estava despreocupada porque não havia sarampo” (7º E) (Quadro 4), sendo que, de fato, há um entendimento de que a falta de contato com doenças de cobertura vacinal resulta na diminuição da vacinação, e, “quanto mais pessoas doentes, mais os hospitais ficam lotados” (7º C) (Quadro 5), foram retiradas durante a validação, pois, não havia informações que poderiam corroborar com a afirmativa dentro do contexto da aula. Desta maneira, observa-se aqui a capacidade de relacionar dados com afirmações, atitude esta que está envolvida nas atividades argumentativas (SCARPA; SASSERON; SILVA, 2017).

Demonstra-se a capacidade dos alunos de reconhecer uma verdade dentro de um contexto específico, contribuindo para o entendimento de que conhecimentos podem mudar de acordo com a situação trabalhada. Também, pode-se considerar como uma tentativa de credibilizar as hipóteses escolhidas, o que é um objetivo das atividades investigativas (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Salienta-se que nestas análises em que se reconhece a avaliação dos alunos segundo o contexto, observa-se o trabalho com base no segundo eixo estruturante da alfabetização científica, “a compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática” (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 335).

De acordo com Sasseron (2015), a argumentação pode ser utilizada como forma avaliativa da construção de conhecimento, dado que, permite “evidenciar as perspectivas de construção de entendimento de processos, ideias, conceitos e posições”. Com isso, a análise do processo de validação das hipóteses desenvolvida neste trabalho pode ser incluída como parte da

verificação do desenvolvimento argumentativo dos alunos.

As hipóteses validadas pelos estudantes foram utilizadas nas respostas da pergunta inicial (Como a vacinação interfere na saúde coletiva?). Assim, o texto foi coletivamente construído em cada uma das turmas e utilizado na sistematização da aula, visto que, a sistematização realizada coletivamente auxilia na construção de conhecimento, além de permitir a interação aluno-aluno e aluno-professor (CARVALHO, 2020).

Em apenas uma das turmas houve a validação de uma hipótese (“Diminuição da ocupação de hospitais” 7º E) sem relação direta com os fatos fornecidos na atividade exploratória (Quadro 5).

Porém, pode-se associar esse dado às informações amplamente divulgadas acerca da COVID-19, onde, é comum se observar esse entendimento.

Observa-se nos textos de sistematização (Quadro 6), uma visão mais globalizada sobre a função que as vacinas exercem para a saúde coletiva. Isso é observado nas expressões “erradicação de doenças” (7º C), “dificulta surtos de doenças” (7º D), “a circulação de doenças entre países e na diminuição da ocupação de hospitais” (7º E), e “proteção daqueles que não podem ser vacinados” (7º F). Assim, a SEI, no contexto do trabalho em grupo, além de contribuir com o processo de apresentação de diferentes argumentos, propiciou que novas ideias associadas à vacinação fluíssem de respostas de um âmbito mais individual, para um contexto coletivo sobre como as vacinas interferem na sociedade.

VI. CONCLUSÃO

Com este trabalho, foi possível trabalhar com os estudantes do 7º ano do ensino fundamental a importância de os argumentos estarem embasados em fatos, bem como a análise crítica das situações causais de um problema.

Considera-se que a atividade contribuiu para o ensino de ciências sob a perspectiva da alfabetização científica, onde, realizou-se a análise de situação contextualizada que permite a tomada de decisão. Tal feito foi possível devido ao ciclo investigativo ter sido trabalhado dentro da zona de desenvolvimento potencial observada pelas respostas iniciais dos alunos. Além disso, a situação-exploratória permitiu o contato com novas informações, bem como as interações discursivas entre os colegas de classe mediadas pela professora, o que auxiliou na participação para tentar encontrar respostas para a situação trabalhada.

Conclui-se, assim, que a abordagem de ensino por investigação, associada ao trabalho em grupo, propiciou um ambiente favorável para a proposição e validação de argumentos de forma contextualizada, favorecendo o desenvolvimento da habilidade EF07CI10-C proposta pela BNCC. Salienta-se que neste trabalho não se realizou uma avaliação sistemática da qualidade dos argumentos propostos. A gravação e transcrição das aulas poderiam contribuir com este aspecto. Outro ponto de destaque é a pequena quantidade de estudantes em cada turma devido ao momento atípico de retorno às aulas presenciais durante a pandemia. Num contexto normal de sala de aula, onde se trabalha com mais alunos, pode-se dividir os estudantes de uma turma em grupos menores e deixá-los discutir antes de propor seus argumentos para toda a sala.

Dado que o objetivo da alfabetização científica é proporcionar aos estudantes, além do domínio dos conhecimentos científicos, a capacidade de utilizar-se deles para a tomada de

decisões, a sequência de ensino investigativa proposta alcançou os objetivos satisfatoriamente e demonstrou que os processos de ensino aprendizagem desenvolvidos e analisados em aula podem contribuir efetivamente na tomada de atitudes críticas dos alunos diante de situações e notícias, principalmente, no cenário atual de negacionismo científico que desencoraja pessoas a se vacinarem.

REFERÊNCIAS

APS, Luana Raposo de Melo; PIANTOLA, Marco Aurélio Floriano; PEREIRA, Sara Araujo; CASTRO, Julia Tavares de; SANTOS, Fernanda Ayane de Oliveira; FERREIRA, Luís Carlos de Souza. Eventos adversos de vacinas e as consequências da não vacinação: uma análise crítica. *RevSaude Publica*. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v52/pt_0034-8910-rsp-S1518-87872018052000384.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2022.

BASTOS, Ana Paula Solino. Potenciais problemas significadores em aulas investigativas: contribuições da perspectiva histórico-cultural. 2017. 220f. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

BRASIL, MEC, Base Nacional Comum Curricular – BNCC, versão aprovada pelo CNE, novembro de 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 14 set. 2020.

CAPECCHI, Maria Candida Varone de Moraes; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Argumentação em uma Aula de Conhecimento Físico com Crianças na Faixa de Oito a Dez Anos. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 5, n. 2, p. 171-189, 2000. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/592/383>>. Acesso em: 17 out. 2021.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de (Org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

CHADE, Jamil. OMS alerta para proliferação de surto de sarampo na fronteira entre Brasil e Venezuela. *O Estado de S. Paulo*. 10 de abr. de 2018, 09h27. Disponível em: <https://saude.estadao.com.br/noticias/geral,omsalertaparaproliferacaodesurtodesaramponafronteiraentrebrasilevenezuela,70002262250>. Acesso em: 28 out. 2021.

CRUZ, Adriane. A queda da imunização no Brasil. *Consensus*. 2017. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/sites/portal.fiocruz.br/files/documentos/revistaconsensus_25_a_queda_da_imunizacao.pdf>. Acesso em: 14 set. 2020.

DUARTE, Newton. A escola de Vigotski e a educação escolar: algumas hipóteses para uma leitura pedagógica da psicologia histórico-cultural. *Psicologia USP*, São Paulo, v.7, n.1/2, p.17-50, 1996. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/psicousp/article/view/34531>.

Acesso em: 17 out. 2021.

GALLIAZI, Maria do Carmo; MORAES, Roque. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de ciências. *Ciência e Educação*, v. 8, n. 2, p. 237-252. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/rpxWhrW3yfVZHTY9kSVyrsS/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 27 out. 2021.

GEHLEN, Simoni Tormöhlen; DELIZOICOV, Demétrio. A dimensão epistemológica da noção de problema na obra de Vygotsky: implicações no ensino de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 17, n. 1, p. 59-79. 2012. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/207/141>>. Acesso em: 19 out. 2021.

IBGE. Luziânia. 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/luziania/panorama>. Acesso em: 03 abr. 2021.

MAZZOTTI, Alda Judith Alves. O planejamento de pesquisas qualitativas em educação. *Cad. Pesq.*, São Paulo (77): 53-61, 1991. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6208725>. Acesso em: 08 mar. 2022.

MELVILLE, Wayne; FAZIO, Xavier; BARTLEY, Anthony; Jones, Doug. Experience and reflection: preservice science teachers' capacity for teaching inquiry. *J SciTeacher Educ.* 19:477-494. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225613582_Experience_and_Reflection_Preservice_Science_Teachers'_Capacity_for_Teaching_Inquiry. Acesso em: 26 set. 2021.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte. v. 09. n. 01. p. 89-111. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/ZfTN4WwscpKqvwZdxcsT84s/?lang=pt>. Acesso em: 10 out. 2021.

NEVES, Rita de Araujo; DAMIANI, Magda Floriana. Vygotsky e as teorias da aprendizagem. *UNIrevista*. v. 1, n. 2, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.furg.br/bitstream/handle/1/3453/Vygotsky%20e%20as%20teorias%20da%20aprendizagem.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 19 out.2021.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte. [online]. 2015, v. 17, n. spe, p. 49-67. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 11 out.2021.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 13, n.3, p.333-352, 2008. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/336559638_ALMEJANDO_A_ALFABETIZACAO_CIENTIFICA_NO_ENSINO_FUNDAMENTAL_A_PROPOSICAO_E_A_PROCURA_DE_INDICADORES_DO_PROCESSO_Aiming_at_scientific_literacy_in_elementary_school_a_proposal_and_the_search_for_indicato>. Acesso em: 22 out.2021.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*. v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>>. Acesso em: 20 out.2021.

SBIM NACIONAL. 1 Vídeo (4 min). Poliomielite. Publicado pelo canal SBIm Nacional, 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=MORhliCcwAQ&t=3s>>. Acesso em: 28 out. 2021.

SCARPA, Daniela Lopes; CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. *Estud. Av.* 32 (94). Set-Dez. 2018. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/RKrKKvjmY7MX7Q5DChtvN5N/?lang=pt>>. Acesso em: 10 out. 2021.

SCARPA, Daniela Lopes; SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maíra Batistoni e. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. *Tópicos Educacionais*, Recife, v. 23, n.1, p.7-27. 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/topicoseducacionais/article/view/230486/24551>. Acesso em: 20 out. 2021.

SES-AM. Governo do Amazonas intensifica ações contra o sarampo e convoca população a se vacinar. Secretaria de Estado de Saúde do Amazonas. 25 de fev. de 2019, 11h10. Disponível em: <http://www.saude.am.gov.br/visualizar-noticia.php?id=3451>. Acesso em: 28 out. 2021.

SILVA, Renata Custódio da; BIZERRA, Ayla Márcia Cordeiro. A experimentação investigativa como prática de ensino de Química numa perspectiva Ausubeliana e Vygotsky-niana. *Research, Society and Development*, v. 9, n.4, e136942980. 2020. Disponível em:<<https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2980/2193>>. Acesso em: 20 out. 2021.

VYGOTSKI, Lev Semionovitch. A formação social da mente. 4. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1991. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3317710/mod_resource/content/2/A%20formacao%20social%20da%20mente.pdf. Acesso em: 08 out. 2021.



MISTURAÇÃO: UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA SOBRE MISTURAS DE SUBSTÂNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL

MIXING: AN INVESTIGATIVE ACTIVITY ON MIXTURES OF SUBSTANCES IN ELEMENTARY EDUCATION

IARA DIAS DE SANTANA¹, DIANNE MICHELLE ALVES DA SILVA NUVEN¹,
DARLAN QUINTA DE BRITO¹

¹Curso de Especialização lato sensu em Ensino de Ciências - Ciência é Dez!, Universidade de Brasília.

Resumo

O estudo é uma análise de uma sequência de ensino investigativo (SEI) sobre misturas de substâncias com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. O uso de estratégias da SEI, realizada na disciplina de Ciências, foram importantes para a associação dos conceitos trabalhados em sala. Com a SEI foi possível evidenciar os conhecimentos empíricos que foram internalizados pelos estudantes acerca dos tipos de misturas de substâncias homogêneas e heterogêneas e dar um melhor direcionamento às atividades desenvolvidas para auxiliá-los na ressignificação do conhecimento. A avaliação formativa esteve presente durante toda a realização deste estudo como forma de fazer com que o estudante pudesse refletir sobre suas aprendizagens. Apesar das limitações impostas pela pandemia, o estudo proporcionou a participação ativa dos estudantes que desenvolveram habilidades e argumentos científicos. A grande maioria dos envolvidos foi capaz de ressignificar o seu conhecimento prévio sobre misturas de substâncias ao ser incentivado e motivado a criar hipóteses capazes de responder aos problemas presentes em cada etapa da experimentação confrontando-as com as evidências observadas. Após a realização da parte experimental, a maioria dos estudantes foi capaz de descrever corretamente o processo de misturas de substâncias, quando comparada às respostas dadas inicialmente, mostrando que a SEI atingiu satisfatoriamente os objetivos propostos.

Palavras-chave: Ciência. Ensino investigativo. Ensino de química. Experimentação.

Abstract

The study is an analysis of a sequence of investigative teaching (SEI) on substance mixtures with students from the 9th grade of Elementary School. The use of SEI strategies, carried out in the Science discipline, were important for the association of the concepts worked in the classroom.

With SEI, it was possible to highlight the empirical knowledge that was internalized by the students about the types of mixtures of homogeneous and heterogeneous substances and to give a better direction to the activities developed to help them in the resignification of knowledge. The formative assessment was present throughout this study as a way to make the student reflect on their learning. Despite the limitations imposed by the pandemic, the study provided the active participation of students who developed scientific skills and arguments. The vast majority of those involved were able to reframe their previous knowledge about mixtures of substances by being encouraged and motivated to create hypotheses capable of responding to the problems present in each stage of the experimentation, confronting them with the observed evidence. After carrying out the experimental part, most students were able to correctly describe the process of mixing substances, when compared to the answers given initially, showing that the SEI satisfactorily achieved the proposed objectives.

Keywords: *Science. Investigative teaching. Chemistry teaching. Experimentation.*

I. INTRODUÇÃO

Para que o processo de ensino e aprendizagem Ciências seja relevante aos estudantes e propicie uma aprendizagem significativa, ele deve ser desenvolvido a partir da contextualização social e cultural, trazendo assim, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, uma melhor compreensão dos fenômenos (BRASIL, 1997). Nessa contextualização, o estudante é capaz de compreender os conceitos trabalhados em sala e além dos muros da escola, fazendo com que a ciência faça parte do cotidiano (BRASIL, 1997).

O Currículo em movimento da educação básica do Distrito Federal (DISTRITO FEDERAL, 2018) destaca que, ao considerar o contexto social de cada comunidade, tem-se a construção da base à iniciação científica que contribui para a formação integral do estudante. Desse modo, a resignificação do conhecimento por parte do indivíduo, a partir da mediação do professor, torna-o capaz de atuar na realidade na qual está inserido, além de contribuir para o pensamento crítico.

No ensino sobre misturas de substâncias, dentro da disciplina de Ciências no 9º ano do Ensino Fundamental, o ensino por investigação surge como uma importante estratégia didática, levando o estudante a assumir o papel de sujeito ativo no seu processo de construção do conhecimento científico, uma vez que possibilita os alunos relacionarem, decidirem, planejarem, proporem e discutirem, ao contrário do que ocorre na abordagem de ensino tradicional (FERREIRA et al., 2010).

O ensino por investigação utiliza diferentes recursos didáticos, desde que a investigação seja colocada em prática pelos alunos por meio das orientações do professor (SASSERON, 2015). Nessa perspectiva, a abordagem didática investigativa do ensino sobre misturas de substâncias pode ser utilizada para o desenvolvimento científico dos estudantes. Essa abordagem auxilia os estudantes a tornarem-se sujeitos ativos na mobilização de conceitos no processo de ensino-aprendizagem (SASSERON, 2015).

As atividades práticas de ensino de ciências podem ser realizadas em sala de aula, sem a necessidade de roteiros fechados, instrumentos e/ou aparelhos sofisticados em laboratórios

(BORGES, 2002). Logo, a experimentação sobre a mistura de substâncias pode ser realizada no ambiente escolar independentemente de haver ou não um laboratório e, dessa maneira, os estudantes são capazes de criar algumas explicações sobre o experimento e aceitá-las ou refutá-las coletivamente na sala de aula.

O currículo do 9º ano do Ensino Fundamental apresenta alguns conteúdos introdutórios da Química e da Física, os quais são vistos de forma mais aprofundada no Ensino Médio. O ano letivo, geralmente se inicia através da discussão de assuntos básicos de Química, e no segundo semestre finaliza com o estudo de Física (DISTRITO FEDERAL, 2018; MILARÉ & PINHO-ALVES, 2010). Isso pode gerar uma série de inseguranças aos estudantes, pois o tema envolve conceitos não trabalhados anteriormente na disciplina.

Diante disso, é importante que o professor desenvolva algumas estratégias de ensino, apresentando a relevância da Química para sociedade e mostrando como a química está inserida no cotidiano. Deste modo, a sequência de ensino investigativo (SEI) tem grande potencial para auxiliar os alunos na compreensão de temas como a mistura de substâncias diferentes. Assim, com os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, o professor direciona a aula, respeitando as individualidades e diferenças dos participantes para o alcance os objetivos propostos (SASSERON, 2015). Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), “os saberes prévios são considerados determinantes na construção de novos saberes, devendo ser passíveis de problematização”.

Destaca-se a necessidade de elaborar metodologias ativas como o ensino por investigação para a construção do senso crítico dos estudantes e resolução de problemas em sala de aula. Sendo assim, este estudo tem como objetivo analisar uma sequência de ensino investigativo sobre misturas de substâncias para desenvolver a capacidade de resolução de problemas pelos estudantes; promover a assimilação dos conceitos científicos a situações cotidianas e desenvolver a argumentação, a partir da realização de um experimento. Para tanto, a sequência de ensino investigativo foi iniciada com a questão problema: “O que acontece quando misturamos substâncias diferentes?” A partir disso, os estudantes foram desafiados a criar uma hipótese, na qual foram capazes de solucionar o problema proposto, utilizando o seu conhecimento acerca do assunto.

Com a SEI, pretende-se também contextualizar os conceitos envolvidos no processo de aprendizagem dos conhecimentos, de modo que a internalização dos conceitos sobre o tema proposto passe a ocorrer sem a necessidade de memorizá-los, já que o estudante é capaz de relacioná-los no dia a dia, como as misturas encontradas na cozinha. Com os resultados da experimentação, é possível realizar novas discussões e sistematizar o conhecimento para que os conceitos que envolvam o tema sobre misturas de substâncias sejam contextualizados e exemplificados para uma melhor compreensão (FERREIRA et al., 2010). Desse modo, a avaliação faz com que o aluno reflita sobre os conhecimentos adquiridos e ressignificados.

II. BREVE HISTÓRICO ACERCA DAS METODOLOGIAS DE ENSINO

O primeiro método de ensino instituído no Brasil estava sob a tendência liberal tradicional, em que o papel da escola consistia na preparação intelectual e moral do indivíduo, formando assim sujeitos com papéis pré-determinados na sociedade (LIB NEO, 1983 p. 4). Na relação professor-aluno, tem-se a ênfase na autoridade do professor e os alunos

como meros receptores do conhecimento, sem haver a troca de experiências e/ou discussões acerca dos conteúdos abordados durante a aula (LIB NEO, 1983). O conhecimento científico passado pelo professor era absorvido como verdade absoluta pelo estudante que, por meio da repetição de conceitos ou fórmulas, memorizavam os conteúdos.

Mudanças no cenário educacional tem sido tema de muitos estudos, no entanto, é importante destacar o papel dos professores como principais atores deste cenário. O docente é uma peça fundamental no processo de transformação educacional (GUIMARÃES; ECHEVERRÍA; MORAES, 2006). É preciso repensar a atividade pedagógica com vista à capacidade dos estudantes em transformar o mundo (MALDANER, 2003). Nesse contexto, Azevedo (2004) assume que “os professores devem assumir um papel de questionador, conduzindo perguntas, propondo desafios e estimulando o desenvolvimento intelectual dos alunos”.

Com interesses voltados à formação intelectual do indivíduo, em vez do seu desenvolvimento pleno, o ensino tradicional é fechado com avaliações totalmente somativas e voltadas ao caráter quantitativo, com foco no resultado (SAVIANI, 2009). Nesse método, as avaliações servem para classificar quem melhor memorizou o conteúdo, ou seja, o processo de avaliação da aprendizagem faz uso de trabalhos, nos quais o conhecimento do aluno é mensurado pela importância da sua nota, e deixando em segundo plano o “compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo natural, social e tecnológico” (BRASIL, 2000).

Nessa perspectiva de ensino, o estudante passa a memorizar os conceitos relacionados ao conteúdo sobre misturas de substâncias, porém não é capaz de evidenciá-los no seu dia-a-dia. Assim, os conhecimentos, passados pelo professor em aulas expositivas, são aprendidos e utilizados na própria escola por não dialogarem com a realidade do estudante. Apesar de estar presente em apenas algumas unidades de ensino básico, o uso de metodologias ativas de ensino, como a investigativa, é capaz de atender às demandas de desenvolvimento da educação, acompanhando os avanços técnico-científicos da atualidade, e tende a melhorar o ensino-aprendizagem dos estudantes, particularmente na área de Ciências (NAVARRO, 2005).

O ensino por investigação trabalha a curiosidade do estudante para a resolução de problemas que são trazidos pelo professor como forma de incentivá-los na busca pelo conhecimento científico (CARVALHO, 2018). Desse modo, o estudante cria hipóteses ou teorias que respondem o problema proposto, buscando explicações com base em evidências científicas. Assim, o professor acompanha a construção de novas concepções a partir dos conhecimentos prévios do aluno no processo investigativo e levando em consideração a liberdade intelectual de todos envolvidos (CARVALHO, 2018). A investigação não envolve apenas conceitos, mas também debates, reflexões e tomadas de atitude (SASSERON; MACHADO, 2017).

O conteúdo misturas de substâncias, que está inserido na temática de Matéria e energia, contém os tipos de misturas homogêneas e heterogêneas. Conforme Base Nacional Comum Curricular, o estudante deve saber “classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia, etc.)” (BRASIL, 2018). De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, para que estudantes tenham uma aprendizagem significativa, é necessário que tenham oportunidade de conhecer os exemplos

de misturas homogêneas e heterogêneas, e esteja apto a compreender uma grande variedade de fenômenos que integram o tema na natureza (BRASIL, 1997).

As misturas são formadas por duas ou mais substâncias diferentes e são classificadas em homogêneas ou heterogêneas (CARNEVALE, 2018). As misturas homogêneas apresentam uma única fase, não sendo possível diferenciar as substâncias a olho nu. Já as misturas heterogêneas apresentam duas ou mais fases, sendo possível perceber a diferença entre as substâncias a olho nu (CARNEVALE, 2018). Exemplificar os tipos de misturas com contextualização faz com que o estudante reflita sobre as misturas de substâncias presentes no cotidiano.

A SEI proposta é capaz de fornecer circunstâncias para que o tema sobre misturas de substâncias seja analisado à luz dos conhecimentos científicos, envolvendo, conceitos ou aspectos do próprio fazer científico (SASSERON, 2015). Segundo Cruz (2010, apud VEIGA 2012, p. 192), a problematização possibilita ao estudante uma reflexão sobre os problemas e as suas possíveis soluções. Assim, o estudante consegue ter mais clareza sobre o desafio proposto, ao ser incentivado a investigar para solucionar esses problemas. Neste ponto, é essencial que o professor direcione os conteúdos propostos, tendo como base os conhecimentos empíricos que o aluno possui sobre o tema.

Com a experimentação, o estudante pode testar suas hipóteses, construídas a partir da problematização. Assim, o estudante consegue fazer ligações entre o conhecimento prévio, a prática realizada e a aquisição de novos conhecimentos fazendo uma ponte entre eles. Desse modo, a contextualização do tema leva o estudante à aprendizagem significativa, ancorada em conceitos relevantes preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz (GUIMARÃES, 2009).

Para avaliar a aprendizagem dos estudantes, é importante utilizar um método avaliativo que o faça refletir sobre suas aprendizagens. Assim, a avaliação tem a função de investigar a qualidade do desempenho dos alunos, para que o professor seja capaz de intervir na melhoria dos resultados, caso haja a necessidade (LUCKESI, 2013).

III. CONTEXTO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

III.1. Estudo de caso

A SEI foi aplicada no Centro de Ensino Fundamental 04 do Paranoá, que pertence à Região Administrativa do Paranoá (RAVII) do Distrito Federal com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental Anos Finais. Ao todo, 7 turmas participaram do estudo com uma média de 20 alunos por turma. Conforme os protocolos da pandemia Covid-19, cada turma da escola foi dividida em dois grupos alternados. Por esse motivo, o estudo foi planejado para ocorrer em quatro aulas presenciais, de 40 minutos, sendo ministrado de forma investigativa aos estudantes do Grupo 1. O tempo de aula mostrou-se suficiente para trabalhar as atividades propostas que foram repetidas aos alunos do Grupo 2 na semana seguinte.

A SEI foi iniciada com a professora apresentando o tema sobre misturas de substâncias aos estudantes (Tabela 1). Em seguida, a apresentação da questão-problema: “O que acontece quando misturamos substâncias diferentes?” foi iniciada fazendo com que o

estudante buscasse os seus conhecimentos prévios para criar hipóteses acerca da temática. Essa problematização incentiva a reflexão dos estudantes em busca de respostas (VEIGA et al., 2012).

A criação de hipóteses pelo estudante é o passo inicial para resolver a questão problema. Igualmente, traz ao professor o diagnóstico acerca dos conhecimentos prévios internalizados pelo estudante acerca do tema, para que, a partir de então seja possível dar um melhor direcionamento à SEI (CARVALHO, 2018). Outros diagnósticos também são realizados no decorrer do estudo, a partir da introdução de novos questionamentos ao longo das aulas, com esse mesmo fim.

III.2. Atividade proposta

Os materiais do experimento foram apresentados aos estudantes (água, álcool, óleo vegetal, 3 copos de vidro de 300 ml, corantes de cores diferentes). Vale ressaltar que os materiais utilizados na experimentação são todos de fácil acesso.

O ensino por investigação pressupõe a colaboração ativa do estudante nas etapas da experimentação (SASSERON, 2015, p. 58). Desse modo, após as orientações do professor, cada etapa da experimentação foi realizada pelos estudantes de modo que eles construíssem ativamente o seu entendimento sobre os conhecimentos científicos, conforme a Tabela 2.

Para cada uma das etapas, foram levantadas indagações (Tabela 2), pois o estudante ao ser instigado, através de argumentação e da proposição de questões e levantamentos de hipóteses, realiza a atividade experimental com uma investigação fundamentada em suas ações durante o processo (DRIVER et al., 1999 apud PEREIRA et al., 2010).

Os estudantes participaram ativamente da realização do experimento que teve início com o tingimento da água e do álcool, com cores diferentes, para posteriormente serem despejados em 2 copos diferentes, deixando um dos copos por último na experimentação (Figura 1).

Na etapa seguinte, o óleo foi colocado no copo com a água e também no copo com o álcool. Antes da efetivação da etapa, os estudantes foram questionados sobre o que ocorria se misturar o óleo com a água e, posteriormente, o óleo com o álcool (Tabela 2). Para a última etapa da experimentação, os estudantes colocaram no terceiro copo a água e o álcool, mas não sem antes serem indagados sobre o que resultaria desse processo. Os dados foram analisados a partir do questionário (Apêndice A) que foi entregue aos alunos após o experimento. Assim, mais conhecimentos prévios acerca do tema foram levantados.

A sistematização ocorreu com a finalização da experimentação e análise dos resultados obtidos com os alunos. A sistematização teve início com a discussão dos resultados onde os alunos tiveram a liberdade de expor suas hipóteses e teorias capazes de solucionar a questão-problema (CARVALHO, 2018). Por meio de uma apresentação no projetor, a professora expôs conceitos contextualizando-os e ligando-os aos resultados obtidos com a experimentação, além de abordar outras misturas de substâncias conhecidas.

Aula	Estratégias	Descrição da atividade	Objetivos
1 ^a	Introdução ao tema; Levantamento dos conhecimentos prévios.	Conversa inicial sobre o que o estudante compreende por misturas de substâncias. Apresentação da questão problema: "O que acontece quando misturamos substâncias diferentes?". Os estudantes criam hipóteses para responder à questão-problema.	Fazer o levantamento dos conhecimentos prévios acerca do tema proposto;
2 ^a	Realização do experimento.	Apresentação dos materiais do experimento; Realização do experimento pelos estudantes, com as orientações da professora; Indagações realizadas ao longo das etapas do experimento.	Continuar o levantamento dos conhecimentos prévios acerca do tema proposto; Levar o estudante a participar ativamente do processo de experimentação; Colocar em prática a SEI; Instigar o aluno a buscar solucionar os problemas propostos em cada etapa da experimentação; Incentivar o estudante a observar os fenômenos da experimentação.
3 ^a	Sistematização do conhecimento.	Discussão e análise dos dados dos resultados da experimentação; Apresentação dos tipos de misturas de substâncias; Exemplificação de tipos de misturas de substâncias para além dos resultados obtidos com a experimentação.	Auxiliar na ressignificação do conhecimento com a aquisição de conhecimento científico; Contextualizar o tema para que o estudante seja capaz de associar as misturas de substâncias presentes em seu cotidiano.
4 ^a	Avaliação.	Observação do interesse, a motivação e o envolvimento dos alunos na realização das atividades; Resultado da pesquisa realizada pelos estudantes de exemplos de misturas de substâncias presentes na cozinha de sua residência.	Avaliação formativa para acompanhar a evolução do estudante a cada etapa de aplicação deste estudo; Acompanhar o processo de ressignificação do estudante sobre mistura de substâncias e a internalização de conceitos através da pesquisa proposta.

Tabela 1: Cronograma descritivo das atividades investigativas sobre mistura de substâncias.

Procedimentos	Objetivos/Estratégias utilizadas
Tinja da água e do álcool;	Diferenciar as substâncias para melhor visualização do resultado final.
Coloque a água em metade de um copo e o álcool na metade do outro copo;	Evidenciar as misturas com duas ou mais fases visuais.
Separe o terceiro copo;	Evidenciar a mistura que possui apenas uma fase visual.
Coloque o óleo no copo com a água;	O que acontece se colocarmos o óleo no copo com a água?
Coloque o óleo no copo com o álcool;	O que acontece se colocarmos o óleo no copo com o álcool?
Coloque a água e o álcool no terceiro copo;	O que acontece se colocarmos a água no mesmo copo que o álcool?

Tabela 2: Etapas do experimento e as estratégias utilizadas para cada uma das etapas.

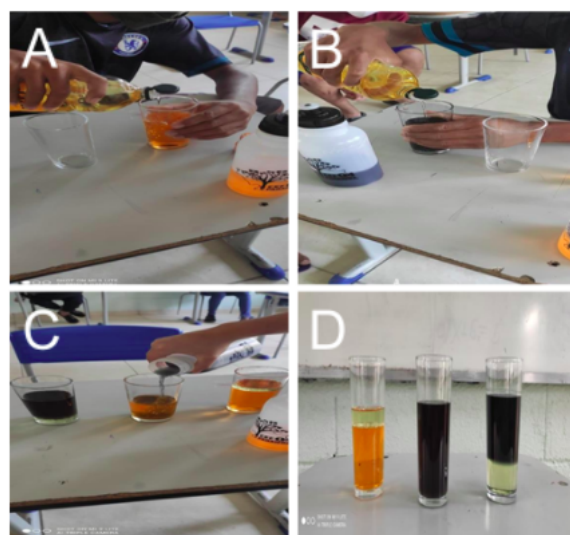


Figura 1: Realização do experimento: A- Colocando o óleo junto com a água B- Colocando o óleo junto com o álcool; C - Colocando o álcool junto com a água e D – Os três tipos de misturas. Fonte: banco de dados dos autores.

III.3. Processo de avaliação

A aprendizagem de conceitos acontece através da relação das novas informações com os conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva do indivíduo (GUIMARÃES, 2009). Com esse intuito, discussões realizadas no decorrer da SEI permitiram à professora perceber tanto as concepções prévias quanto a aquisição e ressignificação dos conhecimentos dos estudantes.

A avaliação formativa está presente na SEI, pois, a professora consegue perceber se as suas ações pedagógicas estão atendendo às necessidades dos estudantes (CASTRO; SILVA; RODRIGUES, 2021). A ressignificação do conceito de misturas de substâncias pelos estudantes pode ser evidenciada com a aceitação ou não das hipóteses criadas inicialmente para responder à questão problema. Assim, o professor é capaz de perceber se a SEI utilizada foi o suficiente para levar o estudante a compreender o tema proposto.

Um questionário avaliativo (Apêndice B) foi entregue aos estudantes que puderam descrever o processo de observação e suas argumentações tanto sobre a experimentação como sobre o tema proposto. Dessa maneira, foi possível analisar as fragilidades das atividades para que fossem trabalhadas alternativas para que os estudantes internalizassem as misturas de substâncias, como uma pesquisa sobre as misturas presentes em sua residência.

IV. RESULTADOS

Ao tentarem responder à questão-problema a partir de seus conhecimentos prévios, constatou-se que 55% dos alunos afirmaram a mistura como resultado, 20% deles citaram reações químicas e 25% não foram capazes de levantar hipóteses sobre o tema (Figura 2).

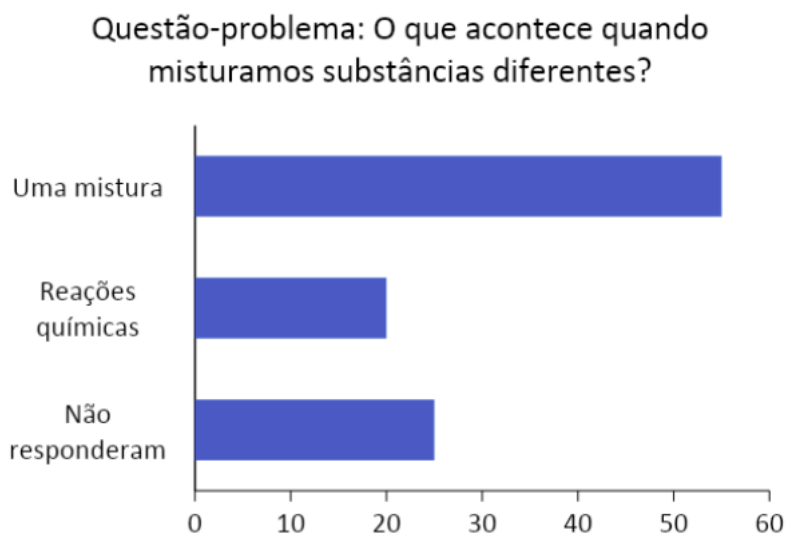


Figura 2: Levantamento de respostas iniciais para a questão-problema. Fonte: dados da pesquisa.

Muitos estudantes apresentaram conhecimentos prévios inadequados sobre misturas de substâncias. Constatou-se que a grande maioria dos estudantes (90%) apontou o copo com

água e álcool como sendo mistura, enquanto 70% dos alunos não identificaram os copos com água e óleo ou álcool e óleo como sendo mistura (Figura 3).

Dentre os estudantes que deram a resposta de reações químicas (Figura 2), alguns alunos afirmaram que ocorreria uma explosão como resultado da mistura de substâncias diferentes. Já dentre os estudantes que não responderam, afirmaram que não tiveram contato anterior com o tema e, por esse motivo, não saberiam como opinar.



Figura 3: Levantamento dos conhecimentos prévios sobre misturas de substâncias. Fonte: dados da pesquisa.

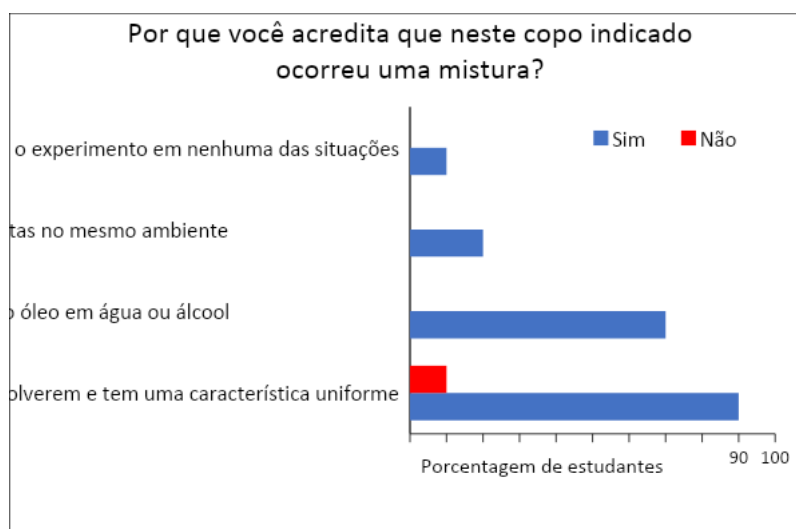


Figura 4: Principais respostas dos estudantes sobre o que explica a mistura de substâncias diferentes. Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com a Figura 3, os alunos que identificaram o copo com água e álcool como sendo mistura, cerca de 90% dos estudantes justificaram que o fato da água e o álcool se dissolverem e apresentarem uma característica uniforme fez com que no copo houvesse mistura, o que não acontece nos demais copos do experimento. Isso reforça o argumento de que, para a maioria dos estudantes, somente a mistura homogênea era internalizada. Já os alunos que não identificaram os copos com água e óleo ou álcool e óleo como sendo

mistura, cerca de 70% dos estudantes justificaram que o fato de não haver dissolução do óleo em água ou álcool fazia com que os resultados apresentados não fossem misturas.

Apenas alguns alunos, cerca de 20%, justificaram que apesar dos copos com água e óleo ou álcool e óleo não apresentarem uma característica uniforme, tratam-se de misturas, pois as substâncias estão juntas no mesmo ambiente (Figura 4). Dentre os estudantes participantes do estudo, 10% não foram capazes de justificar sobre o experimento em nenhuma das situações.

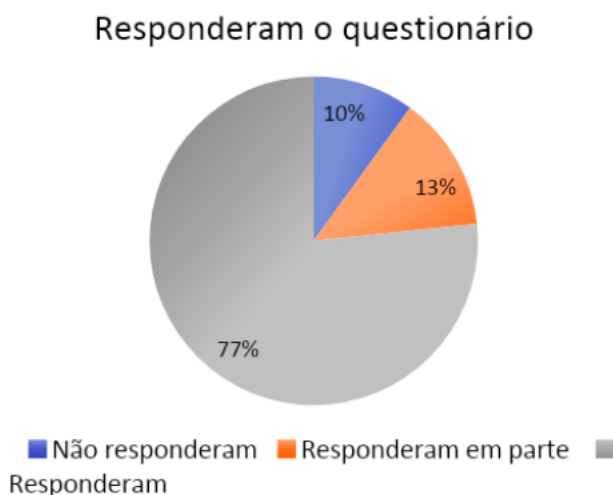


Figura 5: Percentual das respostas do Questionário (Apêndice B). Fonte: dados da pesquisa.

Conforme a Figura 5, 10% dos estudantes não realizaram as atividades do questionário. 13% realizaram em parte o questionário, enquanto a maioria (77%) foi capaz de realizar as atividades do questionário. Por outro lado, cerca de 10% dos estudantes não foram capazes de realizar a atividade sozinha, enquanto 35% deles precisaram de ajuda, pelo menos uma vez, durante a realização da atividade (Figura 6).

Os estudantes (em sua maioria) foram capazes de descrever com suas palavras, o que acontecia com a mistura de substâncias diferentes (Figura 4), e de diferenciar os dois tipos de misturas apresentadas em suas observações, como sendo heterogênea ou homogênea, após a sistematização do conhecimento.

V. DISCUSSÃO

Ensinar química por meio da experimentação contextualizada é importante para que o estudante internalize os conceitos no momento em que é capaz de reconhecê-los no cotidiano. Quando o estudante associa as misturas de substâncias presentes na cozinha de casa, temos a aprendizagem significativa e os seus conceitos científicos trabalhados ultrapassam muros da escola (FERREIRA et al., 2010).

Segundo Sasseron (2015, p. 60) “promover interações discursivas contribui diretamente para o desenvolvimento do pensamento e, conseqüentemente, para o desenvolvimento intelectual”. Quanto ao ensino de química, Trevisan e Martins (2006, apud VEIGA et

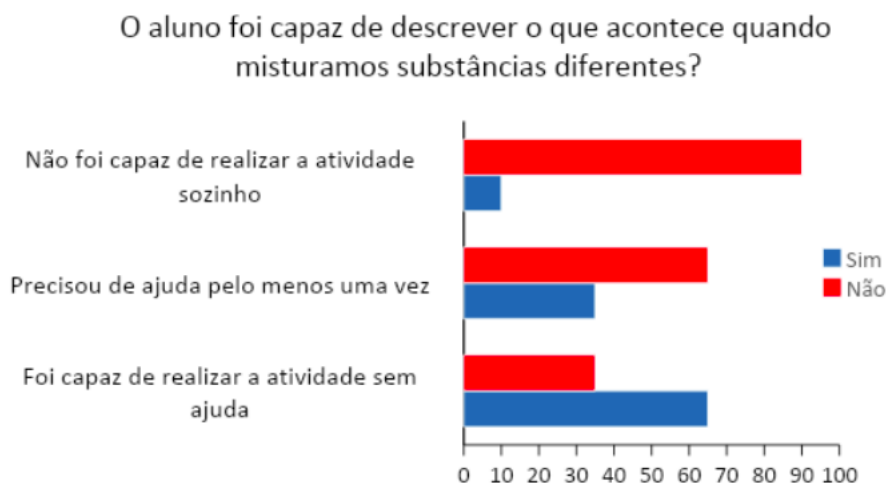


Figura 6: Percentual sobre as hipóteses levantadas sobre o que acontece quando substâncias diferentes são misturadas. Fonte: dados da pesquisa.

al., 2012) abordam a necessidade de que o processo ensino-aprendizagem seja de forma contextualizada, ligando o ensino ao cotidiano do aluno. Assim, diagnosticar o que o aluno compreende sobre misturas de substâncias parte do princípio do que ele entende sobre o assunto, a partir do que está presente ou não em sua rotina.

É evidente que a maioria dos estudantes carrega consigo conhecimentos empíricos sobre misturas de substâncias (Figura 3). Para a maioria deles, precisa haver a dissolução das substâncias envolvidas na experimentação, demonstrando que somente a mistura homogênea foi internalizada. Logo, misturas heterogêneas não eram associadas como sendo um tipo de mistura por apresentar mais de uma fase visual. Isso reforça a necessidade de romper com práticas didáticas não contextualizadas levando o estudante à não compreensão dos conceitos químicos por não fazerem parte da sua realidade (SASSERON, 2015).

No entanto, com a exemplificação de misturas heterogêneas, que apresentam duas ou mais fases, os estudantes perceberam que dois dos resultados expostos são exemplos deste tipo de mistura. Isso evidencia a importância de trazer para o ensino de Química em Ciências atividades que dialoguem com o cotidiano do estudante. Logo, ele consegue descobrir o conteúdo principal ao longo do processo de experimentação e, assim, fazer com que os novos conhecimentos se relacionem com as concepções (GUIMARÃES, 2009).

Na Figura 6, é possível verificar que a SEI atingiu os seus objetivos ao possibilitar os estudantes construírem o conhecimento científico ao passar por cada etapa proposta da experimentação (Tabela 2) na busca pelas respostas, conforme Ataíde e Silva (2011). A sistematização, direcionada pela professora, partiu da experimentação que observa o fenômeno e desenvolve sua hipótese para explicar as causas dos fenômenos. Assim, o estudante é levado a trabalhar suas habilidades práticas e argumentativas ao propor a melhor explicação possível às questões levantadas pela professora, conforme Carvalho (2018).

Após a sistematização do conhecimento, a maioria dos estudantes foi capaz de descrever o processo de misturas de substâncias sem dificuldades, se comparado com as respostas dadas inicialmente, mostrando que a SEI se mostrou eficaz para atender os objetivos

propostos. Para um melhor direcionamento da atividade investigativa, o professor deve considerar que qualquer observação depende fortemente do conhecimento prévio e das expectativas do observador (HANSON, 1958 apud BORGES, 2002 p. 301; CHALMERS, 1993).

Após a atividade de experimentação, é aconselhável a realização de discussões dos resultados obtidos no processo e das limitações da atividade prática (BORGES, 2012, p. 311). Exemplificar, discutir e instigar o estudante a pesquisar mais sobre o assunto de misturas de substâncias, além dos conceitos que fazem parte do tema, leva o estudante a aprimorar o seu conhecimento científico. Para tanto, trabalhar o conceito de misturas, assim como, os tipos de misturas evidenciadas com o desfecho alcançado na experimentação proporcionou os estudantes ressignificarem o conhecimento empírico existente até então com a discussão das evidências observadas, o que foi evidenciado tanto pelo questionário quanto pela avaliação formativa (LUCKESI, 2013).

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensino tradicional, que traz uma forma de ensinar engessada, centrada no professor e preocupada com o conteúdo, acaba por trazer o Ensino de química baseado em aulas expositivas com conceitos que não dialogam com o cotidiano dos estudantes. Desse modo, o estudante não é capaz de evidenciar os conceitos trabalhados em sala presentes no dia a dia.

A metodologia ativa, que faz parte do processo de ensino-aprendizagem da SEI proposta, coloca o aluno no centro. Sendo assim, incentivar, motivar e instigar o estudante a resolver os problemas propostos pelo professor faz do aluno o sujeito ativo no processo do desenvolvimento de seu conhecimento científico, a partir da contextualização dos assuntos a serem trabalhados.

A SEI sobre misturas de substâncias foi iniciada com o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes envolvidos, a realização de um experimento simples com materiais de baixo custo e fácil acesso pelos estudantes em sala de aula, seguida da sistematização das observações e avaliação do processo.

Com a SEI proposta, foi possível perceber os conhecimentos empíricos internalizados pelos estudantes sobre os tipos de misturas homogêneas e heterogêneas, o que possibilitou um melhor direcionamento das atividades. A avaliação formativa acompanhou todo o processo para que os estudantes pudessem refletir sobre suas aprendizagens dentro da metodologia adotada.

Apesar das limitações decorrentes da pandemia, que dividiu os estudantes em grupos revezando a presença na escola a cada semana, a SEI foi capaz de proporcionar a participação ativa dos estudantes e ressignificar os seus conhecimentos prévios acerca de misturas de substâncias. Ao serem instigados a elaborar hipóteses em cada etapa da experimentação e as confrontarem com as evidências observadas, eles desenvolveram as habilidades e argumentos científicos trabalhados em conjunto com os demais colegas.

REFERÊNCIAS

- NAVARRO, María Elena Acosta. Tendencias pedagógicas contemporáneas: La pedagogía tradicional y el enfoque histórico-cultural. Análisis comparativo. *Revista cubana de Estomatología*, v. 42, n. 1, p. 0-0, 2005.
- ATAIDE, Márcia Cristiane Eloi Silva; DA CRUZ SILVA, Boniek Venceslau. As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. *HOLOS*, v. 4, p. 171-181, 2011.
- AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. 1980.
- AZEVEDO, Maria Cristina P. Stella de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In.: CARVALHO, A. M. P. (org.). *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Thomson, 2004. p. 19-33.
- BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRASIL, Parâmetros Curriculares Nacionais. Apresentação dos temas transversais. Secretaria de Educação Fundamental, Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.
- DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Currículo em Movimento do Distrito Federal: Ensino Fundamental anos iniciais - anos finais, 2018.
- CARNEVALE, Maria Rosa. *ARARIBÁ MAIS CIÊNCIAS-9º Ano*. 1ª Edição. São Paulo: Editora Moderna, 2018.
- CASTRO, Sara Silva de; SILVA, Debora de Sena; RODRIGUES, Mayara Souza. A IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO FORMATIVA PARA A APRENDIZAGEM. In: *Anais do Congresso Nacional Universidade, EAD e Software Livre*, 2010. Disponível em: <<http://www.periodicos.letras.ufmg.br/index.php/ueadsl/article/view/18180>> Acesso em 17 out.2021.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 765-794, 2018.
- FERREIRA et al. Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada. *Química nova na Escola*, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.
- GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa. *Química nova na escola*, v. 31, n. 3, p.

198-202, 2009.

LIBANEO, José Carlos. Tendências pedagógicas na prática escolar. Revista da Associação Nacional de Educação–ANDE, v. 3, p. 11-19, 1983.

LUCKESI, Cipriano Carlos. Avaliação da aprendizagem escolar: Estudos e proposições. São Paulo: 2013. Disponível em:<https://books.google.com.br/books/about/Avalia%C3%A7%C3%A3o_da_aprendizagem_escolar.html?id=uNTDAwAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false> Acesso em: 17 nov. 2021.

MILARÉ, Tathiane; ALVES FILHO, José P. A Química disciplinar em ciências do 9º Ano. Química Nova na Escola, v. 32, n. 1, p. 43-52, 2010.

Parâmetros para a Retomada das Atividades Presenciais nas Unidades Escolares da Rede Pública de Ensino do Distrito Federal. <<https://www.educacao.df.gov.br/secretaria-orienta-rede-para-o-retorno-presencial>>. Acesso em: 25 out.2021.

PEREIRA, Boscolli Barbosa; CAMPOS, E. O.; BONETTI, Ana Maria. Extração de DNA por meio de uma abordagem experimental investigativa. Genética na Escola, v. 5, n. 2, p. 20-2, 2010.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 17, p. 49-67, 2015.

SAVIANI, Dermeval. Escola e democracia, 41. ed. Campinas: Autores Associados, 2009.

VEIGA, Márcia S. Mendes; QUENENHENN, Alessandra; CARGNIN, Claudete. O ensino de química: algumas reflexões. Jornada de Didática, v. 1, p. 189-198, 2012.

A. QUESTIONÁRIO DE LEVANTAMENTO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS

- Observe e anote os resultados obtidos em seu experimento:

1. Descreva o que ocorreu no copo com água e óleo.
2. Descreva o que ocorreu no copo com álcool e óleo.
3. Descreva o que ocorreu no copo com água e álcool.
4. Todos os resultados obtidos são exemplos de misturas. Explique.

B. QUESTIONÁRIO COM A DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

1. O que é mistura? Dê exemplos de misturas que fazem parte do seu cotidiano.
2. Por que você acredita que obteve resultados diferentes?
3. Pesquise exemplos de misturas de substâncias presentes em sua casa. No mínimo 10.



A PRÁTICA EXPERIMENTAL: EXTRAÇÃO DE DNA APLICADA AO ENSINO BÁSICO

THE EXPERIMENTAL PRACTICE: DNA EXTRACTION APPLIED TO BASIC EDUCATION

SIMONE SOUZA FAGUNDES¹, CARLA NEVES DO NASCIMENTO², DARLAN QUINTA DE BRITO², ALICE MELO RIBEIRO³

¹Secretaria Estadual de Educação de Goiás

²Curso de Especialização lato sensu em Ensino de Ciências - Ciência é Dez!, Universidade de Brasília.

³Instituto de Biologia, Universidade de Brasília

Resumo

*Neste trabalho, foi realizada uma análise da aplicação de uma atividade de investigação (AI) sobre genética a estudantes do ensino médio. A atividade experimental consistiu na extração da molécula de Ácido Desoxirribonucleico (DNA), visto que esse é um tema complexo e que gera muitas dúvidas aos estudantes. Com o auxílio de métodos inovadores que despertam a curiosidade e instigam ao conhecimento, a AI foi aplicada a 60 estudantes de uma Escola Estadual, situada na região periférica de Goiânia (GO). O procedimento metodológico baseou-se em cinco etapas: inicialmente, a apresentação da proposta com a realização de um teste **Kahoot**, onde foi diagnosticado o conhecimento prévio dos alunos; a partir das questões levantadas, em um segundo momento, ocorreu a reflexão e discussão da temática; posteriormente, foi realizada a extração de DNA com o vegetal escolhido, demonstrando os procedimentos e as inúmeras possibilidades de estudo aos alunos; e o momento de contextualização; Para finalizar a sequência investigativa, foi aplicado um formulário com as questões principais envolvidas na extração do DNA. Conclui-se que a metodologia aplicada proporcionou um ensino mais participativo e significativo aos alunos, no entanto mais estudos e aplicações com diferentes abordagens e com recursos de baixo custo são necessários, considerando a falta de apropriação de conhecimentos básicos de genética para a grande maioria dos alunos, principalmente na rede pública de ensino.*

Palavras-chave: atividade de investigação, ensino de Ciências, Genética.

Abstract

In this work, an analysis of the application of an investigation activity (AI) on genetics to high school students was carried out. The experimental activity consisted in the extraction of the Deoxyribonucleic Acid (DNA) molecule, since this is a complex topic that generates many doubts

for students. With the help of innovative methods that arouse curiosity and instigate knowledge, AI was applied to 60 students from a State School, located in the peripheral region of Goiânia (GO). The methodological procedure was based on five steps: initially, the presentation of the proposal with the performance of a Kahoot test, where the students' prior knowledge was diagnosed; from the questions raised, in a second moment, there was a reflection and discussion of the theme; later, the extraction of DNA with the chosen plant was carried out, demonstrating the procedures and the numerous possibilities of study to the students; and the moment of contextualization; To finalize the investigative sequence, a form was applied with the main questions involved in DNA extraction. It is concluded that the methodology applied provided a more participatory and meaningful teaching to the students, however more studies and applications with different approaches and with low cost resources are necessary, considering the lack of appropriation of basic knowledge of genetics for the vast majority of the students. students, especially in public schools.

Keywords: *research activity, science teaching, genetics.*

I. INTRODUÇÃO

O Ensino de Ciências tem sofrido profundas mudanças nos últimos anos e aliar o conhecimento teórico ao prático é um grande desafio aos professores, em especial da rede pública de ensino. É fundamental incentivar o conhecimento científico, despertar o interesse pela investigação, pesquisa e o raciocínio crítico e não apenas trabalhar no campo teórico. Furlan et al. (2011) afirmam que: "a utilização de aulas práticas propicia a vivência do método científico, redescobrimo o já conhecido pela ciência, com a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem".

O envolvimento do aluno é importante na atividade por investigação, pois aplica sentido e significado ao método, além de envolver os conceitos predefinidos com os adquiridos no processo, o que torna o conhecimento científico palpável, principalmente para os alunos (AZEVEDO, 2012). O uso da prática experimental como metodologia para aplicação do ensino por investigação em Ciências, desperta a curiosidade e entendimento da importância da molécula de DNA para os indivíduos (SCHIMIN, 2013). A interação entre teoria e prática torna os conhecimentos abstratos mais significativos e de mais fácil assimilação.

De acordo com Schimin (2013), a importância de realização de aulas práticas, possibilita ao ensino de Ciências e Biologia um aprendizado mais dinâmico e atrativo, e propor atividades experimentais para os alunos podem garantir melhor interação e assimilação dos conteúdos de forma mais significativa. O ensino de Genética em sala de aula propõe experiências em que os alunos podem contextualizar os assuntos, associando-os às situações cotidianas (BOSCOLLI et al., 2010).

Pensando na importância da construção do conhecimento sob uma perspectiva teórico-prática, as aulas práticas de Ciências e Biologia podem contribuir para a alfabetização científica e, por conseguinte, a compreensão da natureza (LIMA e GARCIA, 2011). A Alfabetização Científica desempenha habilidades próprias do "fazer científico" capazes de denotar se o processo de Alfabetização Científica está acontecendo em situações de aula e em constante desenvolvimento (SASSERON, 2012).

As Bases nacionais curriculares (BNCC) indicam para a área de Ciências da Natureza um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de conhecer e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com bases nos aportes teóricos e processuais das ciências (BNCC, 2017, p.321).

Metodologias inovadoras estão em constante desenvolvimento nos últimos anos e ganhando espaço no ambiente escolar, dentre elas a utilização de tecnologias educacionais podem ser importantes ferramentas nesse processo, pois possibilita maior aproximação à realidade atual dos alunos (CHIOFI; OLIVEIRA, 2014; MATTA, et al., 2018 apud MATTA et al., 2020, p. 60).

A experimentação em sala de aula é de elevada importância para que os alunos sejam capazes de compreender a ciência em seu sentido mais amplo. O estudo da molécula de DNA no processo experimental estimula a desenvolver o interesse pela prática experimental e o pensamento científico e crítico (LIMA e GARCIA, 2011).

Este tema é de difícil assimilação para os alunos, uma vez que se trata de um assunto abstrato e necessita uma atividade concreta, prática, para formalizar a compreensão e desenvolver o pensamento crítico.

A escola é o local onde os alunos adquirem habilidades e competências capazes de interpretar uma notícia do jornal, entender a bula de um medicamento, compreender a importância de usar a máscara na pandemia e mostrar às pessoas a necessidade de lavar as mãos, além de entender uma tabela nutricional dos rótulos dos alimentos. Nesse processo, a escola e o ensino de ciências de forma ampla envolvendo a teoria e a prática de forma consistente e consciente auxiliarão nesta formação do aluno como protagonista do próprio conhecimento (BOSCOLLI et al., 2010).

Marques e Ferraz (2008) afirmam que a genética é uma ciência de interesse social. Com os avanços nas pesquisas em Genética e a sua influência no dia a dia, a escola deve adequar-se à realidade, aproximando os estudantes desses novos conceitos". Estudos utilizando a extração de DNA proporcionam aos alunos se aproximarem dessa realidade, demonstrando a natureza química do material genético dos seres vivos. Furlan et al. (2011) acrescentam que:

[...] Entre as muitas modalidades didáticas para um aprendizado mais eficiente que permitiria uma melhor associação entre assuntos relacionados ao DNA e à vivência cotidiana, experiências de extração de DNA a partir de material vegetal em sala de aula têm sido uma das ferramentas mais popularmente aplicadas[...] (FURLAN et al., 2011, p.33).

Para Carvalho et al. (2004), "o ensino investigativo não pode se resumir a um simples manipular de informações ou mera observação nem mero ativismo manipulador e unicamente lúdico. É necessário que este leve o aluno à reflexão, ao debate e ao questionamento".

Conforme Wilsek e Tosin (2010) apud Miguel (2014), o ensino de ciências por investigação exprime a concepção de inovação e de mudança, de modo que a aula não seja uma simples transmissão de conteúdo.

O presente trabalho tem como questão problema: Como a metodologia do ensino por investigação torna a aula mais atraente e agradável para a compreensão dos conteúdos

de Genética? O principal objetivo é demonstrar a importância do ensino por investigação, aplicado à extração da molécula de DNA, buscando o despertar da curiosidade e do pensamento científico e crítico dos alunos.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Uma definição para a metodologia de Atividade por Investigação é proposta a seguir:

Ao conjunto de ações a ser desenvolvido pelos alunos em sala de aula e derivado, chamamos de Atividade Investigativa de Aprendizagem (AIA), por sua vez orientada por um problema de aprendizagem, cuja solução levará os estudantes à apropriação de conhecimentos científicos (AZEVEDO, 2018, p. 324).

Condicionar o aluno na busca pelo conhecimento, desenvolver um processo de autonomia e interesse pelo aprendizado é, sem dúvida, o ponto marcante desta abordagem. Nesse aspecto, diversos autores ressaltam que é importante deixar o aluno “fazer parte”, integrar-se ao todo de forma ativa.

No ensino por investigação, o aluno é o protagonista e possui graus de liberdade para propor e planejar as atividades, defender seus pontos de vista junto aos professores e aos colegas. Nessa abordagem não há uma única resposta correta, mas tentativas de construção coletiva do conhecimento, guiadas pelo professor. Conseqüentemente, o uso dessa metodologia traz o aluno para dentro da aula, pois o professor será apenas um questionador ou incitador de questões. Em uma aula investigativa, são os alunos que conduzirão o andamento das atividades possibilitando o desenvolvimento de suas atividades (MOURÃO et al., 2018, p.429-430).

Segundo Manchado e Sasseron (2012), a problematização é parte essencial de uma aula investigativa. Identificar o conhecimento prévio do aluno é uma parte importante da criação do problema, pois o estudante precisa reconhecer o problema e compreendê-lo de modo a buscar sua resolução. Aspectos discursivos do ensino investigativo são os seguintes: a criação do problema; o trabalho com os dados; o processo de investigação; e a explicação ou internalização dos conceitos (MACHADO; SASSERON, 2012).

De acordo com Souza et al. (2020, p. 486), “na atividade investigativa, os estudantes além de observar fenômenos e manipular experimentos, podem formular hipóteses, refletir e discutir em grupo, coletar dados, explicar os argumentos utilizados e relatar suas conclusões para a resolução do problema”. Dessa maneira, a participação efetiva dos alunos garante um processo semelhante aos científicos.

A partir desse momento, com base nas hipóteses e para testá-las, o professor:

[...] pode sugerir, dependendo da atividade, a realização de um experimento, a análise de dados ou informações disponibilizados, a leitura de um texto, a exibição de um vídeo, o uso de uma simulação computacional, entre outras estratégias. Os estudantes se organizam em grupos e realizam alguma dessas atividades. Cada grupo analisa as informações coletadas, discute internamente, elabora uma resposta ao problema e a apresenta para toda a turma. Por fim, os grupos debatem entre si, a fim de encontrarem coletivamente a melhor solução e os argumentos mais consistentes para justificá-la (MAXIMO-PEREIRA, 2014, apud SOUZA, 2020).

De acordo com Gil (2002), o experimento representa o melhor exemplo de pesquisa científica. Essencialmente, a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Para Sasseron e Carvalho (2011, p. 72), “o ensino de Ciências não deve se restringir à transmissão de conhecimentos, mas deve mostrar aos alunos a natureza da ciência e a prática científica e, sempre que possível, explorar as relações existentes entre ciência/tecnologia/sociedade”. Sá, Lima e Aguiar Júnior (2011) afirmam que o interesse de pesquisadores e educadores pela didática do ensino por investigação tem sido crescente. Ainda que, para eles, o termo seja polissêmico na literatura, é possível identificar alguns consensos, dentre os quais, que:

[...] a atividade investigativa é uma estratégia de ensino, entre outras, que o professor pode utilizar para diversificar sua prática no cotidiano escolar. Essa estratégia pode englobar quaisquer atividades (experimentais ou não), desde que elas sejam centradas no aluno, propiciando o desenvolvimento de sua autonomia e de sua capacidade de tomar decisões, avaliar e resolver problemas, ao se apropriar de conceitos e teorias das ciências da natureza (SÁ; LIMA; AGUIAR JÚNIOR, 2011, p. 99).

O ensino de Ciências por investigação possibilita ao professor ensinar Ciência para “além” de conteúdos conceituais, de modo a abarcar, também, elementos do próprio fazer científico e o entendimento do como esse fazer se processa, se legitima e se transforma (BRITO e FIREMAN, 2008, p. 467).

III. METODOLOGIA

III.1. Procedimentos metodológicos

A aplicação da atividade investigativa ocorreu em uma escola pública de Goiânia. O Colégio funciona nos turnos matutino, vespertino e noturno e atende alunos do 7º ano do Ensino Fundamental à 3ª série do Ensino Médio, somando um total de 1.200 alunos regularmente matriculados, sendo alunos da região periférica de Goiânia.

A estrutura física da escola conta com 12 salas de aula, 1 laboratório de Ciências, 1 Sala de Vídeo, 1 Sala de Música, 1 Sala dos Professores, 1 Sala de Coordenação Pedagógica, 1

Autoria	Título	Revista	Ano
Maria Nizete Azevedo	Atividades investigativas de ensino: mediação entre ensino, aprendizagem e formação docente em Ciências	Ciência & Educação, Bauru	2018
Matheus Fernandes Mourão, Gilvandenys Leite Sales	O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de física	Experiências em Ensino em Ciências	2018
Vitor Fabrício Machado, Lucia Helena Sasseron	As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2012
Paulo Victor Santos Souza, Fernando dos Santos Neto, Marta Maximo-Pereira	Seguindo as pegadas de Sherlock Holmes: uma proposta de atividade investigativa utilizando novas tecnologias	A revista brasileira de ensino de ciências e matemática	2020
Antônio Carlos Gil	Como elaborar projetos de pesquisa	Editora Atlas – São Paulo	2002
Eliane Ferreira de Sá, Maria Emília Caixeta de Castro Lima, Orlando Aguiar Jr.	A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação	Investigações em Ensino de Ciências	2011
Liliane Oliveira de Brito, Elton Casado Fireman	Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais	Experiências em Ensino em Ciências	2018
Lúcia Helena Sasseron, Anna Maria Pessoa de Carvalho	Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo	Ciência & Educação, Bauru	2011

Tabela 1: *Mapa da Leitura. Fonte: Elaboração própria.*

Sala de Direção, Secretaria, 1 Sala de Biblioteca, 1 quadra poliesportiva coberta, Cozinha equipada.

Ao todo, a atividade foi aplicada para 60 alunos do ensino médio (1^a, 2^a e 3^a (EM) entre agosto e setembro de 2021. A aplicação foi realizada durante 3 (três) aulas de 50 minutos, onde todo processo investigativo foi desenvolvido com os alunos.

Abordagem	Qualitativa
Método	Descritivo e exploratório
Técnica	Experimental

Tabela 2: *Processo Metodológico. Fonte: Elaboração própria.*

A atividade investigativa foi realizada em cinco etapas:

ATIVIDADE 01 – Foi aplicado aos alunos um Quiz prévio feito no Kahoot para levantar o que os alunos já sabiam acerca do assunto. De forma descontraída e atrativa, esse questionário foi realizado tornando o momento interessante e agradável para desenvolver o conhecimento. Respostas livres e intuitivas, valorizando o conhecimento prévio e as experiências já vividas.

Foram aplicadas questões que se relacionam com: O que é a molécula de DNA? Como ela existe se não podemos ver? De que forma ela é formada? Como vamos extrair algo que não vemos? O DNA pode ser encontrado em todos os tipos de células?

O momento de realização foi muito descontraído e os alunos levaram em consideração o que sabiam sobre o assunto, onde posteriormente foi discutido. Ao responderem as questões de forma presencial junto com os alunos, cada um em seu celular respondeu, de forma síncrona em sala, possibilitando maior engajamento, principalmente porque o aplicativo Kahoot faz uma conectividade interessante de interação e entusiasmo, já que em cada resposta é gerado o ranking de pontuação, o que proporcionou expectativa a cada resultado produzido.

ATIVIDADE 02 - A partir das questões, os alunos foram instigados a entender e compartilhar os conhecimentos prévios de cada um e como podem interagir com a temática proposta. Logo em seguida, foram apresentadas as possibilidades de como se realizaria a extração da molécula de DNA.

Os alunos assistiram um vídeo¹ sobre a extração DNA, e uma explicação após foi feita no sentido de mostrar quais as possibilidades poderiam seguir, não ficando presos a um modelo apenas de execução, a um tipo de amostra e/ou materiais e procedimentos (materiais e procedimentos em anexo).

Foi demonstrado aos alunos uma proposta de extração de DNA para, posteriormente eles montarem o próprio experimento com amostras diferentes (mamão, banana, tomate, limão, outros) onde pesquisariam e montariam o experimento na aula. Dessa forma, eles tiveram uma gama de possibilidades para realizarem a atividade proposta. Esse ponto foi importante para garantir a autonomia que o aluno precisa, para que ele desenvolva o aprendizado, associando todas as maneiras possíveis e obtendo resultados similares.

ATIVIDADE 03 – Extração do DNA: A partir da extração do DNA, os alunos compreenderam onde a molécula pode ser encontrada, em todos os tipos de células, além de debater

¹Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=5-ZNa1z88Yw>>

e aprofundar questões científicas relacionadas à genética.

A partir da interação com os alunos na execução da atividade, nas dúvidas e associações feitas no momento da aula, os alunos conseguem relacionar a importância desta área em seu sentido mais amplo, onde há o entendimento dentro da realidade de cada um no sentido de mostrar que o DNA está em todas as formas de vida.

ATIVIDADE 04 – Os alunos fizeram um relato oral dos resultados obtidos no experimento. Compartilharam a compreensão sobre a importância da molécula de DNA para os indivíduos. Após o momento de discussão entre os alunos, foi nítido perceber a euforia em cada um em relatar o que ocorreu, os pontos que foram positivos, negativos, identificar entre eles as diferenças na execução que foram fundamentais para resultados satisfatórios ou não. É de fato satisfatório identificar a construção do processo cognitivo dos alunos quando ocorre, que processos metodológicos conseguem movimentar o raciocínio crítico e interesse pelo aprender dos alunos.

ATIVIDADE 05 – Aplicação de uma Verificação da Aprendizagem usando o Formulário (Apêndice) para obter resultados a partir das respostas dos alunos. As questões foram relacionadas à abrangência da execução do experimento feito e à importância identificada pelos alunos na metodologia investigativa e como ela foi relevante para o aprendizado deles.

III.2. Resultados e discussão

No decorrer do experimento, os alunos manifestaram grande curiosidade pela atividade, demonstrando entusiasmo e atenção. A fase que mais chamou a atenção dos alunos foi quando se pode observar o início da formação de fitas finas e brancas de precipitado de DNA, semelhante a fibras de algodão. Porém, as opiniões expressadas pelos alunos durante a execução da prática mostraram que eles expõem limitações quanto ao conhecimento celular, em conceitos básicos e funcionais de uma molécula de ácido nucléico. Para Krasilchil (2005), as aulas em um laboratório são de valor insubstituível para o ensino de ciências, pois permite ao aluno um contato direto com fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos e processos.

Em relação aos resultados obtidos, foi possível identificar de maneira qualitativa através da aplicação da AI proposta, que ela não necessariamente deva conter atividade experimental, que foi muito positiva a aplicação e interesse dos alunos com a metodologia. A participação no Quiz inicial com intuito de instigar com as questões problematizadoras para dar início ao processo investigativo, foi fundamental e demonstrou muita animação dos alunos para entender o processo.

A execução da atividade prática, foi bem produtiva e atraiu todos os alunos envolvidos na aula, o que reafirma a necessidade de envolver as aulas de Biologia para contexto relacionado às vivências cotidianas, onde o aluno possa identificar a relevância do que está sendo estudado e possa contribuir com seu conhecimento prévio.

Foram feitas análises do resultado do formulário respondido pelos alunos (Figuras 1 a 8) sobre importância do DNA e a maioria dos alunos respondeu de forma procedente, relacionando o resultado encontrado aos assuntos teóricos estudados em aulas passadas. Segundo Vazquez (2007), as atividades teóricas proporcionam aos discentes um conhecimento indispensável. Corroborando ainda, Pimenta (2002) afirma que atividades práticas

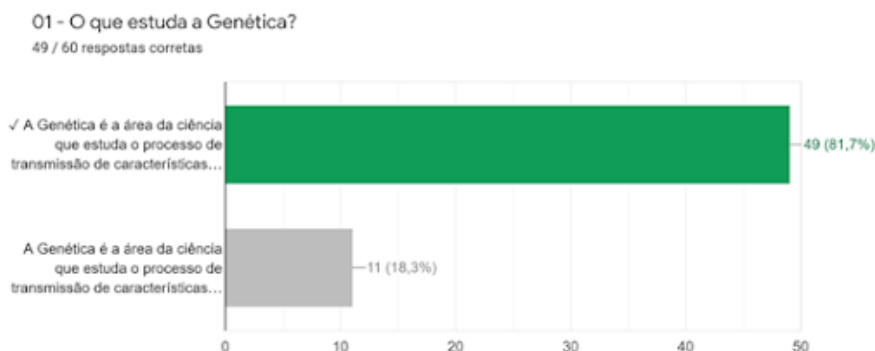


Figura 1: Componentes da Molécula de DNA. Fonte: Elaboração própria.

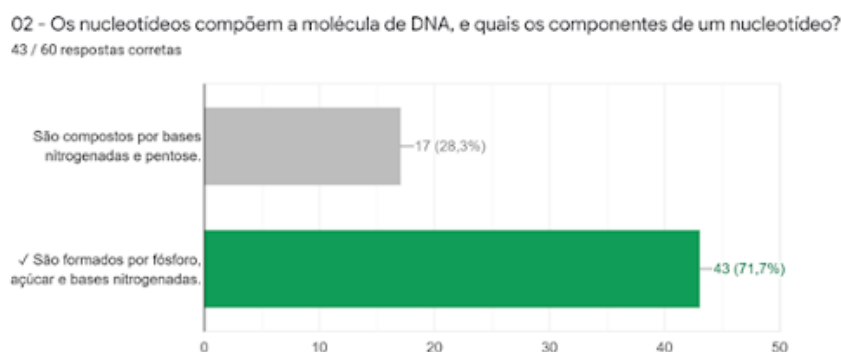


Figura 2: Definição de Genética. Fonte: Elaboração própria.

não devem ser dissociadas da teoria, que uma complementa a outra.

Seguem os resultados dos formulários respondidos pelos alunos:

Todo processo realizado com os estudantes, evidenciado nos gráficos, mostrou-se como uma metodologia atrativa e diferenciada que permitiu com que o aprendizado e a motivação dos alunos sejam evidenciados. O processo investigativo ressaltou o protagonismo do aluno e em conjunto com a prática relacionada à temática experimental proporcionou mais engajamento no aprendizado.

Para Santos (2021), nas aulas práticas ocorre maior coerência sobre os assuntos relaciona-

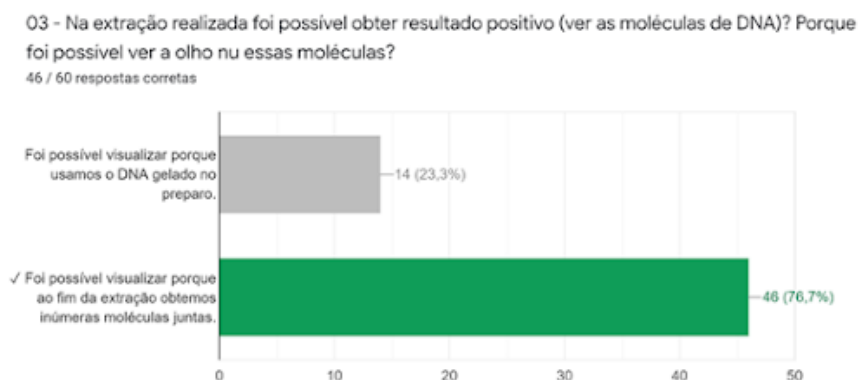


Figura 3: Importância do Detergente no processo. Fonte: Elaboração própria.

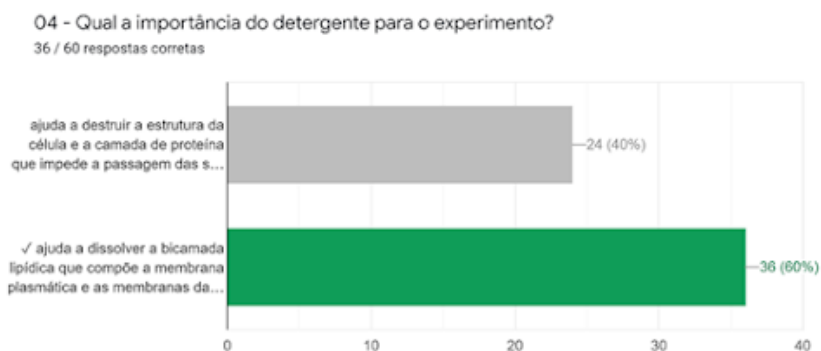


Figura 4: Visualização da molécula de DNA. Fonte: Elaboração própria.

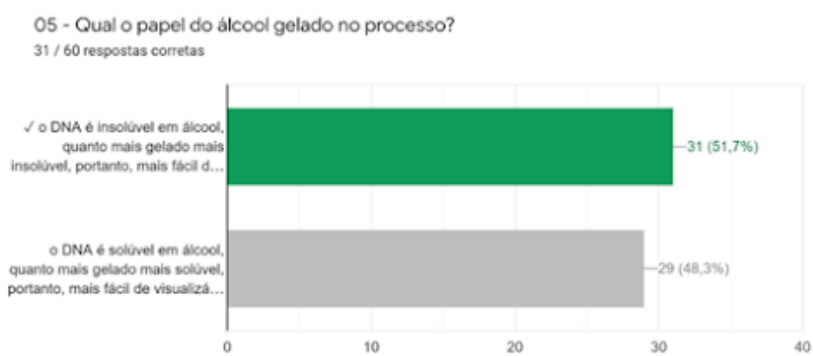


Figura 5: Importância do álcool no processo. Fonte: Elaboração própria.

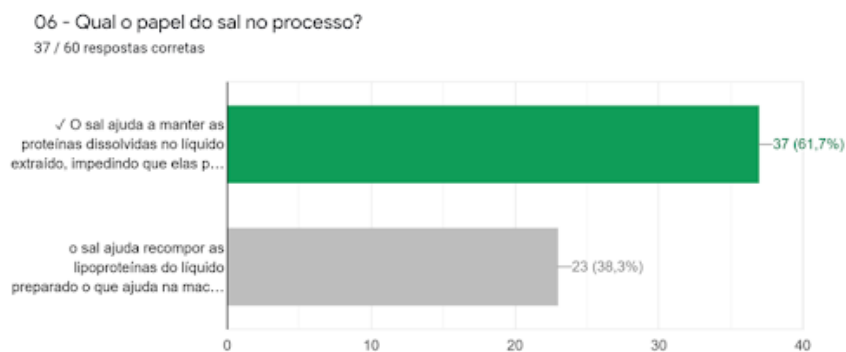


Figura 6: Importância do sal no processo. Fonte: Elaboração própria.

07 - O estudo do DNA, da transmissão das características, e suas aplicações em nossa vida, em escala de 1 a 5 qual importância você atribui?

60 respostas

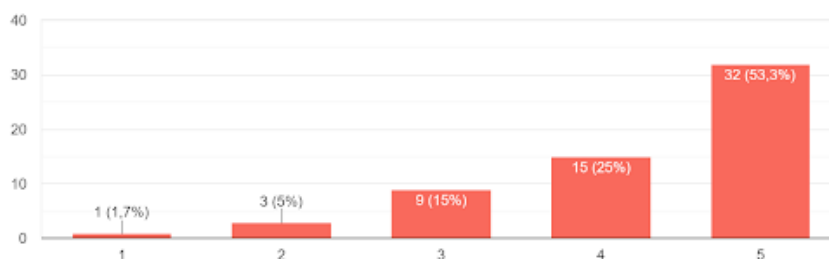


Figura 7: Quanto o DNA é importante para vida dos organismos. Fonte: Elaboração própria.

08 - A aula de hoje faz parte de uma metodologia chamada "Ensino Investigativo". Ela foi favorável para seu aprendizado na aula?

60 respostas

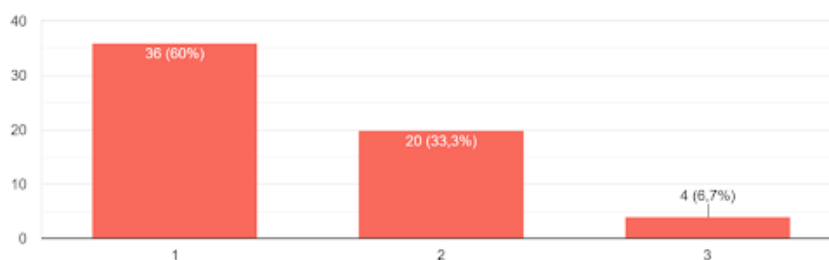


Figura 8: Quanto o processo investigativo foi válido na aprendizagem. Fonte: Elaboração própria.

dos e aspectos biológicos no âmbito da genética, visto ser um conteúdo de difícil assimilação devido aos componentes abstratos relacionados.

As aulas práticas em sala de aula tornam o ensino de ciências mais cativante e dinâmico o que têm se sucedido como uma ferramenta de eminente cooperação para o ensino de ciências, dado que propiciam que os alunos vivenciem o conteúdo trabalhado em aulas teóricas, conhecendo e observando organismos e fenômenos naturais (GOMES, 2008).

A atividade investigativa realizada foi bastante satisfatória e atingiu os objetivos propostos, e portanto ela contribui para processo de assimilação de conhecimentos complexos pelos alunos sobre quando aplicado exclusivamente em aulas teóricas .

IV. CONCLUSÃO

A Proposição do problema de uma atividade investigativa e a prática de extração da molécula de DNA, na elaboração da solução ao problema, são características que podem contribuir para que os estudantes atribuam novos sentidos ao conhecimento e às práticas científicas.

Com a aplicação da atividade de investigação proposta nas aulas de Biologia, os objetivos foram alcançados visto o bom desempenho, o maior interesse, a participação, e a integração do aluno com o que foi proposto. O uso de uma metodologia diversificada: aplicação do *kahoot*, relato dos alunos, experiência, discussão de ideias, sistematização e avaliação no formulário Google permitiram gerar informações sobre a eficiência de cada uma das etapas desenvolvidas. Diante do exposto, a prática de atividades investigativas em Ciências pode fornecer uma importante contribuição à aprendizagem de conhecimentos e de práticas que caracterizam o fazer científico. Futuras pesquisas com grupos de alunos maiores, sem as inúmeras dificuldades ocorridas no período de pandemia (como a baixa frequência dos alunos, as dificuldades financeiras das famílias e de locomoção, dentre outras), podem contribuir de maneira a melhorar ainda mais os resultados. Além disso, o uso de mais recursos em uma abordagem concreta e um maior tempo para a aplicação da sequência de ensino investigativo podem promover resultados satisfatórios na aprendizagem significativa dos alunos.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. C. P. S. (2012). Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVAHO, A.M.P. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática (pp. 19-33). São Paulo: Cengage Learning (Borges e Lima, 2007; Bionet, 2009; Galhardo, 2009; ITQB, 2009; Lomax, 2009; NCBE, 2009a; 2009b).

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino médio. Brasília: MEC, 2017. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 02 de junho de 2021.

BOSCOLLI, B. P.; CAMPOS J., E. O.; B.,I, A. M., Extração de DNA por meio de uma abordagem experimental investigativa. In: Genética na Escola. SBG. n. 05, v. 02, 2010.

BRITO, Liliane Oliveira; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5, p. 462-479, 2018.

CARMO, S.; SCHIMIN, E. S. O ensino da biologia através da experimentação. 2008.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. *Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning Thompson, 2004.

FURLAN, C. M.; ALMEIDA, A, C. R., C. D. N.; T., D. G.; S., D. Y. A. C.; M., L. B.; C., F. Extração de DNA vegetal: o que estamos realmente ensinando em sala de aula. In: *Química Nova na Escola*. n. 01, v. 33, 2011.

GIL, Antônio Carlos, 1946- *Como elaborar projetos de pesquisa*/Antônio Carlos Gil. - 4. ed. - São Paulo : Atlas, 2002.

GOMES, A. D. T.; BORGES, A. T.; J., R. Processos e conhecimentos envolvidos na realização de atividades práticas: revisão da literatura e implicações para a pesquisa, v. 13, n. 02, 2008.

LIMA, D. B.; GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no Ensino Médio. *Cadernos do Aplicação*, Porto Alegre, n. 01, v. 24, 2011.

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, vol. 12, n. 2, 2012.

MATTA, L. D. M. da; SANTOS, I. R. dos; M., S. C. da S.; C., D. V. M. de; S., A. P. M. da; S., R. P. da. Ensino e aprendizagem de biomoléculas no ensino médio: extração de DNA e estímulo à experimentação. *Revista de Ensino de Biologia da SBEn-Bio*, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 59-73, 2020. DOI: 10.46667/renbio.v13i1.315. Disponível em: <http://sbenbio.journals.com.br/index.php/sbenbio/article/view/315>. Acesso em: 8 set. 2021.

MIGUEL, Kassiana da Silva et al. A abordagem didático-investigativa no ensino médio: um estudo acerca do DNA. *ETD - Educação Temática Digital*, Campinas, SP, v. 16, n. 2, p. 327-345, maio/ago. 2014. ISSN 1676-2592. Disponível em: . Acesso em: 29 ago. 2021.

MOURÃO, Matheus Fernandes; SALES, Gilvandenys Leite. O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5, p. 428-440, 2018.

PIMENTA, S. G. *O Estágio na formação de professores: unidade teoria e prática?*. 5ª ed. São Paulo: 2002.

SÁ, Eliane Ferreira; DE CASTRO LIMA, Maria Emília Caixeta; A. JR, O. A construção de sentidos para o termo ensino por investigação no contexto de um curso de formação. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 79-102, 2011.

SANTOS, P. V. L. .; OLIVEIRA, V. A. D. .; L., C. Y. D. C. .; L., C. D. S. C. .; F., L. D. N. . Contribuições da atividade prática para o ensino de ciências: extração do dna do morango. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 56, 2021. DOI: 10.51189/rema/1284. Disponível em: <<https://editoraime.com.br/revistas/index.php/rema/article/view/1284>>. Acesso em: 4 out. 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência Educação*, vol. 17, n. 1, pp. 97-114, 2011.

SOUZA, Paulo Victor Neto, F. P., M. (2020). Seguindo as pegadas de Sherlock Holmes: uma proposta de atividade investigativa utilizando novas tecnologias. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*. 4. 10.5335/rbecm.v4i1.11083.

VÁZQUEZ, S. A Filosofia da práxis. São Paulo: Expressão popular, 2007.

WILSEK, Marilei Aparecida Gionedis; TOSIN, João Angelo Pucci. Ensinar e aprender ciências no ensino fundamental com atividades investigativas através da resolução de problemas. [Curitiba] : Secretaria de Estado da Educação, Programa de Desenvolvimento Educacional. Disponível em:<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1686-8.pdf>> acessado em: 08 set. 2021.

A. MATERIAIS UTILIZADOS PARA EXTRAÇÃO DE DNA

- 1 saco plástico tipo "zip loc"
- 1 morango (fresco ou congelado) ou outra fruta macia;
- 10 ml de solução de extração de DNA (veja como fazer abaixo);
- Aparato filtrante: 1 filtro de papel com funil ou 1 filtro de pano ou gaze;
- Álcool etílico gelado (pode ser álcool 70° g.l.);
- 1 tubo de ensaio limpo ou copo de vidro;
- 1 bastão de vidro ou 1 palito de madeira (tipo pau-de-laranjeira, para manicure, encontrado em drogarias).

Preparo das soluções:

- O saquinho tipo "zip loc" deve ser bem espesso. Quanto mais espesso mais resistente e geralmente os saquinhos utilizados para embalar comidas no freezer são apropriados;
- Os morangos podem ser frescos ou congelados. Se for usar morangos congelados, deixe descongelar completamente antes de realizar o experimento. Outras frutas macias como banana, mamão, tomate etc.;
- Solução de Lise celular (água, sal e detergente);
- 15 gramas de NaCl (sal de cozinha) = 2 colheres de chá;
- 900 ml de água (H₂O), de preferência mineral;
- 50 ml de detergente podem substituir o xampu (de preferência sem corantes);
- O álcool etílico (etanol) deve ser de, no mínimo, 90° g.l. e deve estar gelado;
- Se for usar gaze, corte-a em quadrados e dobre em 2 camadas. Corte-a grande o suficiente para poder ficar presa no funil ou na boca do tubo.

Método:

- Coloque um morango, previamente lavado e sem as sépalas (as folhinhas verdes) em um saco zip lo
- Esmague o morango com o punho por, no mínimo, 2 minutos;
- Adicione a solução de lise celular ao conteúdo do saco;
- Misture tudo, apertando com as mãos, por 1 minuto;
- Derrame o extrato no aparato filtrante e deixe filtrar diretamente dentro do tubo. Não encha totalmente o tubo (encha somente até 1/8 do seu volume total);

- Derrame devagar o álcool gelado no tubo, até que ele esteja cheio pela metade;
- Mergulhe o bastão de vidro ou o pau-de-laranjeira dentro do tubo no local onde a camada de álcool faz contato com a camada de extrato;
- Mantenha o tubo ao nível dos olhos para ver o que está acontecendo.



ENTOMOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: UM ESTUDO DE CASO NO ENSINO FUNDAMENTAL ANOS FINAIS

ENTOMOLOGY IN SCIENCE TEACHING: A CASE STUDY IN ELEMENTARY SCHOOL FINAL YEARS

MICHELLE PALMIER DOS SANTOS LIMA¹, MARCOS ROGÉRIO MARTINS COSTA², MARCELO FERREIRA², KHALIL OLIVEIRA PORTUGAL², OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO²

¹Programa de pós-graduação em Irrigação no Cerrado, Instituto Federal de Goiás

²Instituto de Física, Universidade de Brasília

Resumo

O ensino de entomologia é importante para a formação de ciências no ensino fundamental, pois esse componente curricular, além de destacar a vida e a morfologia dos insetos, enfatiza a consciência ambiental e a relação do homem com o meio ambiente. Há diversas formas e recursos para o ensino sobre os insetos. Dentre eles, existe a metodologia do ensino investigativo, a qual visa a atuação do aluno de forma ativa durante a construção do conhecimento, formando cidadãos críticos capazes observar problemas e formular hipóteses. Partindo dessa abordagem, fez-se o planejamento de uma sequência didática que objetivou o ensino investigativo por meio de uma atividade de pesquisa em campo com o uso da fotografia para identificar e compreender os insetos. O planejamento da sequência didática foi dividida em três partes, a saber: (i) aula introdutória; (ii) atividade investigativa; (iii) discussão dos conteúdos e fechamento do núcleo disciplinar de aprendizagem. A sequência didática planejada foi aplicada em uma oficina pedagógica oferecida na plataforma da UnB através do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Metodologicamente, trata-se de um estudo de caso com abordagem qualitativa, sendo que foram utilizados, como instrumentos de coleta de dados, dois questionários – um aplicado antes da sequência e outro depois da realização da atividade investigativa. Como resultados, os questionários possibilitaram verificar o nível de aprendizagem adquirido com a aplicação da sequência didática e apontaram a eficiência do plano de ensino aplicado, considerando, como aspecto positivo, o aumento do nível de aprendizagem e, como aspecto de melhoria, a baixa adesão dos estudantes à atividade, em virtude do contexto de ensino remoto e pandemia de covid-19.

Palavras-chave: Educação. Ensino Fundamental. Ciências. Entomologia. Fotografia.

Abstract

The teaching of entomology is important for science education in elementary school, as this curricular component, in addition to highlighting the life and morphology of insects, emphasizes environmental awareness and the relationship between man and the environment. There are many ways and resources for teaching about insects. Among them, there is the investigative teaching methodology, which aims at the student's performance in an active way during the construction of knowledge, forming critical citizens capable of observing problems and formulating hypotheses. Based on this approach, a didactic sequence was planned, aimed at investigative teaching through a field research activity with the use of photography to identify and understand insects. The planning of the didactic sequence was divided into three parts, namely: (i) introductory class; (ii) investigative activity; (iii) discussion of the contents and closing of the disciplinary learning core. The planned didactic sequence was applied in a pedagogical workshop offered on the UnB platform through the Virtual Learning Environment (VLE). Methodologically, this is a case study with a qualitative approach, and two questionnaires were used as data collection instruments – one applied before the sequence and the other after carrying out the investigative activity. As a result, the questionnaires made it possible to verify the level of learning acquired with the application of the didactic sequence and indicated the efficiency of the teaching plan applied, considering, as a positive aspect, the increase in the level of learning and, as an aspect of improvement, the low adherence students to the activity, due to the context of remote learning and the covid-19 pandemic.

Keywords: Education. Elementary School. Sciences. Entomology. Photography.

I. INTRODUÇÃO

Matos et al. (2009) discorrem que o estudo dos insetos está presente na matriz curricular de diversas disciplinas das ciências naturais como, por exemplo, ciências e biologia, auxiliando na compreensão de diversos assuntos como ecologia, evolução, comportamento e anatomia. Segundo Díaz e Vinholi Júnior (2020), a entomologia é a área que estuda os invertebrados constituídos pelos insetos. A maior parte dos seres dessa classe está constantemente em contato direto com os seres humanos, sendo que alguns são benéficos e outros são transmissores de doenças. Considerando esse cenário, este estudo pretende, a partir de um ensino investigativo, desenvolver uma atividade de pesquisa em campo com estudantes do ensino fundamental, utilizando a fotografia para identificar e compreender os insetos.

Destaca-se que a utilização dos insetos dentro da sala de aula apresenta facilidades como tamanho diminuto, diversidade na natureza como cores e formas. Além disso, os insetos podem ser facilmente encontrados e manuseados. Isso permite a descrição e a caracterização de sua morfologia interna e externa em experiências didático-pedagógicas (MATOS et al. 2009).

Díaz e Vinholi Júnior (2020) mencionam que, na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018), destaca-se que é relevante estudar a diversidade das classes e entender a importância da natureza e dos seres, bem como suas relações antrópicas. O documento oficial ainda enfatiza que esse estudo permite compreender os elementos que favorecem na construção de uma visão crítica da relação do homem com seu meio. Mesmo com a importância dos estudos com esses seres, muitas escolas ainda não têm aparato laboratorial

nem materiais para estudo prático. Com essa escassez de materiais diversos, os professores estão procurando, como alternativa, materiais didáticos-pedagógicos de baixo-custo (MATOS et al. 2009).

Acrescenta-se, ainda, que as atividades práticas e experimentais nas escolas são relativamente pouco recorrentes haja vista a infraestrutura escolar defasada e o receio do docente de modificar o espaço escolar (FERREIRA et al. 2020). As aulas com práticas experimentais são relevantes, pois desenvolvem nos alunos a curiosidade e o caráter investigativo, principalmente se os discentes estiverem inseridos em locais próximos a vegetações naturais (ALBURQUERQUE et al. 2014).

Nas práticas educativas, exige-se uma participação direta dos sujeitos envolvidos, na qual ocorre pelo processo de ensino-aprendizagem – sendo que este último é uma construção individual e coletiva na qual os alunos agem de forma ativa no seu desenvolvimento e também no ambiente de aprendizagem (VYGOSTKY, 1984). Cabe também aos professores ofertarem maneiras para que esse método de aprendizagem se desenvolva (ALBURQUERQUE et al., 2014). Um desses métodos de ensino e aprendizagem pode ser conduzido pela fotografia. Com esse recurso, o aluno desperta o olhar e a imaginação através da câmera sob o objeto a ser estudado. Além disso, esse método oferta ao aluno um modo de torna-se protagonista de sua aprendizagem. Por isso, é um recuso adotado por diversas disciplinas como geografia (PIRES, 2020), artes (LIMA, 2015), matemática (ROCHA, 2013), história (MELO; DURÃES, 2011), dentre outras.

Ruffino e Souza (2017) ressaltam, por sua vez, que a fotografia é um instrumento que desperta os sentidos e a curiosidade do alunado. Segundo os autores, é interessante no contexto do ensino de ciências o uso dessa ferramenta, porque ela se torna útil na educação ambiental, auxiliando no alcance dos objetivos de formar sujeitos críticos, atuantes na causa ambiental e também conscientes dos conteúdos disciplinares.

De acordo com Faria e Cunha (2016), no ensino de ciências, o professor pode conduzir os estudantes para um ensino investigativo, no qual os próprios aprendizes formulam hipóteses e conclusões. Uma maneira para que esse método aconteça pode ser pela câmera fotográfica, pois, nesse caso, o educando tem um papel mais ativo na construção do conhecimento (FARIA; CUNHA, 2016). Esse método de ensino se aproxima da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1918-2008).

De acordo com Pelizzari et al. (2002), a aprendizagem se torna mais eficaz levando em consideração os conceitos prévios dos alunos, afastando de uma educação mecanizada e memorizada. Nessa abordagem, os conceitos novos a serem assimilados devem interagir com algo que o aluno já conheça e consiga relacionar. Nesse sentido, Tavares (2008) afirma que, quando é apresentado ao aluno novas informações, o educando pode conseguir fazer assimilações entre esse novo conhecimento e o conhecimento prévio, mas isso não é automático. Esses novos sentidos dados pelo sujeito interação com a nova informação são transformados em conhecimento, quando há uma relação de significância entre eles. Essa abordagem segue a diretriz ausubeliana.

Considerando essa abordagem, entende-se, neste estudo, que a entomologia é prática experimental relevante no contexto de ensino de ciências. Isso decorre, porque a entomologia ajuda a decifrar parte do funcionamento da natureza, permitindo alcançar diversas formas de abordar o conteúdo disciplinar. Este trabalho, partindo desse pressuposto, visa propor,

aplicar e discutir uma sequência didática abordando o recurso da fotografia e da entomologia de insetos, na modalidade a distância, com estudantes do ensino fundamental de uma escola pública. Optou-se pelo ensino não presencial em virtude da pandemia de covid-19, em conformidade com o Parecer nº 19, do Conselho Nacional de Educação (CNE) .

Como objetivo geral foi aplicar uma sequência didática em uma oficina, veiculada a partir de Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), sobre a diversidade e a importância dos insetos para alunos do 6º ao 9º do ensino fundamental, utilizando registros fotográficos e a metodologia de ensino investigativo.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

II.1. Entomologia e insetos

Em consonância com Costa e Silva (2015), a palavra entomologia deriva do grego *entomon* que significa “inseto” e *logos* que quer dizer “estudo”. Com isso, pode-se deduzir que entomologia é a ciência que estuda os insetos. Cada vez mais, essa ciência está ganhando espaço na educação básica, pois a cada ano aumenta o interesse e o estudo sobre os insetos e a sua interação na natureza, seja pelas discussões mais em evidência sobre as mudanças climáticas (AUAD; FONSECA, 2017), seja pela temática da sustentabilidade (PREZOTO, 2016).

Cientificamente, os insetos são seres pertencentes do filo *Arthropoda*, o maior filo do reino *Metazoa*. Eles compreendem três quartos das espécies animais do mundo. A *Insecta* é a maior classe; e, nela, há o maior número de seres catalogados. Desse modo, os insetos estão presentes em uma vasta diversidade de *habitats*, tendo formas de vida, alimentação, cores e formatos muito variados, conforme explica Leal (2020).

Em conformidade com Leite (2011), os insetos apresentam em comum a morfologia externa caracterizada pela presença do exoesqueleto quitinoso que periodicamente é substituído. O corpo do inseto, em geral, é dividido em cabeça, tórax e abdome, um par de antenas e mandíbulas. No tórax, apresentam três pares de patas e, comumente, dois pares de asas.

Periodicamente, os insetos são apontados como seres nocivos à saúde como pragas e transmissores de doenças. Todavia, ressalta-se que são os insetos figuras importantes para a natureza, sobretudo porque atuam no próprio controle biológico de pragas e também auxiliam na polinização, na decomposição de matéria e na ciclagem de nutrientes. No ciclo da terra, os insetos podem, ainda, atuar na fertilidade do solo, conforme estudo de Albuquerque *et al.* (2014).

Wink *et al.* (2005) salientam, ainda, que os insetos são considerados bioindicadores de níveis de impactos ambientais. Eles podem indicar alterações nos níveis de degradação de solos e dos ecossistemas associados, bem como apontar para a contaminação do solo e da água. De acordo com Auad e Fonseca (2017), somente 10% dos insetos são considerados pragas e podem ocasionar alguma redução da produtividade no cultivo de plantas criado pelo homem. Em contrapartida, os insetos “habitam a Terra por aproximadamente 350 milhões de anos e, durante esse tempo, sofreram várias adaptações para viverem em todos os tipos de habitats, justificando representarem em torno da metade da diversidade global

de espécies [...]” (AUAD; FONSECA, 2017, p. 93).

Oliveira *et al.* (2014) explicam que as ordens de insetos que atuam diretamente como bioindicadores são: (a) os *Coleoptera* que são constituídos pelos besouros; (b) os *Diptera* que são as moscas e os mosquitos; (c) os *Hemiptera* que são as cigarras, os percevejos, os pulgões e os cochonilhas; (d) os *Hymenoptera* que compreendem as vespas, as abelhas e as formigas; (e) as *Lepidoptera* que são as borboletas e as mariposas; e (f) os *Orthoptera* que são os gafanhotos, os grilos, as esperanças. Com isso, pode-se depreender a relevância de se conhecer e estudar essas ordens, sobretudo, na etapa do ensino fundamental em que há os primeiros incentivos ao exame da natureza por uma perspectiva mais sistemática e científica.

Salienta-se também que as ações humanas como o uso de agrotóxicos e a intensa mecanização na agricultura substituem os métodos naturais de dispersão, controle de pragas. Isso, não raras vezes, altera os níveis de ciclagem de nutrientes no solo, além de diminuir a população de espécies no ambiente. A redução dessas práticas industrializadas de controle pode ser substituída pelos bioindicadores – isto é, o uso de insetos como instrumento de avaliação da qualidade ambiental (OLIVEIRA *et al.* 2014) –, o que, a médio e longo prazo, pode trazer benefícios a natureza como um todo (WINK *et al.* 2005).

II.2. Uso da fotografia como recurso didático-tecnológico para o ensino de ciências

Há mais de dois séculos a humanidade utiliza a fotografia como registro dos acontecimentos. Cada fotografia tem um significado amplo para a sociedade, pois pode marcar um momento histórico até o surgimento de uma cultura. De acordo com Faria e Cunha (2016), cada foto traz a pessoa uma experiência pessoal de acordo com o acontecimento gravado, pois a imagem poderá apresentar diversos significados a partir de cada interpretação.

Ainda segundo Faria e Cunha (2016), ao fotografar, estamos observando a imagem e essa ação faz despertar o sentido da análise. No ensino de ciências, é significativa a observação de fatos, pois, a partir da observação, pode-se identificar os principais aspectos de problemas e até levar a formulação de hipóteses, as quais podem coadunar na conclusão e/ou resolução da problemática investigada. Em consonância com Costa e Silva (2015), nos dias atuais já se encontram pesquisas sobre o emprego de materiais didáticos alternativos para o ensino da entomologia, sem o uso de peças anatômicas de animais em sala de aula.

Gomes e Marcomim (2015) discorrem que o emprego da fotografia auxiliou os alunos na compreensão de um conteúdo em uma palestra realizada em 24 turmas. Nesse referido estudo, na metade das turmas – isto é, em doze –, foi utilizada a fotografia como recurso para a exemplificação do conteúdo. Na outra metade, não houve o emprego da fotografia. Comparando o rendimento das turmas, observou-se que as turmas em que houve o emprego da fotografia tiveram o desempenho maior nas atividades realizadas posteriores à palestra.

A intertextualidade que designa a relação de dois contextos que sejam verbais e visuais é importante pois faz com que o público alvo na qual se designa os estudantes consiga realizar uma interpretação lógica dos fatos. Com isso, emergem-se os processos de significação e de compreensão de forma complementar aos fatos (REZENDE; STRUCHINER, 2009). De acordo com Hofstatter e Oliveira (2015), no desenvolvimento do processo educacional, deve

haver a autonomia para que os sujeitos se tornem autores e intérpretes de seus contextos e aprendizados. Nesse sentido, a relação entre a imagem e a produção do conhecimento é motivada no processo de ensino-aprendizagem, ao mesmo tempo em que pode ser motivadora desse processo.

No que se refere a legislação brasileira, é proibido em alguns Estados da Federação o uso de aparelhos celulares em sala de aula em escolas públicas e privadas. Esse é o caso, por exemplo, de Santa Catarina que, de acordo com a Lei nº. 14.363, de 25 de janeiro de 2008 (SANTA CATARINA, 2008), proíbe o uso de telefones celulares no espaço escolar. Já no Estado de São Paulo, o uso de celular é permitido nas escolas estaduais desde que uso seja para finalidades pedagógicas, conforme a Lei nº 16.567 (SÃO PAULO, 2017), que alterou a Lei nº 12.730 (SÃO PAULO, 2007) – esta última, inicialmente, proibia integralmente o uso do aparelho.

De um lado, observando essa divergência entre os entes do Poder Público sobre o uso de aparelho de comunicação no espaço escolar, percebe-se que há a necessidade de realizar trabalhos científicos que investiguem a relação entre educação e tecnologias. A urgência desse debate se justifica também, porque, com o uso das tecnologias, é possível aprimorar os conhecimentos e realizar trabalhos multidisciplinares haja vista as possibilidades do universo técnico-informático (COELHO; COSTA; MOTTA, 2021; COSTA; SILVA, 2015).

De outro lado, é notório que os estudos recentes reconhecem que as tecnologias têm ganhado espaço no cenário educacional, mesmo tendo, como visto acima, obstáculos de diversos aspectos (BARROSO, 2019; COELHO; COSTA; MOTTA, 2021). Como apontam o estudo de Costa e Sousa (2020), a partir dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua (Pnad), de 2017 e 2017, sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), três razões dificultam a implementação do uso da internet com fins didático-pedagógicos a partir das TIC, a saber:

- (i) o desinteresse alienado (os indivíduos não sentem a necessidade, porque não têm noção das possibilidades da internet); (ii) a insuficiência técnica (eles não sabem como acessar a rede digital); e (iii) a escassez econômica (esses cidadãos não têm como pagar pelo serviço de internet) (COSTA; SOUSA, 2020, p. 62).

Como se pode apreender, introduzir as TICs no espaço da escola não é ação fácil. No panorama da pandemia de covid-19, o uso de TICs foi impulsionado e interferiu, inclusive, na realização da coleta de dados e na aplicação da sequência didática proposta por este estudo. Com isso, o recurso da fotografia, alinhado às TICs – em especial ao celular –, foi, conseqüentemente, recepcionado neste estudo tanto pelo seu potencial motivador do processo de ensino-aprendizagem, como também como por sua flexibilidade e usabilidade pedagógica (COELHO; COSTA; MOTTA, 2021) dentro da gama de recursos das câmeras dos *smartphones*, por exemplo, que vão desde a *self* até as possibilidades interativas (videochamada, *streaming*, gravação de vídeo, etc.).

II.3. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel

Silva e Schirlo (2014) ressaltam que a psicologia cognitivista é a parte da psicologia que se preocupa com o processo da compreensão, transformação e armazenamento das informações e o uso na cognição. Para Ausubel, a aprendizagem de um determinado conceito pelo aprendiz se configura pela reorganização do campo conceitual e também da informação, entendendo que a aprendizagem se organiza em uma estrutura hierarquicamente organizada com a base do conceito subsunçor, como apontam Silva Filho e Ferreira (2018).

O subsunçor é uma estrutura na qual uma nova informação pode ser adicionada ao cérebro humano. Silva Filho e Ferreira (2018) explicam que o cérebro humano é uma estrutura hierarquicamente organizada em conceitos, na qual armazena as experiências prévias do sujeito. Com isso, ainda segundo os estudiosos supracitados, uma informação prévia serve de subsunçor para uma nova base de conceitos.

Silva Filho e Ferreira (2018) argumentam também que nesse ato ocorre a ancoragem do aprendizado, pois, durante esse processo, tanto os subsunçores quanto os novos conhecimentos passam por uma transformação. Essas modificações são necessárias para a adequação do novo conhecimento. Caso não haja essa conexão de saberes durante o processo de aprendizagem, não há contato com os subsunçores (SILVA FILHO; FERREIRA, 2018). Em outras palavras, não segue nenhum princípio lógico para uma aprendizagem significativa quando não há essa conexão entre os conhecimentos prévios do sujeito e os novos.

Quando for constatado que os subsunçores dos estudantes forem insatisfatório para a base de uma nova construção de conhecimentos, utiliza-se o método dos organizadores prévios que podem servir como ativadores dos subsunçores. Esses organizadores podem ser apresentados, como explicam Silva e Schirlo (2014), como forma de textos, filmes, esquemas, desenhos, fotos, perguntas, mapas conceituais, dentre outras possibilidades. Ainda conforme os autores mencionados, esse organizador prévio não é um resumo e sim como uma ferramenta capaz de fazer a integração das novas ideias. Essa conexão é obtida quando, ressaltamos mais uma vez, há uma conexão entre o conhecimento hierárquico e o que já existe.

Moreira (2017) evidencia, por sua vez, que a aprendizagem significativa não é caracterizada como aquela que o indivíduo nunca esquece. Diferentemente disso, a aprendizagem significativa, conforme define o autor, é aquela em que existe a assimilação obliteradora que pode ocorrer o esquecimento dos conhecimentos mais específicos e a permanência dos gerais, os quais são modificados pelos específicos. Portanto, há conhecimentos fortemente ancorados na estrutura cognitiva, mas isso não exclui, necessariamente, a possibilidade do esquecimento.

O que Moreira (2012a; 2012b) enfatiza é que não ocorre o esquecimento total dos conhecimentos. Não acontece isso, pois, se o esquecimento fosse total, esse fato caracterizaria que o indivíduo nunca aprendeu, de fato, um certo conteúdo. Se o processo de aprendizagem não foi efetivo, logo não se edificou uma aprendizagem significativa, mas, sim, uma aprendizagem mecânica e, portanto, não significativa ao sujeito.

III. METODOLOGIA

Neste tópico, são apresentados os procedimentos, os recursos e os instrumentos utilizados neste estudo.

III.1. Caracterização da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa de um estudo de caso com a abordagem qualitativa realizada do dia 15 de agosto a 30 de agosto de 2021, em uma oficina ofertada na plataforma da UnB. Em conformidade com André (2013), a abordagem qualitativa de pesquisa apoia-se na perspectiva que contempla o conhecimento como processo socialmente construído a partir das interações cotidianas dos sujeitos, modificando o meio e sendo por ela modificada.

Sobre a descrição de forma integral dos eventos, Gil (2002) ressalva que o objetivo primordial das pesquisas descritivas é a descrição das características de determinada população ou fenômeno. Dentre os diversos tipos de pesquisas descritivas, destaca-se a aquela que tem como propósito estudar as características de um grupo, que é o caso deste estudo em que se almeja examinar uma turma específica do ensino fundamental de uma escola pública. Além disso, a pesquisa descritiva aqui desenvolvida, além de descrever, quer demonstrar uma outra visão do problema da aprendizagem não presencial.

Nesse sentido, é uma pesquisa descritiva e exploratória, além de descrever fatos e presumir hipóteses, observa e identifica problemas para alcançar um resultado significativo. Para tanto, pretende-se fazer o levantamento e a aplicação de teorias que possam aprimorar um método de ensino em Ciências, no que diz respeito ao ensino-aprendizagem de entomologia no ensino fundamental com o recurso da fotografia.

Segundo Gil (2002), esses métodos de pesquisa, a descritiva e exploratória, em conjunto são utilizados em estudos voltados para a prática educacional, pois, em não raros casos, inicialmente se tem uma maior familiaridade com o problema, sendo por isso necessários esses tipos de pesquisa. Além da pesquisa ter a predominância de pesquisa de campo, ela também se utiliza da pesquisa bibliográfica. Isso decorre, porque este estudo também se baseia em pesquisas já realizadas na área com a finalidade de fazer uma conjectura das ideias propostas e dos resultados obtidos.

Para esta pesquisa, foram escolhidos os alunos do 6º ano e 9º ano, porque é a faixa educacional do Ensino Fundamental dos anos finais, que pressupõe maior sistematização dos conteúdos e consolidação de conceitos teóricos e metodológicos apresentados nos anos iniciais (do 1º ao 5º ano). A intervenção proposta foi a realização da sequência didática durante uma oficina, veicula por meio de AVA da UnB.

III.2. Caracterização da oficina

A sequência didática aplicada na oficina ofertada na plataforma da UnB. A referida oficina ocorreu entre os dias 15 e 30 de agosto de 2021, sendo que a oficina foi montada na plataforma de estudos da especialização Ciências é 10!, na qual já havia acontecido outras oficinas didático-pedagógicas disponíveis para alunos de ensino regular. Por isso, destaca-se que já existiam alunos que tinham participado de outras oficinas promovidas pelo mesmo programa.

Para o contato com os discentes foi enviado e-mail com cartaz divulgando a oficina. Com isso, os alunos que já tinham cadastro na plataforma, bem como os outros usuários de ensino regular de outras escolas não inscritos, poderiam fazer sua inscrição nas oficinas. O procedimento era o seguinte: os alunos apontavam o interesse e encaminhavam os dados para se inscrever na plataforma. Recebidos os interessados, eram gerados o *login* e a senha que, então, eram enviados para que os estudantes acessassem os conteúdos da oficina. Ao todo, foram inscritos 11 alunos, dos quais 10 participaram efetivamente – este é o grupo de análise deste estudo.

No dia 15 de agosto, foi disponibilizado na plataforma o questionário diagnóstico para a verificação dos conceitos prévios e a pesquisa pessoal dos estudantes. Logo após, ficou aberto o envio da resposta com data máxima de 21/08/2021. Até essa data, os alunos poderiam responder o questionário prévio, bem como assistir aos documentários relacionados ao tema que estavam disponíveis em *links* na plataforma.

No dia 21 de agosto, ocorreu a primeira aula pelo Google Meet. O link foi disponibilizado na plataforma de ensino na página de avisos, pelo e-mail, e no grupo de mensagens do *WhatsApp*. Na plataforma, foi disponibilizado o texto informativo, além de indicações para complementação de informações e discussão do conteúdo. A aula teve duração de uma hora, iniciou às 19h e terminou às 20h, com uma discussão sobre o texto e o método investigativo. Nessa ocorrência de videoaula síncrona, houve o comparecimento de dois alunos. Novo horário de aula foi escolhido pelos alunos para o favorecimento da presencialidade nas videoaulas. Por isso, a segunda videoaula foi agenda em conformidade com o dia e o horário que os alunos tinham maior disponibilidade.

Nos dias 22 a 23 de agosto, ocorreu o fórum de discussão da oficina. Nesse momento, foi promovida a discussão de assuntos sobre os insetos. Os alunos e a professora colocavam tópicos de discussão para conversar e adquirir mais conhecimento. Foi utilizado como recurso o *fórum de discussão*, que permitiu aos alunos explorar assuntos diferentes, complementar ideias e fazer novas descobertas.

A atividade investigativa foi proposta em nossas discussões e também na ferramenta da atividade. O objetivo para a atividade era que os alunos fossem autônomos para a realização de fotografias de insetos que encontrassem em seu contexto mais próximo. O prazo para a postagem da atividade na plataforma foi do dia 22 a 26 de agosto de 2021.

No dia 26 de agosto, às 19h, ocorreu a segunda aula no Google Meet. O link da videoaula foi disponibilizado com a mesma metodologia da primeira aula. Nessa segunda videoaula, houve a utilização da ferramenta de apresentação de PowerPoint. Nas lâminas da apresentação, foram discutidos conteúdos sobre os insetos. Abordou-se a importância, as classes dos animais e as ordens dos insetos, bem como a morfologia do inseto e a sua relevância para a natureza. Foi feita, também, uma associação dos insetos com as doenças, discutindo mitos e conceitos científicos. A aula iniciou às 19h e foi encerrada às 21h. A participação foi de cinco alunos.

No final da oficina, cinco alunos responderam ao questionário de verificação de aprendizagem final dentro da plataforma. O prazo para o retorno das respostas ao referido questionário foi do dia 26 até o dia 30 de agosto de 2021.

III.3. Atividade investigativa: “Registro Fotográfico da Fauna”

A atividade investigativa teve como intuito a promoção do estudante como agente responsável pelo seu processo de aprendizagem. Essa formação é importante, porque, nesse processo, o aluno toma um papel ativo na formulação de novos conceitos, corroborando de forma ressignificante em sua formação (MOREIRA, 2012a). A atividade prática ocorreu de forma individualizada. O estudante foi orientado a procurar insetos em sua localidade, isto é, o mais próximo de sua residência, podendo ser em praças, zonas rurais, jardins ou até em edificações. Estando nesses locais, o aprendiz foi orientado a registrar no mínimo cinco fotos da interação do inseto em seu ecossistema. Os alunos foram norteados também a registrar de forma nítida o inseto, isto é, em um enquadramento cênico que fosse possível identificar as partes anatômicas e o ambiente onde o hexápode estava inserido.

Logo após o registro, foi recomendado que o educando identificasse o inseto com o seu nome popular caso o conhecesse. Também foi orientado a colocar informações sobre a anatomia do inseto, como descrição das partes, o tipo de alimentação de acordo com seu aparelho bucal e a sua importância ecológica. Todas essas informações deveriam, segundo a proposta didático-pedagógica, ser registradas de maneira escrita.

Completados o registro fotográfico e a reflexão escrita sobre as características do inseto, a atividade deveria ser postada no campo “Atividade investigativa” – na segunda parte do segundo momento da sequência didática. Após o envio da atividade, foi solicitado que os alunos respondessem o questionário final para a verificação de aprendizagem na etapa final das atividades, no terceiro momento da sequência didática.

Ao final da sequência didática dos onze alunos, apenas sete alunos enviaram o questionário diagnóstico e a pesquisa pessoal. Apenas dois participaram do primeiro momento síncrono e cinco alunos participaram do segundo momento síncrono, e cinco alunos enviaram a atividade investigativa do registro.

III.4. Instrumentos de coleta e análise de dados

A sequência didática teve, como dito, três momentos, sendo que, no primeiro e no terceiro, foram utilizados instrumentos de coleta de dados. O primeiro momento foi realizado do dia 1º a 20 de agosto de 2021, no qual teve como objetivo a aplicação do questionário diagnóstico de coleta de dados com a pesquisa pessoal sobre os alunos. Na pesquisa pessoal, foram aplicadas dez perguntas. As perguntas consistiam em saber: o nome, a idade, a escolaridade, o acesso à internet e sobre a afinidade com o conteúdo de ciências.

O questionário diagnóstico levantou informações como conhecimentos prévios dos alunos sobre conhecimentos gerais sobre os insetos. Foram considerados como conhecimentos prévios sobre os insetos: a morfologia, os habitats e a relação ecológica do inseto. Para tanto, foram utilizadas seis das dez questões para fazer esse levantamento; todas as seis foram questões objetivas. A partir das respostas obtidas, pôde-se identificar o ponto de partida para o início das atividades investigativas na realização da oficina.

O segundo questionário ficou disponível do dia 26 ao dia 30 de agosto de 2021 e teve como objetivo a comparação da evolução dos estudantes: o antes e o depois da aplicação da sequência didática. Esse questionário final foi aplicado, portanto, no terceiro

Alunos	Rendimento do aluno	Q1 ¹	Q2	Q3	Q4	Q5	Q 6
Valor máximo	10,0	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
A1	8,33	1,67	1,67	1,67	0	1,67	1,67
A2	8,33	1,67	1,67	1,67	0	1,67	1,67
A3	6,67	0	1,67	0	1,67	1,67	1,67
A4	6,67	0	1,67	1,67	1,67	0	1,67
A5	10	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
A6	8,33	0	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
A7	8,33	0	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
Média Geral	8,10	0,72	1,67	1,43	1,19	1,43	1,67

Tabela 1: Respostas dos alunos obtidas através do 1º questionário diagnóstico da aplicação oficina. Fonte: Elaboração própria.

e último momento da sequência didática. Foi proposto com a mesma preocupação do questionário inicial: questões objetivas para verificar o nível de aprendizagem dos alunos sobre entomologia.

Para a comparação da evolução da aprendizagem dos discentes, cada aluno recebeu uma identificação, preservando o anonimato dos participantes da pesquisa. Logo após, foi realizada a tabela para comparar a evolução da aprendizagem dos alunos: o momento anterior e o momento posterior a execução da sequência didática. Para isso, foram cotejadas as questões objetivas de cada formulário que abordavam os conceitos científicos de entomologia.

IV. RESULTADOS

IV.1. Fotografia e ensino investigativo aplicados à entomologia

Neste tópico, são apresentados os resultados obtidos com a realização da oficina na plataforma da UnB. A tabela a seguir aponta as respostas do questionário diagnóstico, respondido pelos alunos inscritos na oficina entre 15 e 20 de agosto de 2021. São apresentadas apenas as questões objetivas que abordam os conceitos de entomologia.

Nota-se que, na Tabela 1, que os sete alunos que responderam ao questionário diagnóstico conseguiram atingir a nota acima da média nas questões. Quatro discentes não compreendem o conteúdo sobre a morfologia dos insetos, já a opção que apresentaram menos respostas erradas foram a terceira e a quinta, apresentando um domínio sobre assuntos relacionados a ocupação populacional. Sobre a transmissão de doenças, houve duas respostas erradas, evidenciando que ainda existem dúvidas a respeito do papel dos insetos na natureza com relação a transmissão de patologias.

A segunda e a sexta questão apresentaram maior índice de acertos, pois não houve repostas erradas indiciando que os alunos compreendem acerca de índice populacionais dos insetos na natureza e o tipo de crescimento dos insetos. Com isso, entende-se diante

dos resultados obtidos na escola assuntos relacionados com o convívio direto dos alunos com a natureza, apresentaram rendimento maior comprovando a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel a respeito dos conceitos subsunçores dos discentes.

Na Tabela 2 apresentamos algumas das fotos e descrições feitas pelos alunos:



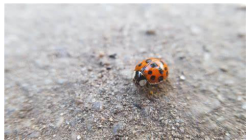
Aluno	Foto da atividade ²	Descrição do inseto
A1	 (a)	Louva-a-deus é o nome popular que se dá para cerca de 2.300 espécies desse inseto, que se encontram na ordem "Mantodea". Nessa ordem há muitas famílias classificadas, sendo a <i>Mantidae</i> a maior e mais popular.. O louva-a-deus é um excelente predador, que consegue comer mariposas, gafanhotos, moscas e até pequenos vertebrados, como mamíferos, aves e lagartos, sendo muito utilizados no combate de pragas agrícolas.
A2	 (b)	As borboletas, panapanás ou panapanãs, são insetos da ordem Lepidoptera classificados nas super famílias Hesperioidea e Papilionoidea, que constituem o grupo informal "Rhopalocera". Como outros insetos de holometabolismo, o seu ciclo de vida consiste em quatro fases: ovo, larva, pupa e imago. Os fósseis mais antigos conhecidos de borboletas são do meio do Eoceno, entre há 40 a 50 milhões de anos. As borboletas têm um papel fundamental na Polarização e sua presença ou ausência em determinadas áreas pode indicar uma boa qualidade do meio ambiente. Anatomia da Borboleta: Cabeça; Tórax; Abdômen. Seu exoesqueleto é pequeno. Ela possui espiráculos, que são aberturas presentes no corpo inteiro, onde tem funções semelhantes a de um pulmão. Os espiráculos são importantes para a troca de gás carbônico pelo oxigênio. O tórax da borboleta é dividido em 3 principais segmentos de onde saem as patas.
A3	 (c)	Joaninha é o nome popular dos insetos coleópteros da família Coccinellidae. Os cocinelídeos possuem corpo arredondado, cabeça pequena, patas muito curtas e asas membranosas muito desenvolvidas, protegidas por uma carapaça dura geralmente de cores vivas. Joaninhas têm tudo a ver com o controle biológico de pragas – ou seja, usar um inseto para controlar a proliferação de outros, nocivos às plantas. Para impedir, controlar ou evitar uma infestação de pulgões é preciso ter joaninhas à disposição. Atonomia da Joaninha: A joaninha tem um corpo oval, seis pernas, duas antenas, uma cabeça com dois olhos, um tórax chamado pronoto e um abdômen (a parte do corpo coberta pelo elytra). Quando a pupa eclode como uma joaninha adulta nova, ela ainda não tem manchas e seu élitro é molhado, macio e de cor pálida.

Tabela 2: Fotografias enviadas pelos alunos e a sua descrição da atividade investigativa. Fonte: Elaboração própria.

De acordo com as atividades investigativas dos alunos da oficina, observa-se que os alunos que enviaram a atividade investigativa mostraram a curiosidade de pesquisar a respeito do inseto fotografado em seu ecossistema. Os cinco alunos que enviaram a atividade

do registro fotográfico da fauna utilizaram fotos autorais, sem uso da internet, desenhos e imagens impressas. Isso aponta um resultado positivo porque demonstra a espontaneidade e a criatividade dos alunos.

Após a atividade investigativa, houve a aplicação do questionário final a fim de verificar o nível de aprendizagem. Os alunos responderam a atividade na plataforma de ensino. O questionário final teve um total de dez questões, na qual foram enfatizados os seguintes temas: morfologia, habitat, papel ecológico e insetos transmissores de doenças. Essas questões básicas foram discutidas na primeira e na segunda videoaula da oficina. O questionário serviu como base para a verificação da aprendizagem dos educandos após a participação da oficina e a realização da atividade investigativa.

A seguir há a tabela explicativa em relação pergunta-respostas dos alunos. O questionário completo está no Apêndice D. Essa tabela segue os mesmos princípios avaliativos da tabela anterior, apontando a quantificação de acertos e erros por meio das notas e das cores. Há também o destaque da média dos alunos e de cada assunto/questão, mostrando o nível de conhecimento a respeito de cada tópico.

Alunos	Rendimento do aluno	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Valor máximo	10	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
A1	9,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0
A2	9,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0
A3	7,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0
A4	7,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0
A5	8,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	0,0	1,0	1,0
Média Geral	8,0	1,0	0,8	1,0	0,4	1,0	0,8	1,0	0,0	1,0	1,0

Tabela 3: Respostas dos alunos obtidas do questionário final. *Fonte:* Elaboração própria.

Ao analisar os resultados obtidos questionário final, pode-se observar que houve progresso dos alunos em relação a morfologia dos insetos, sobretudo nas questões relacionadas à morfologia. Com isso, os alunos obtiveram mais acertos do que no questionário diagnóstico. Nota-se também que os alunos conseguiram assimilar a relação indivíduo-natureza, alcançando um aprofundamento na interpretação e na compreensão da relação mútua dos insetos, como também da associação entre as doenças transmitidas por vetores e a importância dos insetos nos ecossistemas.

Ao analisar questões que pressupõem maior tecnicidade, o resultado do questionário final apontou que o rendimento, ainda, não foi satisfatório. Isso pode ser percebido nas questões quatro e oito. Esse resultado leva a percepção para o planejamento e a execução de atividades a nível de conhecimento de cada série escolar e componente curricular disciplinar – ressaltando que a oficina tinha alunos de diversas séries do ensino fundamental, do 6º ano ao 9º ano.

Em relação a aplicação da sequência didática, nota-se que os alunos tiveram participação ativa, uma vez que somente houve uma única desistência. Obtemos, assim, a taxa de

efetividade de 90% na oficina. Nas videoaulas, a presença síncrona dos alunos foi menor. Mesmo assim, a estratégia de consultar os alunos para verificar o dia e o horário de maior adesão fez com que a frequência na videoaula aumentasse: de 18% na primeira videoaula para 45% na segunda videoaula. Sobre a participação nas atividades da oficina, verificou-se que o fórum de discussão teve maior adesão (72%), seguido pelo questionário diagnóstico (63%) e, em terceiro lugar, está a atividade investigativa (45%).

V. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao término da oficina, pôde compreender que houve uma alta adesão em relação aos números de alunos matriculados na referida oficina. Já na participação das videoaulas síncrona, houve uma adesão inicial pequena que, com o uso da estratégia de consulta de disponibilidade, aumentou para quase 50% dos alunos, inscritos.

Durante a aplicação da sequência, eram enviadas mensagens pela ferramenta avisos do AVA para que os discentes realizarem as atividades, esse método foi adotado devido as videoaulas serem *on-line* e a oficina ter um tempo curto de execução, exigindo, assim, maior atenção aos prazos. Além disso, com o questionário diagnóstico foi possível traçar rotas de aprendizagem mais adequadas ao grupo de estudantes inscritos, pois, como se apreendeu, eles já tinham certo conhecimento prévio sobre o conteúdo.

Já a realização da atividade investigativa foi realizada pelos próprios alunos a partir das instruções que tinham no fórum de discussão. Mesmo havendo uma interação bastante ativa no fórum, menos da metade entregou a atividade investigativa. Isso pode ter ocorrido por diversos motivos que não necessariamente estão atrelados aos procedimentos pedagógicos da sequência didática proposta.

Pode-se considerar também que o acesso à internet é limitado para diversos alunos, como apontado na pesquisa pessoal realizada com os alunos inscritos. Principalmente no período de aulas remotas durante a pandemia de covid-19, notou-se que essa problemática pode causar prejuízos aos alunos, pois, no ensino remoto, os alunos necessitam da internet para assistir aulas, visualizar as mensagens do grupo escolar, enviar as atividades escolares, dentre outras ações. Todas essas atividades, geralmente, acontecem em plataformas digitais e redes sociais digitais.

Por exemplo, em conformidade com Costa e Sousa (2020), ainda com o aumento do acesso as tecnologias digitais, constata-se a desigualdade da inserção digital em zonas não urbanizadas e distantes, totalizando apenas 49,2% das residências em zona rural com acesso à internet. De acordo com a pesquisa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2019, p. 36) nem todos os estudantes têm acesso às atividades escolares por meio dos *smartphones*.

Costa e Souza (2020) também ressaltam que, dentre os equipamentos utilizados para navegar na rede, nota-se que o telefone celular é o mais utilizado, quase alcançando a totalidade (99,2%) dos domicílios com acesso à internet. Compatibilizando com a pesquisa pessoal aplicada aos estudantes inscritos na oficina, o uso do *smartphone* era o principal meio de acesso à internet – nem sempre o aparelho era de uso pessoal do estudante, isto é, em não raros casos, era compartilhado com outros membros do núcleo familiar.

Esse acesso à rede global de internet por meio de *smartphones* auxiliou para que as

aulas remotas acontecessem. Contudo, é preciso ressaltar que nem toda família brasileira tem acesso a computadores em suas residências ou tem condições de adquirir um em um momento de necessidade – como o do contexto pandêmico. Além disso, o *smartphone* apresenta algumas limitações como o tamanho e a disposição das informações na tela. Por isso, o professorado, ao propor atividades on-line, deve considerar essas limitações e, em grande parte das vezes, deve adaptar e/ou reformular a atividade, pois o exercício de avaliação de aprendizagem pode ter sido pensado, inicialmente, no formato físico e impresso.

Acrescenta-se, ainda, que as telas dos *smartphones* não são apropriadas para textos muito longos com letras minúsculas, nem para leituras que demandam muito tempo. Por isso, as condições ergométricas e as limitações dos aparelhos eletrônicos devem ser consideradas na produção de atividades didático-pedagógicas, como propõem Costa e Sousa (2020).

Compreendeu-se, com esses dados, que o ensino remoto pode ter prejudicado os alunos, desde de defasagem no conhecimento até evasão escolar. As aulas mesmo ocorrendo por meio virtual não conseguiram sanar todas as dificuldades de aprendizagem, uma vez que as adversidades são de diferentes ordens e dimensões no contexto educacional brasileiro. E no caso, em análise, um dos obstáculos foi o acesso limitado à internet por parte dos discentes – o que pode explicar a baixa presencialidade nas videoaulas síncronas.

No desenvolvimento da atividade investigativa, houve envio de atividades bem desenvolvidas. Notou-se que os discentes da oficina didática mostraram interesse e curiosidade, pois enviaram registros fotográficos, pesquisa bibliográfica abrangente sobre os insetos registrados e também fizeram uma formatação para a atividade.

Esses parâmetros avaliativos permitiram observar que, mesmo com as dificuldades de acesso à internet, a maioria dos alunos inscritos na oficina participaram das ações pedagógicas desenvolvidas. Como apontado, a participação foi distribuída nos três momentos da sequência didática a partir de atividades. No primeiro momento, houve o questionário diagnóstico. No segundo, temos duas partes: um com o fórum e a atividade investigativa; e outro com a primeira videoaula. No terceiro, há a segunda videoaula e o questionário final.

Sobre o desempenho dos alunos, nota-se que, na Tabela 1, a média foi 8,1 e, na Tabela 2, a média 8,0. Isso pode parecer, inicialmente, uma estabilidade entre os desempenhos dos alunos. Uma vez que, quando se observa as notas individualmente, percebe-se que, embora não se tenha alcançado nenhuma nota máxima – isto é, 10,0 – no questionário final, houve um aumento nas notas dos alunos, pois o resultado mais baixo no questionário final foi 7,0, enquanto que, no questionário diagnóstico, foi 6,67. Além disso, no questionário diagnóstico, cerca de 70% dos alunos tiveram notas maiores do que 8,0, enquanto que, no questionário final, foram 80%. Salienta-se também que o questionário final é maior (tem mais questões) e é mais complexo (tem maior nível de dificuldade). Por isso, pode-se dizer que houve uma melhora no desempenho dos alunos.

Foi observado que os alunos que participaram da oficina didática-pedagógica apresentaram um compromisso realizando as atividades solicitadas, desde o questionário diagnóstico até o questionário final. Como já dito, o nível de participação não foi uniforme em todas as atividades, sobretudo nas videoaulas que tiveram baixa adesão – provavelmente por ser síncrona. Nas atividades aplicadas de forma assíncrona a adesão foi maior, com mais de 50% de participação ativa.

O resultado final mostra que, ao decorrer das atividades, os alunos conseguiram aprender conceitos novos, como morfologia, relação indivíduo-natureza, importância na saúde e também para o meio ambiente dos insetos. Ao realizarem as pesquisas exploratórias, os discentes assimilaram e sistematizaram informações importantes, bem como fizeram associações ao seu conhecimento prévio, tornando, assim, a aprendizagem mais significativa.

VI. CONCLUSÃO

Em concordância com Nicola e Paniz (2016), a educação ainda apresenta diversas características do ensino tradicionalista, na qual a lousa e o giz são ferramentas comumente utilizadas nas rotinas das aulas de ciências, o que as tornam, muitas das vezes, desmotivadoras. É na contramão dessa perspectiva que esta pesquisa se empenhou em desenvolver, executar e avaliar uma sequência didática que assumisse a perspectiva investigativa nos moldes da proposta de Ausubel.

Para tal foram apresentados o tema e a pertinência da entomologia e do ensino investigativo para a área de Ciências. Em seguida, foi discutido o referencial teórico, bem como apresentada a metodologia desta pesquisa (cf. Tabela 1). Foram realizados os apontamentos de cada momento que propusemos para nossa sequência didática (cf. Tabela 2). No tópico 5, foram apresentados os resultados obtidos na oficina realizada no AVA para alunos dos anos finais do ensino fundamental. No tópico 6, houve a discussão desses resultados, relacionando o desempenho dos discentes com suas realidades socioculturais. Esse foi o percurso teórico-metodológico que este trabalho realizou.

Devido às limitações decorrentes do ensino remoto implementado na educação básica devido à pandemia de covid-19, a oficina não teve muitas inscrições, porque os estudantes estavam sobrecarregados com as aulas *on-line* no período de inscrição. Desse modo, isso foi uma limitação deste estudo, porque afetou o contingente de participantes na pesquisa. Mesmo assim, como ponto de equilíbrio, a taxa de retenção dos inscritos foi de 90%, o que demonstra que houve apenas 10% de evasão/desistência.

A oficina por ser objetiva e de curta duração exigiu maior concentração e atenção aos prazos. Por isso, a taxa de participação dos alunos foi considerada como um item relevante para a verificação da eficiência da ação. Pelos dados obtidos, notou-se que as atividades síncronas tiveram menos de 50% de participação, enquanto que as atividades assíncronas alcançaram mais de 50%. Por ora, este estudo considera que isso deva ter ocorrido pelo acesso limitado dos estudantes à internet, como apontado pela pesquisa pessoal realizada com os alunos. Desse modo, esse resultado deve ser validado por pesquisas ulteriores com grupos mais homogêneos, uma vez que, além de poucos participantes, esta pesquisa teve alunos de anos diferentes do ensino fundamental, do 6º ao 9º ano – essa é outra limitação desta investigação.

O cotejo dos questionários, o diagnóstico (Tabela 1) e o final (Tabela 2), demonstrou que houve um avanço no nível de desempenho dos estudantes. Mesmo assim, os dados do questionário diagnóstico apontam que os alunos inscritos já tinham um conhecimento prévio sobre o tema bastante desenvolvido. Por isso, recomenda-se que esses questionários sejam aplicados com grupos de estudantes que tenham níveis mais baixos de conhecimentos prévios e menor sistematização dos conhecimentos sobre entomologia para, desse modo,

validar a eficácia da sequência didática proposta.

Compreendendo essas limitações, este trabalho aponta que, no ensino de Ciências, é importante uso de recursos complementares como oficinas, aulas experimentais em laboratório ou na natureza, pois, dessa maneira, instiga-se o aluno a conhecer e a desvendar novos conceitos, desenvolvendo a competência de aprender a aprender. Isso foi estimulado durante o fórum de discussão, pois os estudantes puderam, com suas postagens, apresentar suas hipóteses, discutir suas observações e, sobretudo, expor a seus pares seus achados investigativos sobre os insetos. Com isso, nota-se que não é necessariamente o ambiente exterior que molda o processo de aprendizagem, mas sim a maneira como o docente desenvolve os recursos que possui, sejam eles digitais, como ocorreu neste caso do AVA, sejam eles físicos, como acontece em amostras, experimentos e observações no microscópio.

Esses usos pedagógicos dos recursos, como afirmam Coelho, Costa e Motta (2021), são importantes para se potencializar o processo de ensino e aprendizagem. Tornam-se ainda mais relevantes no contexto pandêmico no qual alunos estudam fora do ambiente escolar, com o auxílio dos responsáveis e, não raramente, com escassez de recursos à sua disposição.

É necessário, portanto, fazer uso de ferramentas digitais que instigam os alunos, que estimulem a interação e que convidem o aprendiz a desenvolver a aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. de; FELIPE, E.; MEDEIROS, S. A. de. Da pedagogia tradicional a uma aprendizagem significativa. **Episteme Transversalis**, v. 11, n. 2, p. 69-95, out. 2020.

ANDRÉ, M. O que é um estudo de caso qualitativo na educação?. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, Salvador, v. 22, n. 40, p. 95-103, jul./dez. 2013.

ALBURQUERQUE, F. P. *et al.* Entomologia no ensino médio técnico agrícola: Uma proposta de trabalho. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 8, n. 3, p. 251-265, 2014.

AUAD, A. M.; FONSECA, M. das G. A entomologia nos cenários das mudanças climáticas. In: BETTIOL, W. *et al.* (org.) **Aquecimento global e problemas fitossanitários**. Brasília: Embrapa, 2017, p. 93-115.

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Tradução de Eva Nick *et al.* Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARROSO, L. R. A educação básica no Brasil: do atraso prolongado à conquista do futuro. **Direitos Fundamentais & Justiça**, Belo Horizonte, ano 13, n. 41, p. 117-155, jul./dez. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação (CNE). **Parecer nº 19**. 2020. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=down-

load&alias=167131-pcp019-20&category_slug=dezembro-2020-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 25 out. 2021.

COELHO, P. M. F.; COSTA, M. R. M.; MOTTA, E. L. O. Formação de professores e integração pedagógica das Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC): da usabilidade técnica ao letramento digital. **Eccos – Revista científica**, n. 58, p. 1-20, e11014, jul./set. 2021.

COSTA, E. K. S. L.; SILVA, T. G. A. Ensino de ciências: A utilização da produção fotográfica por estudantes do fundamental II, para registros entomológicos. In: XIII Congresso Internacional de Tecnologia na Educação, 2015, Recife. **XIII Congresso Internacional de Tecnologia na Educação**, 2015.

COSTA, M. R. M.; SOUSA, J. C. Desafios da Educação e das Tecnologias de Informação e Comunicação durante a pandemia de Covid-19: problematizando a transmissão de aulas assíncronas nos canais de televisão aberta e o uso da internet para fins didático-pedagógicos. **Revista Com Censo#22**. v. 7, n. 3, p. 55-64, ago. 2020.

DIÁZ, D. P. P.; VINHOLI JÚNIOR, A. J. Estratégias, finalidades e contribuições da entomologia no ensino de ciências e biologia: Contribuições da entomologia no ensino de conceitos da biologia. **Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación**. v. XI, n. 1, p. 126-139, fev-mar, 2020.

FARIA, F. C.; CUNHA, M. B. 'Olha o passarinho!' A fotografia no Ensino de Ciências. **Rev. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 38, n. 1, p. 57-64, 24 jun. 2016.

FERREIRA, M. *et al.* Ensaio sobre as inter-relações entre arquitetura escolar, cibercultura e ensino de Ciências: desafios e propostas para as juventudes da Geração Y. **Revista do Professor de Física**, v. 4, n. 3, p. 1-29, Brasília, 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projeto de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOMES, B. A.; MARCOMIN, F. E. A fotografia como recurso sensibilizador em/para a educação ambiental. **Rev. ambientalMENTEsustentable**, v. II, n. 20, p. 571-582, jul-dez. 2015.

HOFSTATTER, L. J. V.; OLIVEIRA, H. T. Olhares perceptivos: Usos e sentidos da fotografia na educação ambiental. São Carlos/São Paulo. **Rev. Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 91-108, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Acesso à internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal PNAD contínua 2018: análise dos resultados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/17270-pnad-continua.html?=&t=downloads>. Acesso em: 25 out. 2021.

LEAL, S. C. **Uso de metodologias ativas no ensino de entomologia no ensino médio**. 2020. 192 f. (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

LEITE, G. L. D. **Entomologia básica**. Minas Gerais: Instituto de Ciências Agrárias/UFMG, 2011. Disponível em: https://biologiaparabiologos.com.br/wpcontent/uploads/2019/03/ap_ent_basica.pdf .Acesso em: 25 out. 2021.

LIMA, V. S. de. **A travessia do espelho: fotografia e aprendizagem artística**. 2015. Dissertação (Mestrado em Teoria, Ensino e Aprendizagem) - Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

MATOS, C. H. C.; *et al.* Utilização de Modelos Didáticos no Ensino de Entomologia. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 9, n. 1, p. 19-23, 2009.

MELO, M. do C. de M.; DURÃES, M. As biografias e as fotografias na aprendizagem da história – as literacias “Viajando através da carne”. **Revista de História**, São Paulo, n. 164, p. 447-462, jan.-jun. 2011.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS**. Temas de ensino e formação de professores de ciências. Natal: EDUFRN, 2012a.

MOREIRA, M. A. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? **Revista Currículum**, n. 25, p. 29-56, 2012b.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2017.

NICOLA, J. A.; PANIZ, C. M. A importância da utilização de diferentes recursos

didáticos no ensino de biologia. *Infor, Inov. Form., Rev. NEaD-Unesp*, São Paulo, v. 2, n. 1, p.355-381, 2016.

OLIVEIRA, M. A. *et al.* Bioindicadores ambientais: insetos como um instrumento desta avaliação. **Revista Ceres**. v. 61, p. 800–807, nov./dez. 2014.

PELIZZARI, A. *et al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Rev. PEC**, Curitiba, v.2, n.1, p.37-42, jul. 2001/jul. 2002.

PIRES, M. M. **Imagens e mediações simbólicas no ensino de Geografia: a fotografia na aprendizagem da paisagem urbana**. 2020. 258 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

PREZOTO, F. *et al.* Agroecossistemas e o serviço ecológico dos insetos na sustentabilidade.

RESENDE, L de O. *et al.* **Sustentabilidade: tópicos da Zona da Mata Mineira.** Juiz de Fora: Edição dos autores, 2016, p. 19-30.

REZENDE, L. A.; STRUCHINER, A. Uma Proposta Pedagógica para Produção e Utilização de Materiais Audiovisuais no Ensino de Ciências: análise de um vídeo sobre entomologia. Alexandria. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.1, p.45-66, mar. 2009.

ROCHA, J. R. **Modelagem matemática com fotografias.** 2013. 164f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

RUFFINO, F. S.; SOUZA, C. R. A natureza sob a ótica das crianças: uma pesquisa com fotografias. **Periódico eletrônico Fórum Ambiental de Alta Paulista**. v. 13, n. 5, p. 80-90, 2017.

SANTA CATARINA. Lei nº 14.363, de 25 de janeiro de 2008. Dispõe sobre a proibição do uso de telefone celular nas escolas estaduais do Estado de Santa Catarina. 2008. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2008/14363_2008_lei.html Acesso em: 25 out. 2021.

SÃO PAULO. Lei nº 12.730, de 11 de outubro de 2007. Proíbe o uso de telefone celular nos estabelecimentos de ensino do Estado, durante o horário de aula. 2007. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2007/lei-12730-11.10.2007.html> Acesso em: 25 out. 2021.

SÃO PAULO. Lei nº 16.567, de 06 de novembro de 2017. Altera a Lei nº 12.730, de 11 de outubro de 2007, que proíbe o uso de telefone celular nos estabelecimentos de ensino do Estado, durante o horário de aula. Disponível em: <https://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/2007/lei-12730-11.10.2007.html> Acesso em: 25 out. 2021.

SILVA FILHO, O. L. DA; FERREIRA, M. Teorias da aprendizagem e da educação como referenciais em práticas de ensino: Ausubel e Lipman. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 2, p. 104-125, 2018.

SILVA S. C. R.; SCHIRLO, A. C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. **Imagens da Educação**. v. 4, n. 1, p. 36-42, 2014.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Revista Ciências e Cognição**, v. 13, n. 1, p. 94-100, 2008.

VYGOSTKY, L. **A formação social da mente.** Tradução de Monica Stahel M. da Silva. São Paulo: Martins fontes, 1984.

WINK, C. *et al.* Insetos edáficos como indicadores de qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.4, n.1, p. 60-71, 2005.



TUDO SE TRANSFORMA: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA PARA O ENSINO DE TRANSFORMAÇÕES QUÍMICAS

EVERYTHING IS TRANSFORMED: AN INVESTIGATIVE APPROACH TO TEACHING CHEMICAL TRANSFORMATIONS

AMANDA PERES DE MELO¹, MARCOS ROGÉRIO MARTINS COSTA²,
MARCELLO FERREIRA², KHALIL OLIVEIRA PORTUGAL², OLAVO
LEOPOLDINO DA SILVA FILHO²

¹Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF)

²Instituto de Física, Universidade de Brasília

Resumo

Recentemente, houve um interesse renovado no ensino de Ciências por investigação. Nesse sentido, diversos estudos apontam a importância desse ensino na formação de alunos com o olhar mais crítico e científico sobre a realidade. Assim, este trabalho discute a importância do ensino por investigação e da contextualização no ensino de ciências, e tem como objetivo principal aguçar a percepção dos alunos sobre as transformações químicas presentes no cotidiano. Este trabalho propõe uma sequência didática, aplicando o método investigativo, para o ensino de transformações químicas voltada para estudantes do 7º ano do ensino fundamental II de uma escola do Distrito Federal. Para isso, utilizou-se uma sequência didática de duas aulas com momentos de exposição de situações problemas, discussão de hipóteses, sistematização do conhecimento e atividade final. A sequência didática foi toda desenvolvida de forma remota devido à pandemia da covid-19. Os resultados obtidos indicaram que a metodologia adotada proporcionou a aprendizagem significativa sobre o tema, incentivando que os alunos a expor argumentos, discutir hipóteses e compreender os principais conceitos acerca do conteúdo trabalhado. Como ponto de melhoria, os resultados apontam que, devido à grande generalidade do tema, percebeu-se que alguns alunos ainda apresentaram dificuldade em apreender os conceitos de forma científica, embora conseguissem distinguir as transformações químicas das físicas.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Atividades investigativas. Transformações químicas. Contextualização.

Abstract

Recently, there has been a renewed interest in science teaching by inquiry. In this sense, several studies point to the importance of this teaching in the formation of students with a more critical and scientific look at reality. Thus, this work discusses the importance of teaching by investigation and contextualization in science teaching, and its main objective is to sharpen students' perception of the chemical changes present in everyday life. This work proposes a didactic sequence, applying the investigative method, for the teaching of chemical transformations aimed at students in the 7th grade of elementary school II of a school in the Federal District. For this, a didactic sequence of two classes was used, with moments of exposure of problem situations, discussion of hypotheses, systematization of knowledge and final activity. The teaching sequence was all remotely developed due to the covid19 pandemic. The results obtained indicated that the adopted methodology provided significant learning on the subject, encouraging students to expose arguments, discuss hypotheses and understand the main concepts about the content worked. As a point of improvement, the results show that, due to the great generality of the topic, it was noticed that some students still had difficulty in grasping the concepts in a scientific way, although they were able to distinguish chemical from physical transformations.

Keywords: *Science teaching. Investigative activities. Chemical transformations. Contextualization.*

I. INTRODUÇÃO

O ensino de química no ensino fundamental pode ser um desafio, tanto para os professores quanto alunos. Nesse sentido, há a necessidade de buscar novos meios de trabalhar esse conteúdo e, para tanto, este trabalho desenvolve a perspectiva do ensino por investigação como um facilitador do processo de ensino-aprendizagem, visto que essa metodologia busca o protagonismo do estudante durante a aprendizagem. Ademais, se faz necessário associar os conteúdos com eventos cotidianos. De acordo com Wartha e Aláριο (2005), não há nada no mundo físico e social que a priori não possa ser relacionada com os conteúdos curriculares da Educação básica. “É, portanto, inesgotável a quantidade de contextos que podem ser utilizados para ajudar os alunos a darem significado ao conhecimento” (WARTHA; ALÁRIO, 2005, p. 42).

Os referidos autores destacam, ainda, a importância de se compreender o significado do termo contextualização. Com isso, Wartha e Aláριο (2005) explicam que contextualizar se relaciona com um exercício constante que consiste em assumir uma postura frente ao ensino para que o aluno tenha encantamento pela descoberta, curiosidade e autonomia no processo de aprendizagem. Em outras palavras, contextualizar é mais do que situar o aluno frente a um conteúdo disciplinar, é também facilitar o processo de descoberta, buscando apoiar a compreensão de problemas do entorno social e cultural do indivíduo.

As transformações químicas estão muito presentes no cotidiano dos estudantes, e uma abordagem investigativa pode facilitar a compreensão de como essas transformações ocorrem e quais suas evidências. Há muitos trabalhos sobre esse tema voltados para o ensino médio, faltando estudos mais aprofundados para o ensino fundamental¹. Segundo Rosa e Schnetzler

¹ Essa lacuna nos estudos talvez decorra da distribuição curricular, porque nesse estágio – o Ensino

(1998), entender o conceito de transformação química é relevante para se entender a química, já que o papel principal do químico é compreender as reações químicas. Além disso, ao se apreender esse conceito, o estudante é incentivado a perceber o impacto causado pelas indústrias químicas e pelo lixo, por exemplo, além de motivar o estudante a investigar os processos que ocorrem em seu cotidiano.

Tendo em vista todos os pontos abordados até aqui, bem como estabelecida a importância desse conceito para o entendimento da química, trazemos à luz a seguinte questão norteadora desta pesquisa: qual o papel do ensino por investigação e da contextualização ao trabalhar processos de transformações químicas com alunos do Ensino Fundamental? Portanto, para responder essa questão, este trabalho tem como objetivo principal, a partir do ensino por investigação, aguçar a percepção que os estudantes possuem de situações que ocorrem diariamente, tais como: portão enferrujado, cozimento de alimentos, putrefação de frutas, dentre outros exemplos.

Com isso, o intuito desta investigação é fazer com que o estudante seja capaz de observar fenômenos cotidianos e tirar suas próprias conclusões sendo sujeito ativo do processo de ensino a partir da contextualização do conteúdo das transformações químicas. Para tal, esse estudo foi dividido em sete partes. Nesta primeira seção, apresentamos a introdução do assunto. Na segunda, é desenvolvida a fundamentação teórica. Na terceira, há exposição do caso de pesquisa. Na quarta, os procedimentos metodológicos são abordados. Na quinta, os resultados obtidos são reportados. Na sexta, realiza-se a discussão dos resultados. E na sétima, encontram-se as considerações finais deste estudo. Eis o caminho que será trilhado neste artigo.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta seção, são apresentados os aportes teóricos que sustentam essa pesquisa. Serve, assim, para apontar os referenciais que norteiam o olhar investigativo desta pesquisa, bem como indiciam as bases epistemológicas que apoiam o pensamento reflexivo-crítico aqui desenvolvido. As indicações teóricas são resultadas de uma pesquisa bibliográfica, de tipo narrativa, não sistemática (GIL, 2002), realizada a partir do tema transformações químicas, realizada no Portal de Periódicos da Capes, de agosto a setembro de 2020.

II.1. Transformações químicas

Cotidianamente, a palavra fenômeno está associada a algo extraordinário, já no campo científico essa concepção muda, pois os cientistas trabalham com fenômenos ou transformações. Deve-se ter em mente que os cientistas vão muito além de observar fenômenos da natureza, sendo capazes de criar fenômenos que podem não existir na natureza, como explica Lopes (1995).

Quando se trata de fenômenos químicos, podem também haver fenômenos físicos. Daí decorre a confusão dos alunos no momento de distinguir um do outro. Segundo Lopes

Fundamental – os conteúdos de química fazem parte do componente curricular mais genérico intitulado Ciências que engloba diversas áreas do saber, como biologia, física e química. Este ponto ressaltamos, mas não exploramos neste estudo.

(1995, p. 7),

Alguns livros didáticos permanecem com uma classificação antiga, distinguindo os fenômenos em reversíveis (físicos) e irreversíveis (químicos). Isso porque os fenômenos físicos são considerados 'superficiais', transformações ligeiras, e os fenômenos químicos 'profundos', transformações mais definitivas.

Para desenvolver esse prisma, o ensino de transformações químicas contextualizada precisa ser bem planejado, didática e pedagogicamente. Segundo Mortimer e Miranda (1995), os estudantes possuem concepções diferentes daquelas aceitas pela comunidade científica. E, por isso, os alunos tendem a focar as explicações apenas no nível que é perceptível e, com isso, não conseguem, comumente, fazer referência ao nível atômico-molecular em uma primeira tentativa de explicação do fenômeno em análise. Além disso, outra dificuldade está na extensão e generalidade do conceito:

Estudantes dificilmente reconhecem similaridades entre fenômenos que têm aspectos perceptivos bem diferenciados. Afinal, o que pode haver em comum entre fenômenos tão diferentes como a combustão de uma vela, o enferrujamento de um prego ou a dissolução de um comprimido antiácido? (MORTIMER; MIRANDA, 1995, p. 23).

Ao analisar a literatura fica evidente que existem obstáculos ao ensino e à aprendizagem das transformações químicas de forma contextualizada, seja por dificuldades materiais (recursos financeiros, equipamentos apropriados e infraestrutura, etc.), seja por lacunas formativas (falta ou deficiência na formação continuada dos docentes; desestímulo à proposição de novas estratégias pedagógicas, rigidez e alta hierarquização da estrutura pedagógica, etc.). Isso fica patente, principalmente quando se trata do entendimento no campo microscópico e molecular. Mesmo assim, o ensino desse conteúdo se mostra imprescindível para o entendimento da química e por isso deve ser um tema debatido desde o ensino fundamental:

Em seus primeiros contatos com a química, uma aluna ou um aluno precisa compreendê-la como o estudo das reações químicas, reações essas que definem as propriedades químicas das substâncias. É importante, não só para o entendimento da química, mas também para a formação do pensamento científico de alunos e de alunas de maneira mais ampla [...] (LOPES, 1995, p. 2).

Com isso, podemos apreender que o conteúdo de transformações químicas não está somente associado ao campo de saber da química, mas também ao ato de ler, avaliar e compreender o mundo ao seu redor. Em concordância com o que Sousa Júnior (2020, p. 61) assevera, "o entendimento das ciências permite que os seres humanos consigam propor

transformações em seus contextos sociais com embasamento científico. A Química é uma das ciências que faz parte dessa dinâmica...”. Por isso, é nessa perspectiva mais ampla que compreendemos o conceito de transformações químicas e o aplicamos ao estudo caso que, mais à frente, vamos apresentar.

II.2. O ensino investigativo

O ensino investigativo não é algo novo, de acordo com Brito e Fireman (2018), pois, segundo os referidos autores, surgiu no século XIX e passou por processos de mudanças ao longo do tempo. Zômpero e Laburú (2011) argumentam, por sua vez, que, apesar das diferentes abordagens dessa metodologia, algumas características são comuns na proposta do ensino investigativo, a saber:

[...] deve haver um problema para ser analisado, a emissão de hipóteses, um planejamento para a realização do processo investigativo, visando a obtenção de novas informações, a interpretação dessas novas informações e a posterior comunicação das mesmas (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011, p. 74-75).

Corroborando com as características citadas acima, Carvalho (2013) destaca que há um divisor entre o ensino expositivo e o investigativo. Para autora, no ensino expositivo, o professor detém todo o conhecimento e o raciocínio enquanto que o aluno tenta seguir esse mestre. Já no ensino investigativo, existe uma construção do conhecimento a partir da resolução de um problema, fazendo, desse modo, o aluno ser o agente do conhecimento, uma vez que o estudante desenvolve seu próprio raciocínio – mesmo que com o apoio do professor, que, nesse caso, monitora e guia o processo de ensino-aprendizagem.

Carvalho (2013) cita também a teoria construtivista de Piaget, visto que não se pode iniciar um conteúdo ou uma sequência didática sem se levar em conta o que os estudantes já conhecem sobre a proposta. Deve-se ponderar o conhecimento cotidiano dos estudantes e propor problemas para que eles resolvam. Com isso, existem, pelo menos, dois momentos: o primeiro ocorre quando há a proposição do problema (esse é o *momento da desequilíbrio*); o segundo acontece quando os estudantes conseguem construir novos conhecimentos (esse é o *momento da equilíbrio*). Vale ressaltar que o aluno precisa entender e ter consciência de como o problema foi resolvido (CARVALHO, 2013).

Conforme Capechi (2013), é necessário criar problemas que envolvam um olhar científico sobre a realidade e para que o cotidiano seja problematizado. “Nesse sentido, podemos dizer que a problematização no ensino de ciências visa construir um cenário(contexto) favorável à exploração de situações de uma perspectiva científica” (CAPECHI, 2013, p. 24). Por isso, não basta propor uma situação que tenha uma dificuldade a ser resolvida, é imprescindível que essa problemática tenha relação com o contexto do alunado.

Partindo dessa compreensão, salienta-se o compromisso que o ensino de Ciências tem com o desenvolvimento do letramento científico. Prevê-se que o aluno não apenas tenha a capacidade de compreender e interpretar o mundo à sua volta (social, tecnológico e natural), mas também de desenvolver a capacidade de transformá-lo e, conseqüentemente, aumentar

sua atuação sobre sua realidade. Essa é a compreensão que está proposta na Base Nacional Curricular Comum (BNCC):

Espera-se, desse modo, possibilitar que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum (BRASIL, 2018, p. 321).

É preciso esclarecer que, conforme explica Borges (2002), as atividades investigativas não envolvem necessariamente um experimento. Em uma metodologia ativa, o mais importante não é necessariamente a manipulação de um objeto concreto, mas sim o envolvimento e a busca por respostas aos problemas apresentados. Conforme Carvalho (2013) ressalta, as atividades podem ser apresentadas aos estudantes de diversas formas, como problema experimental, demonstração investigativa ou problema não experimental que pode ser trabalhado, por exemplo, com imagens, textos e reportagens.

A BNCC também destaca a importância do ensino investigativo para os estudantes:

[...] o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem" (BRASIL, 2018, p. 322).

Com base nos autores citados e na legislação vigente, compreende-se que o ensino investigativo está alinhado com a formação e o letramento científico dos estudantes. Percebe-se também que pode ser uma alternativa para o ensino de transformações químicas no ensino fundamental – o que justifica o interesse deste estudo por essa abordagem.

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo Garret (1988, apud BORGES, 2002, p. 304), as atividades investigativas podem ter um problema totalmente fechado ou um problema aberto. Em nossa investigação prévia com as turmas selecionadas, verificou-se que os estudantes não possuíam autonomia para escolher o problema e o objeto de estudo. Por isso, a fim de adequar a atividade ao contexto escolar e a idade dos estudantes, esta pesquisa adotou um problema é fechado. Com isso, toda a atividade definida foi previamente construída pelos pesquisadores e pelo professor da turma.

A seguir, apresentamos a sequência da atividade investigativa que foi realizada em uma escola da região administrativa de Samambaia Norte-Distrito Federal (DF). A unidade foi fundada em novembro de 1993 e começou a funcionar, efetivamente, em fevereiro de 1994. Trata-se de uma escola pública situada em uma área com uma boa infraestrutura e que

recebe estudantes das escolas classes próximas e também alunos que moram em outras regiões do DF. Em geral, o alunado tem um perfil socioeconômico diverso.

III.1. Aula 1: contextualização

A primeira parte constitui-se de uma aula na qual foi disponibilizado o experimento na plataforma Google Classroom (Tabela 2). O intuito é permitir que os estudantes realizem previamente o experimento e, depois disso, pudessem responder as questões-problema: O que aconteceu com o açúcar? Como você explicaria de onde vieram as bolhas formadas, elas já estariam presentes?

Materiais	Procedimentos
Água Açúcar 2 copos Antiácido/ Bicarbonato de Sódio	Uma de cada vez, faça as seguintes misturas em recipientes distintos: 1. Água + Açúcar 2. Água + Antiácido/ Bicarbonato de Sódio

Tabela 1: Experimento do antiácido. Fonte: Elaboração própria.

Feito o experimento e tendo as questões-problema explicitadas, o docente desenvolveu esses outros passos durante a aula:

- Exposição das conclusões dos estudantes acerca do experimento e das perguntas indicadas;
- A partir das observações feitas pelos estudantes do experimento, propõe-se uma discussão sobre o tema, com foco nas questões-problema;
- Apresentação de imagens de transformações químicas e físicas do cotidiano que facilitam a compreensão dos conceitos discutidos nas etapas anteriores.
- Após a exposição de imagens, retomam-se as questões-problema e, a partir das respostas dos estudantes, reforçam-se as diferenças entre transformações químicas e físicas.

III.2. Aula 2: aprofundamento e sistematização

Essa segunda aula tem o propósito tanto de aprofundar os conhecimentos desenvolvidos na aula anterior, quanto de sistematizar os conhecimentos. Por isso, há dois momentos nessa aula: um voltado para o aprofundamento e outro para a sistematização dos saberes.

Para se aprofundar os conhecimentos sobre transformações químicas, propõe-se a discussão sobre duas situações-problema. Essas situações estão apresentadas no Anexo A deste trabalho. A seguir, destacamos um trecho dessa situação-problema:

“Maria Clara é uma adolescente muito interessada pelos fenômenos que ocorrem a sua volta[...]. Na observação das diferentes situações do seu dia a dia ela tenta formular explicações que deem conta dos fenômenos que observa”.

Na Tabela 2, apresentamos, de forma resumida, as duas situações-problema exploradas nesse primeiro momento:

Situação-problema 1	Situação-problema 2
A mãe de Maria Clara, Dona Ana, sofre, frequentemente, com azia. Ela explicou para sua filha que azia é uma “queimação no estômago”. Assim, toda vez que ela tem azia, toma um comprimido de antiácido que ela compra na farmácia. Na embalagem do comprimido diz que ele é efervescente e que deve ser dissolvido em água. Maria Clara percebeu que, ao colocar o comprimido na água, a mãe aguarda um pouco até aparecerem muitas bolhas, e só então ela ingere o medicamento. Então de onde vieram aquelas bolhas? Essa é a pergunta que ficou martelando na cabeça de Maria Clara. Sua mãe disse que é a efervescência do remédio.	Maria percebeu outro fenômeno em que aparecem bolhas, e pensou na similaridade dessa situação com o fato anterior. Ao aquecer água para fazer uma sopa, sua mãe pediu que ela avisasse quando a água estivesse fervendo. Ela perguntou: como saberei quando ela estará fervendo? A mãe respondeu: observa a água, ela ficará cheia de bolhas, então nesse momento ela estará fervendo. Maria Clara acompanhou o aquecimento da água na panela onde seria preparada a sopa e percebeu que após um tempo, iniciou a formação de bolhas [...]. Então perguntou a sua mãe se poderia considerar a água fervendo também como efervescente? Sua mãe disse que achava que sim, mas que poderia buscar explicações mais detalhadas com seus professores na escola.

Tabela 2: Situações-problemas: as dúvidas de Maria Clara. Fonte: Adaptação da história proposta por Silva e Pino (2016, p. 71-72).

Destaca-se que, junto com o texto foi disponibilizado, os seguintes problemas foram indicados aos estudantes:

1. Como você poderia ajudar Maria Clara na compreensão dos fenômenos por ela observados?
2. Formule suas hipóteses para explicar o que aconteceu no situação-problema 1 e na situação-problema 2. Ajude Maria Clara a compreender esses dois fenômenos.
3. Os fenômenos apresentados na situação-problema 1 e na situação-problema 2 são iguais?

Além disso, foi proposto uma questão objetiva para se verificar se o estudante havia ou não compreendido o conceito de transformação química. Na Figura 1 apresentamos a reprodução da questão objetiva:

<p>Você deseja explicar para um colega o que é uma transformação química. Qual das opções abaixo você escolheria como exemplo?</p> <p>() A mudança de cor quando se adiciona café a uma xícara de leite.</p> <p>() Amassar um papel</p> <p>() Alimento decompondo-se</p> <p>() Gelo derretendo</p>
--

Figura 1: Reprodução da questão objetiva. Fonte: Elaboração própria.

A apresentação das duas situações-problemas e sua discussão a partir das questões 1, 2 e 3 e, em seguida, a aplicação da questão objetiva de verificação compõem o momento

do aprofundamento do conhecimento sobre transformações químicas. Passe, então, para o segundo momento: sistematização dos saberes.

Nessa segunda etapa da aula, há a exposição das conclusões dos estudantes acerca do que aconteceu na situação-problema 1 e na situação-problema 2. Para isso, propõe-se que o docente execute as seguintes ações didático-pedagógicas:

1. Apresentação de imagens de transformações químicas do cotidiano que facilitam a compreensão dos conceitos discutidos nas etapas anteriores;
2. Após a exposição de imagens, deve-se retomar as questões problemas e, a partir das respostas dos estudantes, reforçar os conceitos e sanar possíveis equívocos;
3. Aplicação de um questionário final.

O questionário final é proposto no final da aula, mas não é respondido imediatamente. O alunado respondeu esse questionário posteriormente à aula. Por isso, foi disponibilizado um formulário para os estudantes com os questionamentos mostrados na Figura 2.

1- Como você poderia ajudar Maria Clara na compreensão dos fenômenos por ela observados? Formule suas hipóteses para explicar o que aconteceu na situação-problema 1 e na situação-problema 2. Ajude Maria Clara a compreender esses fenômenos. Os fenômenos apresentados são iguais?
(resposta discursiva)

2-Você deseja explicar para um colega o que é uma transformação química. Qual das opções abaixo você escolheria como exemplo?
 A mudança de cor quando se adiciona café a uma xícara de leite.
 Amassar um papel
 Alimento decompondo-se
 Gelo derretendo

3-Sua mãe está na cozinha para preparar um pão caseiro. Para esse preparo ela precisa ferver 1 litro de água, e para isso ela acende um fósforo. Logo em seguida ela mistura todos os ingredientes. Após acrescentar o fermento, ela deixa a massa descansar por cerca de uma hora. Em seguida, ela leva a massa (que dobrou de tamanho) para o forno e, em alguns minutos, um delicioso pão está pronto.
Nessa situação, quais transformações químicas você consegue identificar? Selecione todas as opções que você identificou.
 Ferver a água
 Acender o fósforo
 Fermentação do pão
 Assar o pão

4- Parte de um portão de ferro ficou em contato com o ar e a umidade, sem uma proteção de pintura. Com o tempo, surgiu o óxido de ferro III, conhecido como ferrugem. Nessa reação, quais são os reagentes e o que é o produto?

Figura 2: Questionário final. Fonte: Elaboração própria.

A sequência didática proposta é composta por duas aulas. Na primeira aula, há a contextualização e, na segunda, o aprofundamento e sistematização dos saberes sobre transformações químicas. Para isso, são utilizadas imagens, situações-problemas, questionários e o Google Classroom. No tópico a seguir, são apresentados os resultados da pesquisa.

IV. RESULTADOS

No total, 48 estudantes realizaram o experimento e responderam às perguntas. Na Tabela 3, seguem algumas das respostas recebidas:

Algumas respostas
"A água mais o açúcar não ocorreu nada mais a água com o comprimido deve o surgimento de novas substancias"
"Água com açúcar se fazer a mistura a açúcar vai afundar. Água com comprimido se fazer a mistura o comprimido vai afundar e volta é fazer bolhas as bolhas são oxigênio."
"o açúcar se dissolveu no copo com água. as bolhas vieram do comprimido pq talvez o comprimido seja ácido quando e misturado com água forma bolhas"
"Na água+ açúcar, ele dissolveu na água. Na água+ aspirina efervescente, foi produzido uma reação química e liberado gás carbônico"

Tabela 3: Resultados das questões do experimento da Aula 1. Fonte: Elaboração própria.

Observou-se um certo padrão nas respostas das situações-problemas do experimento e por isso a escolha destas para exemplificar os resultados. De modo geral os estudantes tentaram levantar hipóteses, a maioria observou que o açúcar se dissolveu, e em relação ao surgimento das bolhas, alguns sugeriram que era por causa da liberação de oxigênio, ou devido a "acidez" do comprimido. Outros responderam corretamente que havia acontecido uma reação química com a liberação do gás carbônico, estes provavelmente recorreram a sites de pesquisas sobre o tema.

Inicialmente, 64 estudantes responderam ao questionário inicial, mas apenas 49 deles participaram de fato da aula e, portanto, o questionário final foi aplicado apenas para estes. Segue os dados comparativos apenas dos estudantes que responderam os dois questionários referentes à resolução das situações problemas (Tabela 4 e Tabela 5):

A respostas selecionadas no questionário inicial demonstram que a maioria dos estudantes tentaram propor hipóteses, uns responderam que o comprimido se dissolveu na água e por isso ocorreu a formação de bolhas, outros que o comprimido tinha componentes ácidos. No questionário final, a maioria foi capaz de associar a situação-problema 1 a uma transformação química. A escolha dessas respostas para o trabalho se justifica pelo fato delas serem parecidas com as restantes não necessitando assim expor todas – critério de similaridade. As demais respostas não foram consideradas, pois se resumiam apenas a cópias de algum trecho da situação problema, sendo, portanto, descartadas de nosso estudo.

Em relação ao fato 2 as respostas selecionadas no questionário inicial demonstram que a maioria dos alunos propuseram hipóteses com mais facilidade. Isso se deve provavelmente, aos conhecimentos empíricos e prévios dos alunos acerca desse fenômeno. A escolha dessas

Respostas no questionário inicial ²	Respostas no questionário final
“Aconteceu que sua mãe tava tomando seu remédio para azia, aí ela colocou na água e começou a borbulhar, aí Maria Clara percebeu, e ela não sabia o porquê borbulhar. o que faz borbulhar a água e as substâncias que tem nesse remédio. ”	“aconteceu que no remédio tem umas substancias que dissolvem na água, por isso fazem as bolhas.”
“O No fato 1 acontece que um fenômeno químico por causa que tem uma formação de uma nova substancia..”	“Aconteceu uma transformação química..”
“O comprimido sofreu uma reação química que liberou gás carbônico.”	“Quando foi colocado o comprimido efervescente na agua, ocorreu uma reação química que liberou gás carbonico e começou a levantar bolhas..”
“O comprimido, quando colocado na água, permitiu que a o gás, que era menos denso que a água, fosse liberado, assim sendo, o comprimido foi desmanchado.”	“O comprimido estimulado com a fórmula química da água fez com que fosse liberado um gás..”
“No fato 1 podemos observa que o comprimido de antiácido teve uma transformação química pois se modificou, quando a mãe de Maria Clara colocou o comprimido na água começou a efervescência (bolhas em um líquido) podemos dizer que é um fenômeno químico.”	“No fato 1 podemos observar ao coloca o comprimido na água formo-se bolhas por conta da liberação de gases do comprimido, isso é uma reação química.”
“Quando ela colocou o remédio na água ele começou a se dissolver e ferveu na água.”	“A pílula, ao entrar em contato com a água, começou um processo de efervescência e assim surgiram bolhas na água.
“O comprimido tem ingredientes ácidos que junto a água forma bolhas”	“O comprimido efevecente liberou gas carbonico”
“O remédio entrou em contato com a água e começou a dissolver e se misturar com a água”	“foi uma junção química por junção de substancia onde a água se juntou com o comprimido.”
“O comprimido dissolveu na água.”	“Ao colocar o comprimido na água percebemos uma transformação química, a liberação de um gás.”

Tabela 4: Tabela comparativa de algumas respostas obtidas no primeiro e segundo questionário – Situação-problema 1. Fonte: Elaboração própria.

respostas para o trabalho se justifica pelo fato destas serem parecidas com as restantes, não necessitando assim expor todas. As demais respostas não foram consideradas pois se resumiam apenas a cópias de algum trecho da situação problema.

Inicialmente foi perguntado aos alunos se eles identificavam os fenômenos das situações-problema 1 e 2 como iguais. Foram obtidas as seguintes respostas: 25 (39.06%) alunos identificaram como fenômenos iguais, 25 (39.06%) identificaram como fenômenos diferentes e 14 (21.87%) alunos não tinham certeza. Isso demonstra que os estudantes não tem uma definição concreta sobre os fenômenos em análise, falta o conhecimento sobre as transformações químicas.

Após a aula e a reaplicação do questionário, quando foi perguntado aos alunos se eles identificaram os fenômenos narrados como iguais, a situação modificou-se, se comparado a pesquisa inicial. Foram obtidas as seguintes respostas: 15 (30.61%) alunos responderam que “sim”; 27 (55.10%) alunos responderam que “não” e 7 (14.28%) alunos responderam que não tinham certeza”.

Respostas no questionário inicial ³	Respostas no questionário final
“Aconteceu que a mãe de Maria Clara pede para ela ficar de olho na água, e para quando começar a ferver chamar ela ,só que a Maria Clara não sabia quando que está fervendo e a mãe dela a explicou,falando que estaria cheio de bolhas,isso acontece quando a água estar quase evaporando”	“acontece que quando a gente coloca a agua no fogo a agua ela borbulha, pelo fato de estar quase evaporando
“No fato 2 acontece um fenômeno natural por causa que a água ainda e água só trocou sua forma..”	“Acontece uma transformação física..”
“A água ferveu com a alta temperatura, se ela deixar no fogo ela vai secar e evaporar.	“Quando a água começou a esquentar, ela começou a ferver por causa do calor, se deixar ele no fogo ela vai evaporar e logo secara por completo.”
“A água, como sabemos, tem oxigênio, e quando aquecido, ele tem a tendência de ir para cima, e assim, o oxigênio foi liberado da água..”	“A temperatura da água subiu e as partículas ficaram mais agitadas e assim se formaram as bolhas.
“No fato 2 aconteceu uma transformação física, a água fervendo simplesmente foi do estado líquido para o gasoso então continuou sendo H2O não mudou a composição só o estado.	“No fato 2 a água na panela apenas ferveu não mudou sua substância continuou sendo h2O podemos dizer que é uma transformação física.”
“Quando a água alcançou uma certa temperatura ela começou a ferver.”	“Ao aquecer a água até certo ponto ela início um processo de fervura, assim começando a surgir bolhas de ar.”
“A água quando ferve aparecem bolhas, isso se chama ebulição.”	“Quando aparecem bolhas na água, significa que ela começou a ferver. Esse fenômeno se chama ebulição.”

Tabela 5: Tabela comparativa de algumas respostas obtidas no primeiro e segundo questionário – Situação-problema 2. Fonte: Elaboração própria.

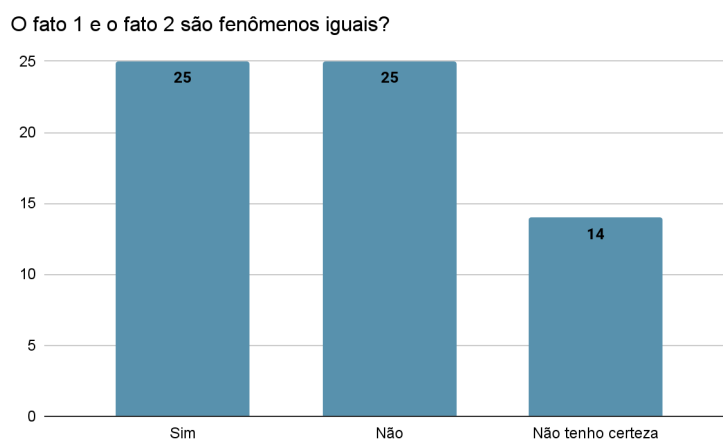


Figura 3: Pesquisa inicial 1: a situação-problema 1 e a situação-problema 2 são iguais? Fonte: Elaboração própria.

Quando foram perguntados, inicialmente, sobre os exemplos de transformação química, as respostas foram distribuídas conforme se aponta nas Figuras 3 e 4.

Inicialmente quando questionados sobre exemplos de transformações químicas, 20 (31.2%) alunos escolheram a alternativa “a mudança de cor quando se adiciona café a

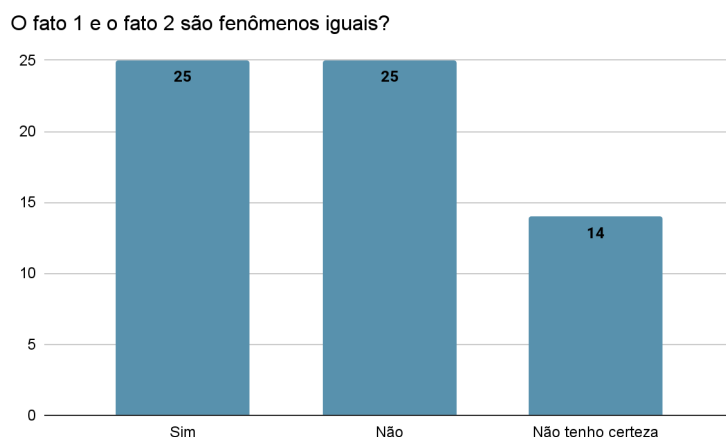


Figura 4: Pesquisa final 1: a situação-problema 1 e a situação-problema 2 são iguais? Fonte: Elaboração própria.

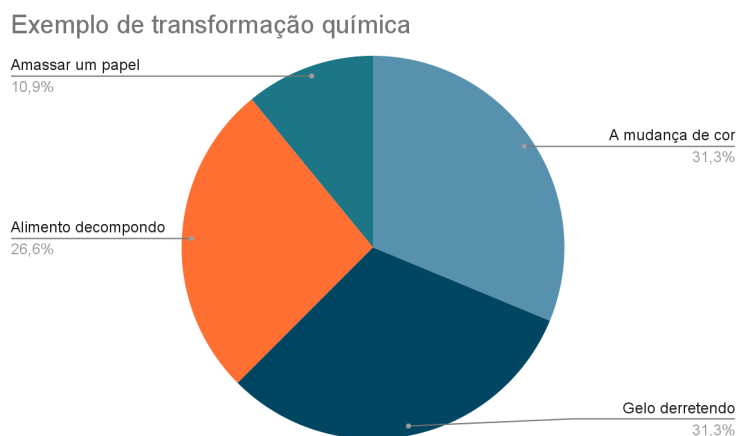


Figura 5: Pesquisa inicial 2: percepção sobre as transformações químicas no cotidiano. Fonte: Elaboração própria.

uma xícara de leite” como uma opção para explicar para outro aluno o que é uma reação química. Já 20 (31,2%) estudantes escolheram a alternativa “Gelo derretendo”, enquanto 17 (26,5%) estudantes escolheram a alternativa “Alimento decompondo-se”; e 7 (10,9%) alunos escolheram a alternativa “Amassar um papel” (Figura 5).

Quando a pesquisa foi novamente reaplicada, depois das discussões, os resultados obtidos foram outros, como se observa a seguir:

Após a aula, quando questionados novamente sobre exemplos de transformações químicas, 15 (30,6%) estudantes escolheram a alternativa “a mudança de cor quando se adiciona café a uma xícara de leite.” como uma opção para explicar para outro estudante o que é uma reação química. Já 5 (10,2%) estudantes escolheram a alternativa “Gelo derretendo”. A maioria – 27 estudantes (55,1%) – escolheu a alternativa correta “Alimento decompondo-se” e a minoria – dois (4,1%) estudantes – optou pela alternativa “amassar um papel”. Nota-se, assim, que houve uma mudança bastante perceptível do posicionamento dos estudantes

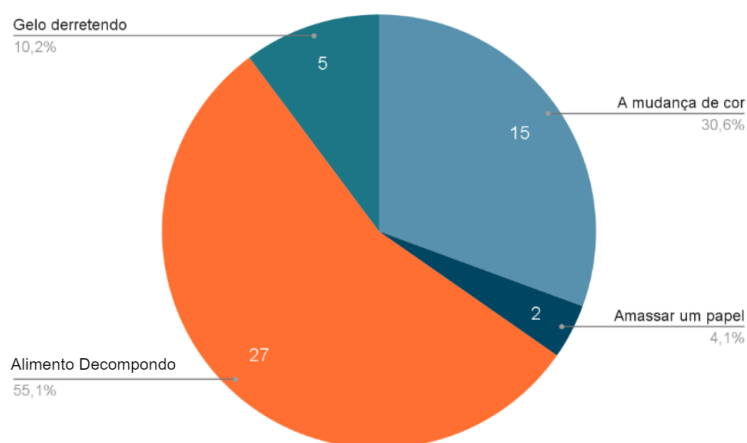


Figura 6: Pesquisa final 2: percepção sobre as transformações químicas no cotidiano. Fonte: Elaboração própria.

após as discussões promovidas pela sequência didática (Figura 6).

Os resultados da questão 3 do questionário final mostraram que 30 estudantes identificaram erroneamente ferver a água como um exemplo de transformação química, os demais fizeram opções mais adequadas ao campo científico referente às transformações químicas. Os resultados obtidos quando perguntado aos alunos sobre reagentes e produto do processo de oxidação do ferro (ferrugem), foram: 27 respostas corretas identificando o ferro, ar e umidade como reagentes e o Óxido de ferro III (ferrugem) como produto, enquanto que 22 respostas identificaram erroneamente o Óxido de ferro III (ferrugem) como reagente e o Ferro, ar e umidade como produto da reação.

V. ANÁLISE

Levando em consideração o contexto no qual as atividades foram aplicadas, de forma remota devido ao distanciamento social por conta da pandemia da covid-19, a execução foi bem sucedida. Nas videoconferências, a interação foi satisfatória entre docente e alunos. Os discentes se empenharam, fizeram o experimento e responderam às perguntas.

Outra ação bem sucedida foi a escolha das atividades. O experimento e os textos com as situações-problema foram bem acolhidos pelos alunos, pois a execução foi simples e não necessitou de muitos cuidados por parte dos estudantes e seus responsáveis – uma vez que o experimento foi realizado, inicialmente, pelos próprios alunos em suas residências.

Houve algumas dificuldades, pois, apesar da orientação para que os alunos não pesquisassem na internet e não se preocupassem com respostas erradas no questionário inicial, percebeu-se pelas respostas que muitos recorreram à consulta em sites de pesquisa sobre o tema. Por isso, a princípio pelas respostas, poderia se chegar à conclusão que eles compreenderam, mas, durante a aula *on-line*, observou-se que ainda havia alguns equívocos quanto às transformações químicas. Um aluno escreveu no chat que: “transformação química é uma transformação que ocorre por causa de algum elemento químico que se mistura com outro”. O que demonstra uma certa confusão em relação ao conceito já que o simples fato de se misturar elementos não vá necessariamente resultar em uma transformação química.

Ademais, os estudantes demonstraram dificuldade em entender as evidências das transformações químicas. Houve um momento durante a aula que um aluno perguntou: “Tá professora, mas como que eu faço para identificar uma transformação química?” Foi possível observar que o discente queria uma regra geral, algo em comum. E essa é uma das dificuldades que os alunos apresentam: a grande extensão e generalidade do conceito. Isso, como já dito inicialmente em nossa fundamentação teórica, é frequentemente discutido pelos pesquisadores:

Estudantes dificilmente reconhecem similaridades entre fenômenos que têm aspectos perceptivos bem diferenciados. Afinal, o que pode haver em comum entre fenômenos tão diferentes como a combustão de uma vela, o enferrujamento de um prego ou a dissolução de um comprimido antiácido? (MORTIMER; MIRANDA, 1995, p. 23).

Apesar das dificuldades mencionadas os resultados da atividade diagnóstica inicial quando comparada com a final mostra que houve um aprofundamento no aprendizado e que se atingiu o objetivo de aguçar a percepção dos alunos em relação as transformações químicas do cotidiano. Um dos objetivos de aprendizagem da BNCC é que o ensino por investigação estimule e promova o letramento científico e, com a realização dessa sequência didática, conseguimos fomentar essa perspectiva.

VI. CONCLUSÃO

Com esse estudo, pretendeu-se, a partir do ensino por investigação, aguçar a percepção que os estudantes possuem de situações que ocorrem diariamente, tais como: portão enferrujado, cozimento de alimentos, putrefação de frutas, dentre outros exemplos. Para isso, aplicou-se uma sequência didática curta, com duas aulas, de forma remota com uso de recursos de interação virtual. Os recursos didáticos utilizados foram imagens, situações-problemas e questionários, bem como discussões em grupo com questões norteadoras.

A partir dos dados coletados pelos questionários, foi possível notar um avanço no entendimento da aplicabilidade no cotidiano do conceito de transformações químicas (Gráficos 1, 2, 3 e 4). As respostas dos alunos demonstraram que apesar das dificuldades já mencionadas, os alunos gostaram das aulas, participaram ativamente dos encontros online e foram capazes de formular hipóteses acerca das situações-problemas apresentadas. Com isso, compreende-se que o ensino por investigação na área das ciências é eficiente e promove, de fato, a interação e a criticidade dos estudantes – embora mais estudos devem ser realizados, em outros contextos educacionais para se comprovar isso, haja vista que este é um estudo qualitativo e de caso, tendo assim delimitação em sua generalização (GIL, 2002).

Com os resultados obtidos, entende-se que a metodologia adotada proporcionou a aprendizagem significativa sobre o tema, promovendo que os alunos que participaram da sequência conseguissem expor argumentos, discutir hipóteses e compreender os principais conceitos acerca do conteúdo trabalhado. Como ponto de melhoria, os resultados apontam

que, devido à grande generalidade do tema, percebeu-se que alguns alunos ainda apresentaram dificuldade em apreender os conceitos de forma científica, embora distinguíssem as transformações químicas das físicas.

Por fim, este trabalho demonstrou que o ensino de química pode ser diferente- investigativo e contextualizado por experimentos práticos vivenciados pelos estudantes. Apontou possibilidades de aplicações didático-pedagógicas que podem ser aplicadas em diversas salas de aulas, presenciais e virtuais, do ensino fundamental. Em estudos ulteriores, os resultados, aqui, apresentados podem reforçar hipóteses e aplicações de novas abordagens para o ensino de química no Brasil em prol de uma educação mais contextualizada, mais atenta ao protagonismo estudantil e, sobretudo, mais investigativa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n.3, p. 291-313, dez., 2002.

BRITO, Liliane Oliveira de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.13, n. 5, p. 462-479, 2018.

CAPECCHI, Maria Candida Varone de Moraes. Problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). *Ensino de ciências por investigação: condições para a implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 21-39.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativa. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. (org.). *Ensino de Ciências por Investigação: condições para a implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 1-20.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Educação. *Currículo em movimento do Distrito Federal*. Brasília: Secretaria de Educação, 2018.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Educação. Projeto político pedagógico do CEF 412. 2020. Disponível em: <http://www.educacao.df.gov.br/wpconteudo/uploads/2018/07/pppCEF-412-CRE-SAMAMBAIA.pdf> Acesso em: 22 out. 2021.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LOPES, Alice Cassimiro. Reações químicas: fenômeno, transformação e representação. *Química Nova na escola*, n. 2, p. 7-9, nov. 1995.

MOREIRA, Marco Antônio. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária LTDA, 1999.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MIRANDA, Luciana Campos. Concepções dos estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, n. 2, p. 23-26, nov. 1995

SILVA, Daniela Rodrigues da; PINO, José Cláudio del. Transformações químicas: as noções dos estudantes ao explicarem fatos de uma história. *Pesquisa em Foco*, São Luís, v. 21, n. 1, p. 67-78, 2016.

SOUSA JÚNIOR, Isney Rodrigues de. *Reflexões sobre o Ensino de Termoquímica no Ensino Médio a partir da análise de artigos da Química Nova na Escola*. 167f. 2020. Dissertação (Mestrado - Programa de PósGraduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Campus Central, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2020.

ROSA, I. M. P. F. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito de transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. *Química Nova na escola*, n. 8, p. 31- 35, nov. 1998.

WARTHA, E. J.; ALARIO, A. F. A contextualização no Ensino de Química através do Livro Didático. *Química Nova na Escola*, n.22, p. 42-47, 2005.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v.13, n.03, p.67-80, 2011.

A. ANEXO - BOLHAS NA VIDA DE MARIA CLARA

Maria Clara é uma adolescente muito interessada pelos fenômenos que ocorrem a sua volta, e agora que iniciou seus estudos do ensino médio, está muito empolgada pela possibilidade de, pela primeira vez estudar química, física e biologia, disciplinas da área da ciência que muito lhe interessam. Desde muito nova ela busca explicações para o que acontece a sua volta. Perguntas como: Por que as plantas têm flores em apenas algumas épocas do ano? Do que são feitas as nuvens? Por que sentimos sono? De que é feita a lágrima? Por que o sol aparece e depois vai embora? Sempre acompanharam Maria durante o seu desenvolvimento, e foi na interação com seus pais e professores que ela encontrou explicações para o que lhe interessava. Atualmente o que tem lhe chamado muita atenção é o estudo dos estados físicos da matéria, principalmente os gases. Na observação das diferentes situações do seu dia a dia ela tenta formular explicações que deem conta dos fenômenos que observa. Vamos analisar dois exemplos explicados por ela: Fato 1 – A mãe de Maria Clara, Dona Ana, sofre, frequentemente, com azia. Ela explicou para sua filha que azia é uma “queimação no estômago”. Assim, toda vez que ela tem azia, toma um comprimido de antiácido que ela compra na farmácia. Na embalagem do comprimido diz que ele é efervescente e que deve ser dissolvido em água. Maria Clara percebeu que, ao colocar o comprimido na água, a mãe aguarda um pouco até aparecerem muitas bolhas, e só então ela ingere o medicamento. Então de onde vieram aquelas bolhas? Essa é a pergunta que ficou martelando na cabeça de Maria Clara. Sua mãe disse que é a efervescência do remédio. Então ela passou a pensar sobre as bolhas presentes no processo. Fato 2 - Maria percebeu outro fenômeno em que aparecem bolhas, e pensou na similaridade dessa situação com o fato anterior. Ao aquecer água para fazer uma sopa, sua mãe pediu que ela avisasse quando a água estivesse fervendo. Ela perguntou: Como saberei quando ela está fervendo? A mãe respondeu: observa a água, ela ficará cheia de bolhas, então nesse momento ela estará fervendo. Maria Clara acompanhou o aquecimento da água na panela onde seria preparada a sopa e percebeu que após um tempo, iniciou a formação de bolhas que passaram a se movimentar de baixo para cima na água, assim como aconteceu com o comprimido efervescente. Então perguntou a sua mãe se poderia considerar a água fervendo também como efervescente? Sua mãe disse que achava que sim, mas que poderia buscar explicações mais detalhadas com seus professores na escola. Você poderia ajudar Maria Clara na compreensão dos fenômenos por ela observados?

Fonte: Adaptado de Silva e Pino (2016).



PROCESSOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR: UMA ABORDAGEM DIDÁTICA INVESTIGATIVA NO ENSINO FUNDAMENTAL

HEAT TRANSMISSION PROCESSES: AN INVESTIGATIVE DIDACTIC
APPROACH IN ELEMENTARY EDUCATION

OSMAIR CARLOS DOS SANTOS¹, MARCELLO FERREIRA², DARLAN BRITO³,
OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO², MARCOS ROGÉRIO MARTINS COSTA²,
KHALIL OLIVEIRA PORTUGAL²

¹Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal

²Instituto de Física, Universidade de Brasília

³Faculdade de Planaltina, Universidade de Brasília

Resumo

O trabalho apresenta a elaboração e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) acerca dos processos de transmissão do calor, direcionada a estudantes do 9º ano do ensino fundamental do Colégio Municipal Divino Bernardo Gomes (Alto Horizonte-GO) e realizada em setembro de 2021. No contexto de pandemia da COVID-19, a SEI foi organizada em três momentos na modalidade remota: (i) levantamento de conhecimentos prévios, (ii) execução de experimentos e (iii) socialização dos resultados encontrados. Com essa organização, os estudantes romperam a dependência do professor e elaboraram as conclusões durante a realização de análise dos experimentos. Apesar das limitações do ensino remoto, o estudo constatou impactos positivos da SEI na aprendizagem dos estudantes, dentre os quais pode-se citar um aumento relevante de respostas satisfatórias em relação aos conceitos de calor e temperatura quando comparadas às respostas do levantamento prévio das questões problema e a apropriação do conceito de transmissão do calor em situações diversas. Recomenda-se trabalhar no refinamento do problema central da SEI em novas aplicações, com o uso de estratégias diferenciadas para alcançar mais estudantes, especialmente no ensino presencial com o distanciamento social.

Palavras-chave: Ensino por investigação. Ensino de Física. Termologia.

Abstract

This study presents the elaboration and application of an investigative teaching sequence about the heat transmission processes, with 9th grade elementary school students (Alto Horizonte-GO) held in September 2021. In the context of the Covid-19 pandemic, the investigative teaching sequence

was organized in the remote modality in three stages: (i) a survey of prior students' knowledge, (ii) the experiments and (iii) the socialization of the results found. With this organization, the students broke their dependence on the teacher and elaborated their own conclusions while carrying out the analysis of the experiments. Despite the limitations of remote learning mode, this study found that the proposed investigative teaching sequence had a positive impact on the students meaningful learning, such as a notable growing understanding about the concepts of heat and temperature when compared to their prior answers. The students also showed an appropriation of the concept of heat transmission in different daily situations. However, it is recommended to work on refining the central problem of investigative teaching sequence in new applications considering social particularities and using different strategies to reach more students, markedly in face-to-face teaching with social inquiry science teaching.

Inquiry science teaching. Thermology. Middle school.

I. INTRODUÇÃO

A Física é uma das disciplinas consideradas mais desafiadoras para a grande maioria dos estudantes do ensino básico (PASQUALETTO; VEIT; ARAUJO, 2017; MOURA, 2018). Esse status pode ser, em parte, atribuído à necessidade de interpretar os resultados por meio de equações matemáticas e interpretações dos fenômenos de forma empírica ou abstrata.

O ensino da física realizado de maneira dinâmica e investigativa pode possibilitar o envolvimento dos estudantes em pesquisas, e proporcionar o engajamento deles na resolução de problemas e a compreensão dos fenômenos físicos cotidianos, além dos limites da sala de aula (BENDER, 2014; PASQUALETTO; VEIT; ARAUJO, 2017; MOURA, 2018).

Para que o processo de ensino e de aprendizagem de Física ocorra de forma satisfatória, muitas variáveis devem ser analisadas, tais como: a infraestrutura escolar, a qualificação profissional dos professores, a elaboração do planejamento/estratégia de aulas, a questão social dos estudantes, entre outros. Nesse contexto, o ensino da Física requer mudanças conceituais que permitam que os estudantes desenvolvam princípios que caracterizam as teorias científicas (POZO; CRESPO, 2009).

Com o objetivo de proporcionar as mudanças conceituais em sala de aula, o presente estudo discorre sobre a elaboração e aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI) com base nos estudos fundamentados no ensino por investigação (CARVALHO 2011, 2014, 2016; CARVALHO; SASSERON, 2015; SASSERON 2008, 2015).

Ao pensar em educação em ciências, podem surgir questões primárias, como: O que é investigação? Como ela pode auxiliar no ensino de ciências? A palavra investigar tem em suas raízes o sentido de seguir vestígios, indagar, pesquisar, examinar com atenção, ou seja, ela envolve ações que proporcionam o despertar para o conhecimento. Para Ramos (2015, p. 24), “investigar é como viajar sabendo o ponto de partida, mas jamais sabendo qual o possível ponto de chegada”.

Pensando no ensino de ciências, investigar tem conceitos que remetem ao coletivo, como o nível de envolvimento entre o professor e o estudante. Nessa dimensão, o enfoque passa a ser a aprendizagem. O professor é instigado a mobilizar e valorizar a criatividade, tendo

uma participação ativa dos estudantes, de maneira a torná-los a peça fundamental do processo pedagógico (SANTOS, 2018).

Pensando nas dificuldades de aprendizagem de física e o ensino por investigação, o presente estudo surgiu a partir de duas razões: i. Os estudantes apresentam dificuldades nos conteúdos de física térmica, em especial os processos de transição de calor e sua relação com a sociedade em que vivemos, e ii. O contato com a metodologia de investigação motivou o professor regente a pesquisar sobre a temática e aplicar essa abordagem metodológica.

Nessa perspectiva, a SEI propôs-se a fazer um trabalho colaborativo com os estudantes por meio de aulas investigativas sobre Termologia com o objetivo de expandir os horizontes e possibilidades no ensino da física térmica, bem como estimular a motivação, a assimilação, a autonomia, a criatividade e a criticidade dos estudantes. A principal meta da SEI foi promover a aprendizagem de física térmica em uma perspectiva investigativa, tendo como partida o estudo dos processos de transmissão de calor. Desse modo, o presente trabalho estuda as abordagens e os impactos da aplicação da SEI na aprendizagem dos estudantes.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Para entender melhor o processo de ensino/aprendizagem em qualquer nível de ensino, seja elementar, secundário ou superior, as teorias educacionais são a base para o desenvolvimento cognitivo e social humano. Jean Piaget e Lev Vygotsky demonstraram, em seus trabalhos, diferentes visões sobre como o ser humano constrói o conhecimento. Vygotsky destacou-se pelos estudos do social e Piaget pelo cognitivo. Para Moura (2018), as ideias de Piaget e de Vygotsky se complementam quando as teorias são usadas em momentos distintos e em situações de ensino e aprendizagem em sala de aula e ambas as teorias são aplicadas no ensino de física por meio da investigação.

Piaget buscou compreender como o conhecimento científico é produzido pelo ser humano, enfatizando a importância de um problema para a construção do conhecimento, pois quando o professor leva para a sala de aula uma situação-problema, ele permite que o estudante saia da zona de conforto, para raciocinar e construir seus conhecimentos (MOURA; SILVA, 2019). Neste momento, cabe ao estudante refletir, socializar, manifestar as ideias precedentes e trocá-las com os colegas, o que ao término do processo permite a construção de novos conhecimentos, pois “é preciso estabelecer entre as crianças, principalmente entre os adolescentes, relações sociais, atraindo sua atividade e responsabilidade” (PIAGET, 1948, p. 36 apud MOURA, 2018, p. 17).

Para explicar como se dá a construção do conhecimento científico em sala de aula, Carvalho (2016) utiliza as teorias piagetianas para fundamentar e explicar os conceitos de equilíbrio, desequilíbrio e reequilíbrio. O equilíbrio é associado ao conhecimento prévio do estudante ou ao conhecimento científico ainda em desenvolvimento. O desequilíbrio está associado ao momento da sala de aula em que o professor relaciona novas situações ao estudante para que ele as solucione, provocando uma nova análise do problema até o momento em que o estudante resolve a situação-problema, construindo novos conhecimentos, e definido como reequilíbrio (MOURA, 2018).

Tomando como referência o conceito de rebalanceamento de Piaget, Moura (2018) apresenta duas situações importantes que contribuem para a melhoria do ensino-aprendizagem.

A primeira é a passagem da ação de manipulação para a ação intelectual, pois o aprendiz aprende os conteúdos apresentados e discutidos pelo professor por meio dessa ação. Segundo Moura (2018), em uma situação problema, o professor pode incluir jogos em grupo, atividades experimentais, textos que tratem do cotidiano ou alguma forma que incentive o estudante a sair do desinteresse e entrar na ação proposta. A segunda situação é quando o estudante se torna consciente de suas ações, pois o professor deve estar ciente de que o estudante pode aprender com os erros, conforme Carvalho (2016):

Analisando as duas situações, elas são consistentes com a metodologia de ensino por investigação, pois, por meio da pesquisa em sala de aula, o professor permite que o estudante aprenda com suas tentativas e erros e verifica ao final da aprendizagem se o educando assimilou os conhecimentos propostos.

Para Moura (2018), a teoria piagetiana representa uma teoria do desenvolvimento mental que pode ser utilizada no ambiente escolar com fortes implicações no processo de ensino-aprendizagem e de desenvolvimento mental, pois resultam de ideias como esquema, habituação e conflito cognitivo.

De acordo com Moreira e Massoni (2016), as interações dos estudantes com o mundo viabilizam conflitos e interações que contribuem para o processo ensino-aprendizagem.

Como em outras interações com o mundo, o estudante constrói, ou deve construir, esquemas de assimilação para lidar com as situações problemáticas que enfrenta. Um esquema embutido permite ao estudante lidar com uma classe de situações. Por exemplo, para resolver problemas de conservação de energia, o estudante deve construir um esquema de assimilação para tais situações. Inicialmente, este esquema de assimilação envolve apenas energia cinética e energia potencial. Em seguida, ele incorpora outras formas de energia e operações cada vez mais avançadas. O conceito de esquema é fundamental no ensino, pois a aprendizagem envolve a construção de padrões de assimilação (MOREIRA; MASSONI, 2016, p. 68).

C

O presente estudo analisa o caráter do conhecimento científico considerando contexto piagetiano associado às obras de Carvalho (2016). Podemos nos perguntar como elaborar, executar e avaliar a SEI em uma sala de aula com vários estudantes? Seria possível? Essas e outras questões surgem naturalmente no processo de ensino.

Carvalho (2005) e Bellucco e Carvalho (2013) endossam que as relações sociais no âmbito escolar são aceitas como sustentação da construção de conhecimento baseado no desenvolvimento cognitivo do estudante.

De acordo com Moura e Silva (2019), há algumas considerações com relação ao contexto social, com base nas teorias de Vygotsky, sobre o ensino investigativo: (i) As funções mentais mais elevadas do indivíduo em social são processos que mudaram a relação/interação entre estudantes e professor; e (ii) Os processos sociais e psicológicos são estabelecidos por meio de ferramentas, artefatos culturais que fazem parte da interação dos indivíduos com o mundo físico.

Podemos relacionar o ensino investigativo às teorias de Vygotsky por meio da interação social, significados, fala e a zona de desenvolvimento próximo (MOURA; SILVA, 2019). O trabalho docente deve abordar o contexto social e cultural do indivíduo, pois os processos mentais superiores são pensamentos, linguagens e comportamentos originados de processos sociais e quando o desenvolvimento cognitivo se desenvolve, ele gera uma conversão entre as relações sociais e as funções mentais (CARVALHO, 2016).

No entanto, o professor não é detentor dos instrumentos que possibilitam a construção do conhecimento. O estudante insere no processo o seu desenvolvimento cognitivo e o professor faz o papel de mediador, conforme Moreira (2011):

papel fundamental do professor como mediador na aquisição de significados contextualmente aceitos, a indispensável troca de significados entre professor e estudante dentro da zona de desenvolvimento proximal do estudante, a origem social das funções mentais superiores, a linguagem como o sistema de signos mais importante para o desenvolvimento cognitivo, é muito mais importante ser considerado no ensino (MOREIRA, 2011, p.118).
O

No que tange ao processo de ensino-aprendizagem, o professor deve se apresentar como intermediador entre o saber e o estudante, cabendo a este apresentar conceitos socialmente aceitos para os estudantes (MOURA, 2018). Essa perspectiva mostra que sem as trocas sociais, ou sem troca de significados dentro da zona de desenvolvimento próximo, não há ensino, não há aprendizagem e não há desenvolvimento cognitivo (MOREIRA; MASSONI, 2016).

A teoria de Vygotsky, na qual o conhecimento vem das relações sociais, pode ser alcançada no ambiente escolar por meio de trabalhos em grupo ou através de interações entre os estudantes na resolução de problemas (MOREIRA; MASSONI, 2016).

O trabalho em grupo, no contexto social e de pesquisa, torna o ato de planejar do professor mais prazeroso aos estudantes e os resultados desse processo são mais evidentes. Nas atividades realizadas em grupo, é importante que os estudantes trabalhem em equipes, proporcionando a troca de ideias e assistência mútua que beneficia a aquisição de conhecimentos (CARVALHO, 2015).

Para Moura e Silva (2019), outro aspecto da teoria de Vygotsky é a importância do conhecimento inicial do estudante (conhecimento prévio, conceitos intuitivos, vida cotidiana, ou mesmo uma zona de desenvolvimento real). Esse conhecimento permite que o estudante tenha a curiosidade de compreender e aprender os novos saberes explicados pelo professor.

Em síntese, as teorias de Piaget e Vygotsky mostram como o estudante é capaz de construir o seu conhecimento, seja por meio de interações cognitivas ou sociais. Os pontos de consenso dessas teorias são a relevância do conhecimento prévio, das atividades em grupo, da sociedade do conhecimento e da inserção do ensino por investigação para que o estudante adquira novos conhecimentos (MOURA; SILVA, 2019).

No processo de ensino por investigação, é preciso diferenciar a pesquisa científica do ensino à pesquisa. A primeira ocorre quando os cientistas estudam fenômenos naturais.

De acordo com Carvalho (2015, p. 15), “pesquisa científica refere-se às diferentes maneiras pelas quais os cientistas estudam o mundo natural e oferecem explicações baseadas em evidências derivadas de seu trabalho”.

No ensino investigativo, o aluno não pode ser um agente passivo no processo, ou seja, ele deve ser um ator com papel de destaque, buscando o desenvolvimento de habilidades cognitivas, argumentativas e de comunicação, além do desenvolvimento de estratégias para resolução de problemas (CARVALHO, 2016).

O ensino orientado para o processo de investigação visa, se planejado com cautela, melhorar as ideias prévias dos estudantes através da contribuição do conhecimento científico, que se apresenta nas aulas de ciências, para que os alunos possam tirar conclusões, ligações e análises sobre o tema desenvolvido. Outro ponto relevante é a alternância intelectual entre professor e estudante, uma vez que o estudante deve ser visto como pensante e participante de todo o processo ensino e aprendizagem (CARVALHO; SASSERON, 2015).

O ensino por investigação não tem o objetivo de descobrir cientistas, mas criar uma cultura investigativa que permita aos estudantes descobrir soluções para os problemas apresentados que se aproximem da ação científica. Para Carvalho (2016), o ensino pela pesquisa deve ocorrer em um ambiente de pesquisa para que o professor possa ensinar e orientar os alunos no processo do trabalho científico e para que eles possam expandir gradativamente sua cultura científica.

De acordo com Moura e Silva (2019), o professor deve planejar e realizar suas aulas com critério, pois os estudantes devem ser introduzidos à cultura científica e para que isso aconteça, as atividades desenvolvidas em sala de aula precisam oferecer um ambiente de pesquisa, trabalho em grupo para que possam se socializar e ampliar o conhecimento. Essas atividades podem ser iniciadas com problemas sobre fenômenos físicos para que os estudantes possam argumentar e desenvolver raciocínios hipotético-dedutivos. No que tange à avaliação, o professor precisa mudar também os formatos de avaliação, priorizando a avaliação contínua do desenvolvimento das habilidades e competências sobre a temática no estudante.

O ensino por investigação é um processo crucial no desenvolvimento dos estudantes, promovendo a construção do saber científico, e inclui atividades em grupo, atividades experimentais, de argumentação, de comunicação, dentre outras (SILVA; ARRUDA, 2014).

Vários desafios cognitivos são apresentados por meio do ensino investigativo (CLEOPHAS, 2016). Para o autor, o ensino por meio da pesquisa oferece aos estudantes condições favoráveis para a construção de conhecimentos científicos que lhes permitam pensar, questionar, discutir e interagir (CLEOPHAS, 2016). O autor reconhece a importância dos saberes prévios do estudante, o que permite resolver as situações problemáticas impostas por esta modalidade de ensino.

ensino por investigação configura-se como uma abordagem didática e, portanto, pode ser vinculado a qualquer recurso didático, desde que o processo de pesquisa seja praticado e realizado pelos estudantes por meio das orientações do professor (SASSERON, 2015, p.58).

O

Clement, Custódio e Alvez (2015, p. 117) destacam que “o ensino por meio da pesquisa antecipa, entre outros aspectos, a participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhe confere maior controle sobre sua própria aprendizagem”. Nessa perspectiva, destacamos as atividades em grupo voltadas para solucionar situações problemáticas, que estimulam os estudantes a analisarem situações motivadoras e a responderem a situações distintas e mutáveis (POZO; PÉREZ ECHEVERRIA, 1994).

Carvalho (2015) relata que os estudantes devem fazer interações entre a situação problema e a ação de manipulação de forma que se envolvam em momentos que exigem reflexões, relatos, discussões, ponderações e explicações. Pois só assim, os alunos irão passar de meros receptores para elementos ativos do processo de ensino. Para que esse processo ocorra, é necessário que os alunos tenham acesso a atividades em grupos onde há partilha de procedimentos e resultados com os colegas (CARVALHO, 2015).

Outro ponto relevante que deve ser considerado no ensino por investigação é o levantamento dos conhecimentos prévios na aquisição de novos conhecimentos, pois os alunos usam conhecimentos adquiridos no dia a dia para explicar fenômenos físicos, constroem modelos explicativos que apresentam consistências, porém não são agregadas as bases científicas que permitem as validações.

O professor deve considerar que cada aluno carrega consigo uma bagagem cultural e a partilha dessas informações é importante para o processo de argumentação, além de criar desafios em relação à reorganização e à reconceitualização (CARVALHO, 2005).

Para Carvalho (2005), os alunos conseguem pensar sobre o problema, elaborar e refinar hipóteses quando partilham suas ideias. Para mudar o conhecimento prévio para o científico, os alunos necessitam do auxílio do professor para poder preencher as lacunas e mostrar as contradições que os levem a tomar consciência da não – coordenação entre as diversas situações que surgem nas trocas de experiências (CARVALHO, 2015).

O ensino por investigação encontra-se amparado na Base Nacional Curricular comum (BNCC), quando a área da ciência da natureza tem um dever com o letramento científico, fazendo a aproximação gradativa dos estudantes aos “principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica” (BRASIL, 2017, p. 321).

A BNCC também apresenta a importância do trabalho colaborativo em um ensino investigativo e do processo de experimentação para a construção do conhecimento científico.

...] não basta que o conhecimento científico seja apresentado para que eles, de fato, envolvam-se em processos de aprendizagem nos quais possam viver vivenciar momentos de investigação que lhes possibilitam exercitar e ampliar sua curiosidade, aperfeiçoar sua capacidade de observação, de raciocínio lógico e de criação, desenvolvendo posturas mais colaborativas [...] (BRASIL, 2017, p. 321).

[

Dessa forma, o ensino investigativo permite abrir espaço e possibilidades para que os estudantes sejam apresentados a conceitos científicos e com eles possam continuar com o ato de investigar e construir pontes entre o conhecimento que trazem de suas vivências

e as novas informações apresentadas no ambiente escolar (CARVALHO, 2010). Para que o processo investigativo seja inserido em sala de aula, é preciso que os alunos sejam convidados a realizarem atividades em grupos, participar de momentos de discussão com colegas e com o professor, escrever relatórios, preparar gráficos e tabelas, ter uma visão crítica em relação a conceitos e fórmulas apresentadas no processo de ensinar ciências (CARVALHO, 2010).

II.1. Sequência de Ensino por Investigação (SEI)

As sequências de ensino através da investigação como situações-problema incentivam os alunos a estudar, investigar e resolver os problemas apresentados por meio de diversas metodologias e recursos de ensino-aprendizagem (CARVALHO, 2009, 2011, 2014, 2016; CARVALHO; SASSERON, 2015; MOURA, 2018).

A SEI proporciona a valorização dos conhecimentos iniciais dos alunos como ponto de partida; vê o erro como uma conquista de experiência que permite o estudante construir o conhecimento de forma mais sólida; permite o estudante desenvolver e organizar suas próprias ideias; avalia as atividades em grupo e pondera a discussão dos conhecimentos adquiridos com os colegas e professores (MOURA, 2018).

Moura e Silva (2019), com base nos estudos de Carvalho (2011; 2016), apontam importantes aspectos na construção e planejamento de uma SEI: a importância da situação-problema, pois essa deve fazer parte do cotidiano do estudante para atraí-los; a transformação da ação manipulativa em ação intelectual; a importância da conscientização das ações; a criação de etapas para explicações científicas; realização de atividades que requerem interação social para a construção do conhecimento, pois o estudante deve ser estimulado a participar da ação; a importância da relação estudante-estudante e estudante-professor; o ensino a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes; promoção de atividades em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Segundo Moura e Silva (2019), a SEI deve apresentar, em suas etapas, o raciocínio científico na forma de elaboração e teste de hipóteses; a argumentação científica e a resolução de problemas por construção explicativa e de raciocínio. O estudante ao trabalhar com questões abertas aprende a pensar por meio da construção de raciocínios, fala, escrita, trocas de ideias e justificação de pensamentos (AZEVEDO, 2009).

Diante desse contexto, nas questões abertas se procuram propor fatos relacionados ao cotidiano do estudante, e cujas explicações estejam atreladas a conceitos debatidos e construídos em aulas anteriores (AZEVEDO, 2009; BORRAJO, 2017). Azevedo (2009) considera este tema importante para o desenvolvimento da argumentação e que pode ser percebido por meio de ensaio, possibilitando assim o alcance das competências da língua portuguesa padrão, utilizando conhecimentos científicos para compreender os fenômenos apresentados durante a situação-problema, criando formas de organização de ideias para a construção de argumentos consistentes.

No que se refere a avaliações dessas atividades, os estudantes já devem ter experiência com questões abertas em sala de aula (CARVALHO, 2014). Nessa situação, os estudantes precisam pensar por si próprios e se conectar com as questões já abordadas. O professor deve buscar entender as respostas dos estudantes, pois, embora pareçam incorretas, as respostas revelam que o estudante foi capaz de propor uma solução coerente para a nova

situação-problema.

III. METODOLOGIA

A presente pesquisa constitui-se de uma abordagem qualitativa, com características de pesquisa exploratória. Para a constituição dos dados, foram utilizadas as respostas dos estudantes na execução da SEI, a partir de: (i) Google Forms; (ii) fotografias registradas durante as ações; (iii) transcrição dos vídeos da aula via Google Meet.

A investigação se caracterizou como participante, pois o autor do estudo assumiu a postura de professor e pesquisador, tomando parte ativa no processo e buscando fazer mudanças em sua prática docente.

Devido às limitações impostas pela pandemia de COVID-19, a SEI foi aplicada em três aulas entre os dias 20 e 24 de setembro de 2021, de forma remota, em uma turma do 9º ano do Colégio Municipal Militarizado Divino Bernardo Gomes, localizado na cidade de Alto Horizonte (Goiás). A escolha da turma baseou-se nos critérios de assiduidade nos retornos das atividades no período remoto imposto pela pandemia e o não contato dessa turma com os conteúdos de Termologia em etapas anteriores, devido ao deslocamento de conteúdos causados pela implementação da nova BNCC. O conteúdo de propagação de calor que estava presente no currículo do 9º ano foi deslocado para a turma do 7º ano com a implantação da BNCC na escola, fazendo que esse conteúdo não fosse estudado por estudantes que progrediram para séries subsequentes. Com relação à instituição-campo, a escolha se deu por ser o local de trabalho do pesquisador e a maior facilidade de acesso aos recursos da escola.

A turma possui 21 estudantes, dos quais 14 participaram da aula inicial da aplicação do SEI e 12 concluíram o ciclo. Os estudantes que não foram alcançados pelos meios digitais, receberam a proposta impressa, mas as respostas desses estudantes não foram consideradas para a análise de dados. Dessa forma, foram considerados apenas os 12 estudantes que participaram de todo o ciclo da SEI para a análise dos dados.

O ciclo de aplicação da SEI ocorreu em três aulas de ciências na instituição-campo e como temática abordou-se a parte inicial da física térmica. Foram aplicados cinco questionários, um para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre os conceitos a serem trabalhados na SEI, três para os estudantes registrarem as percepções sobre a aplicação das atividades exploratórias (processos de condução, convecção e irradiação) e um questionário final para compreender o conhecimento dos estudantes após a aplicação da proposta. Também se tomou como dados da pesquisa, as aulas iniciais (professor instigou os estudantes em relação aos conhecimentos prévios) e a aula final da aplicação da atividade (socialização dos registros fotográficos dos estudantes durante a fase de experimentação).

Nas atividades investigativas aplicadas em sala de aula, adotou-se, como recurso de análise, a triangulação dos instrumentos, considerando a natureza heterogênea dos dados. Para a análise qualitativa, foram criadas categorias com a análise de conteúdo, valorizando-se as práticas investigativas desenvolvidas nas interações.

Na análise dos dados, identificamos os estudantes com A1 (Estudante 1), A2 (Estudante 2), até A12 (Estudante 12), de modo que atenda aos princípios éticos, mantendo a identidade em sigilo e anonimato.

A seguir, apresentamos, na Tabela 1, as atividades desenvolvidas durante a aplicação da SEI.

Tabela 1: Conjunto de Atividades desenvolvidas na Sequência de Ensino Investigativo (SEI).

Aula	Objetivos	Procedimentos
01 Síncrona	Fazer um levantamento prévio dos conhecimentos dos estudantes acerca de temperatura, calor e transferência de energia térmica	Preenchimento de uma planilha onde os estudantes registram memórias de sensações que tiveram ao tocar/observar certos materiais presentes em sua casa. Preenchimento de forms acerca da conceitualização de calor e temperatura.
02 Síncrona	Instigar a compreensão dos estudantes acerca das formas de transmissão de calor através de experimentos.	Execução de três experimentos, cada um sobre uma forma de transmissão de calor.
03 Síncrona	Realizar a socialização dos resultados e coletar os dados pós aplicação da SEI.	Socialização dos resultados encontrados na aula 2, aplicação dos conhecimentos adquiridos com visualização de uma atividade prática (fogão solar) e retomada das perguntas iniciais da SEI.

Fonte: Fonte: elaboração própria.

Considerando as limitações de quantidade/tempo para as aulas (uma semana) e por estar no modelo de ensino remoto, foi apresentado aos estudantes (ao final da aula 01) sugestões de leituras bibliográficas e vídeos que permitissem uma base de aprendizado inicial sobre terminologia para prosseguir com êxito o ciclo de atividades da SEI.

Os estudantes que não conseguissem realizar os experimentos, foram disponibilizados links de vídeos do mesmo experimento (ou similar) para que pudessem assistir e inferir suas observações de modo que nenhum estudante ficaria fora do processo por não possuir materiais para realização da experimentação.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

IV.1. Levantamento dos Conceitos Prévios

A aplicação da SEI começou com uma aula síncrona no meet onde foi feito o levantamento dos conhecimentos da turma escolhida acerca dos conceitos de calor, temperatura e transferência de energia (Tabela 1). Com base em Ferreira et al. (2018) elaborou-se um quadro com objetos do dia a dia dos estudantes e, em seguida, os estudantes registraram as sensações que tiveram ao tocar nesses objetos. Em relação ao questionamento acerca das diferenças observáveis/sentidas em cada objeto, os estudantes foram unânimes em

afirmar que as diferenças notadas estavam ligadas às mudanças de temperatura. Já no questionamento sobre o que ocasionou essa diferença de sensações térmicas, as respostas estavam relacionadas ao ambiente, ao clima e à composição do material.

A última indagação pelo professor pretendia constatar se os estudantes chegariam a hipóteses que se aproximassem do conceito de temperatura. Para tanto, foi transcrito um trecho do diálogo, no qual foi possível questionar os estudantes e fazer com que eles retomassem seus conhecimentos prévios e conceituassem de maneira aceitável as diferenças do estado térmico:

- *A10 – Porque ele esquentou e ele esfriou.*
- *A7 – Um objeto está quente quando pegamos nele e ele queima.*
- *A2 – Por exemplo, pegamos numa panela de sopa quente e ela nos queima.*
- *Professor: Para vocês, o que quer dizer esquentar e esfriar?*
- *A7– Esquentar é o aumento de temperatura.*
- *Professor: O que acontece com as moléculas quando aumenta a temperatura?*
- *A7 – Professor, quando esquentas as moléculas estão mais separadas/espalhadas.*
- *A2 – Professor, já quando esfria as moléculas ficam mais juntas/próximas.*

Ao término da aula, foram feitas perguntas diretas (via forms) para saber se os estudantes conseguiram apresentar os conceitos de calor e temperatura. Para o conceito de temperatura, foi possível agrupar as respostas em três categorias relacionadas: (i) à sensação térmica, (ii) ao grau de movimento das moléculas e (iii) à medida do clima (Gráfico 1).

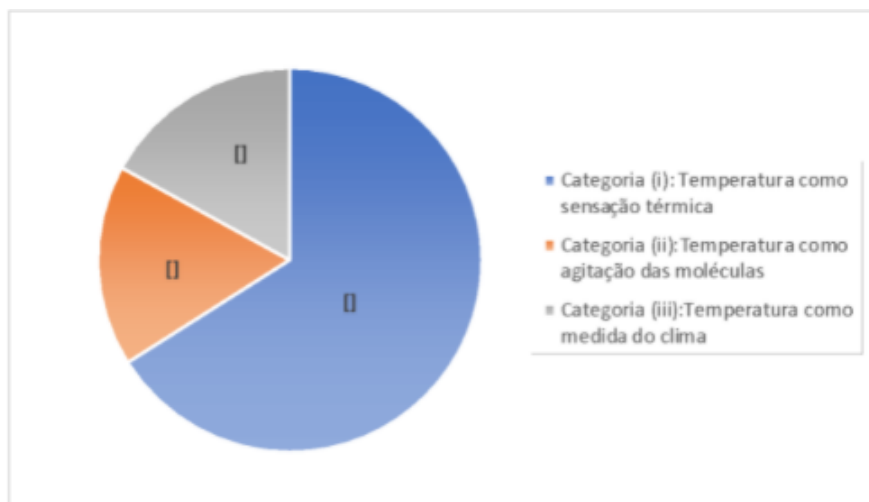
Na primeira categoria, 66% dos estudantes relacionaram a temperatura ao estado físico (Gráfico 1), como:

- *A3- Estado do ambiente, se ele é quente ou frio, tbm para monitorar o ambiente.*
- *A6- A temperatura e o grau de diferença do frio e do quente, que varia!*
- *A9- Grau de calor ou frio.*

Com relação à segunda e terceira categoria, o percentual de respostas foi semelhante e correspondeu a 17%. Dentre as respostas, pode-se destacar:

- *A8- E quando as moléculas estão agitadas.*
- *A12- Grau da temperatura é a agitação das moléculas.*

Figura 1: Conceito de temperatura apresentado pelos estudantes.



Fonte: Elaboração própria.

- A1- Temperatura é a medida do clima.
- A7- Algo que define o "clima".

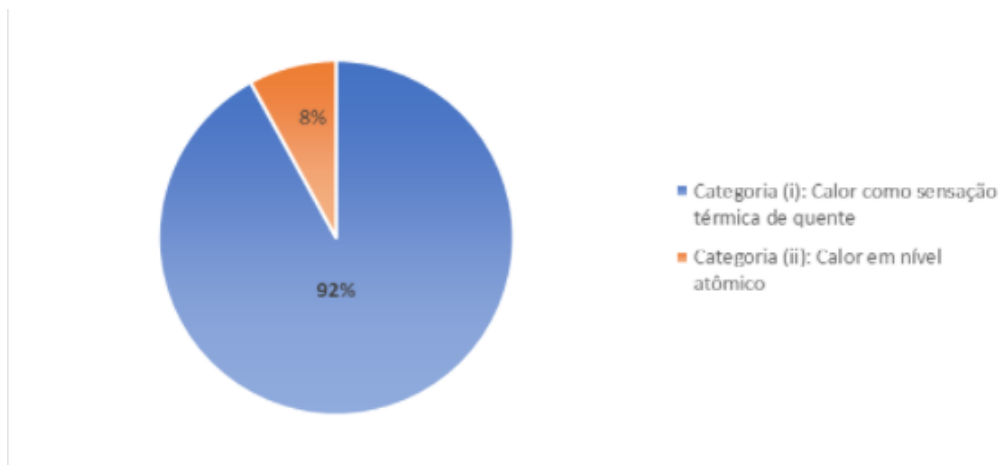
Com base nos dados da Figura 1, pode-se observar que a maior parcela dos estudantes (66%) não conseguia formular uma resposta sobre o conceito de temperatura mesmo com os diálogos da aula online. Constatou-se que alguns estudantes conseguiram apresentar conceitos para as diferenças do estado térmico, demonstrando o conceito de temperatura.

Em relação ao conceito de calor, as respostas foram divididas em duas categorias: (i) calor como sensação térmica de quente e (ii) calor em nível atômico.

A grande maioria dos estudantes (92%) relacionou o calor à primeira categoria, e apenas 8% dos estudantes relacionaram o calor com o nível atômico (Figura 2). Abaixo, algumas das respostas:

- A1- Calor é quando está quente, quando seu corpo esquenta e você soa.
- A4- É quando sentimos a sensação quente.
- A5- Temperatura muito alta.
- A6- É uma sensação térmica em que a temperatura é mais elevada.
- A11- É quando o clima tá quente.
- A12- É uma temperatura elevada, causada pelo ambiente e pelo clima.
- A8- Lugar onde possui vários prótons e elétrons girando rapidamente.

Para conceituar calor, observamos que os estudantes trouxeram seu conhecimento cotidiano e relacionaram esse fenômeno com a sensação térmica de estar quente. Com isso,

Figura 2: Conceito de calor apresentado pelos estudantes.

Fonte: Elaboração própria.

os estudantes não conseguiram observar a energia térmica em trânsito e, portanto, a SEI deveria apresentar algumas estratégias didáticas para que eles adquirissem conhecimentos acerca desses conceitos.

A primeira aula de aplicação da SEI cumpriu o seu papel, porque foi possível perceber o que os estudantes conheciam acerca da temática e propor uma intervenção, como a sugestão de leituras e vídeos, devido ao distanciamento social. Após as recomendações de vídeos sobre a temática, foram feitos questionamentos de como o calor poderia ser transmitido de um corpo para outro e que deveriam ser respondidas com um ciclo de atividades experimentais.

IV.2. Aplicação de Atividades Experimentais Acerca das Formas de Propagação de Calor

A segunda aula aconteceu de forma assíncrona onde os estudantes deveriam realizar três experimentos. As instruções de cada um dos experimentos estavam disponíveis na plataforma forms, e os estudantes deveriam responder os questionamentos sobre cada um dos processos de transmissão do calor para que pudessem construir hipóteses sobre os fenômenos.

Em relação ao registro escrito no forms, destaca-se a importância do estudante se expressar de forma escrita fazendo uma ligação direta entre ciências e língua portuguesa em uma atividade de investigação (CARVALHO et al., 2005).

Na primeira atividade experimental, os estudantes colocaram colheres de diferentes materiais em uma vasilha com água quente e observaram as diferenças de temperaturas em cada uma das colheres (Figura 3). O aumento diferenciado de temperatura em alguns materiais, bem como, a percepção deles acerca de como o calor iria conseguir chegar a certas regiões de alguns objetos que não estariam em contato direto com a água quente.

No planejamento de uma SEI, o professor deve fazer a proposição de questões para que

Figura 3: Experimento de transmissão de calor por condução realizado pelos estudantes e depositado na plataforma forms.



Fonte: Banco de dados do autor.

o indivíduo organize seu pensamento. Dessa forma, para se chegar em hipóteses acerca do fenômeno foram realizadas indagações ao longo dos questionários (CARVALHO, 2011).

Sobre as respostas das questões, observou-se que 75% dos estudantes compreenderam o processo de transmissão do calor por condução e que, mesmo de forma indireta, conseguiram fazer redações que permitiam compreender que nessa forma de propagação, o calor chega até o final do objeto através da colisão entre as moléculas, causada pela agitação em uma região do objeto. A seguir, algumas respostas que corroboram essa afirmação:

- **A6-** O metal é um forte condutor térmico fazendo com que a temperatura aumentasse em toda sua extensão [...].
- **A7-** Quando a colher é totalmente de ferro geralmente ela tem uma transmissão térmica melhor e isso faz que a parte quente chegue até a parte fria [...].
- **A8-** Por causa que o calor viajou a colher até o cabo;
- **A10-** O calor sobe se apossando de todo material começando pelo que está em contato e subindo cada vez mais até atingir todo o objeto.

O segundo experimento teve como objetivo os estudantes observarem o processo de transmissão de calor por convecção por meio da realização de uma atividade prática em que consistia a observação de partículas de chá se movimentando enquanto a água contida em um recipiente entrava em estado de ebulição. Para garantir maior segurança aos estudantes, eles foram orientados a assistirem um vídeo de um experimento similar e fazerem as considerações.

No processo de análise das respostas, observou-se que em torno de 83% dos estudantes conseguiram fazer descrições escritas que permitiram compreender o entendimento acerca da propagação do calor por convecção. Alguns conseguiram observar que a movimentação das partículas se daria pela diferença de densidade entre a parcela de líquido quente e frio, como se pode observar nas respostas a seguir:

- A8- O líquido vermelho estava aquecido, e o azul água fria, o vermelho por ser menos denso se propagou, mas rápido que o azul.
- A9- As com tinta quente estavam subindo por ser mais denso do que o frio que estavam descendo.

Questionados sobre quais aparelhos usariam o fenômeno de convecção em seu funcionamento, obtivemos como respostas: chaleiras, geladeiras, aquecedores e ventiladores. Já em relação ao aparelho de ar-condicionado, alguns dos estudantes conseguiram observar a circulação do ar ocasionado pelas correntes de convecção e essa hipótese se verifica em algumas das descrições a seguir:

- A8- O ar-condicionado fica no alto pois o ar frio desce para baixo.
- A7- Para que o ar vem de cima para baixo e assim transformando uma ventilação melhor porque até mesmo se fosse do chão a circulação seria bem mais difícil de ser feita.

O último experimento consistia na utilização de uma vela acesa onde cada estudante deveria aproximar a mão e observar as percepções a fim de observar o fenômeno de transferência de calor por irradiação (Figura 4).

Figura 4: Experimento de transmissão do calor por irradiação realizado pelos estudantes e postado na plataforma forms



Fonte: Banco de dados do autor.

Com base nos registros escritos dos estudantes, verificou-se que aproximadamente 92% dos estudantes conseguiram fazer relatos que permitiram inferir que eles compreenderam o processo de transmissão do calor por irradiação. Vale ressaltar que nenhum dos estudantes fez referência sobre as ondas eletromagnéticas com o fenômeno mencionado e a não associação é aceitável, uma vez que essa série ainda não teve/ou teve pouco contato com os fenômenos ondulatórios. As hipóteses levantadas sobre esse experimento:

- **A11**- O calor se propaga pelo ar através da irradiação fazendo com que o calor seja intenso mesmo sem tocarmos na fonte.
- **A4**- Pois se você coloca a mão em cima da vela a sua mão fica quente e nisso senti o calor da chama pela transmissão do calor por irradiação.

Nesse experimento, observou-se que poucos estudantes conseguiram notar que o fenômeno de convecção também está presente. A maioria fez relatos de que o calor está mais concentrado na parte superior da chama da vela sem descrever o que ocasionaria essa maior concentração da parte superior. Apenas um dos estudantes que fez uma menção indireta ao processo de transmissão de calor estudado no experimento anterior.

- **A10**- *A parte superior da vela é mais quente porque em cima o ar perto da chama é mais denso, e dos lados é menos denso.*

No ciclo experimental de aplicação da SEI, atentamos que a realização de experimentos em espaços isolados, como foi proposto devido ao isolamento social, perde a parte da interação imediata de estudante – estudante e/ou estudante – professor e a troca de experiências durante a execução do experimento. Também notamos a falta de clareza de alguns relatos escritos ou a omissão com a apresentação de respostas curtas como “sim” ou “não”. Segundo Carvalho et al. (2005), os estudantes estabelecem pensamentos, coordenações conceituais, lógico-matemático e causais quando eles contam o que fizeram com descrições de suas ações para o professor e para a classe.

Com uma breve reflexão acerca da segunda aula da SEI, verificou-se que dos 14 estudantes presentes na primeira aula, 12 continuaram o ciclo no momento assíncrono. Mesmo sem as trocas de experiências durante a execução dos experimentos, grande parcela dos estudantes conseguiu chegar a respostas coerentes e satisfatórias para as diferentes formas de transmissão do calor. Para amenizar a falta de interações durante a realização da parte experimental, foi pensado um momento em que houve a socialização das hipóteses geradas durante a reflexão sobre a realização dos experimentos (Tabela 1).

IV.3. Socialização dos Resultados

Para finalização da aplicação da SEI, foi realizada uma socialização dos resultados em um momento síncrono através da plataforma meet (Tabela 1). Nesse momento, o professor ouviu as conclusões dos estudantes acerca da parte experimental e foi realizada uma explanação sistemática dos experimentos abordando as formas de transmissão de calor, além de relacionar o conhecimento partilhado com demais fenômenos ligados a transmissão do calor, como: o aquecimento global, as correntes marítimas, o funcionamento de uma geladeira, o efeito estufa e as ondas transversais no processo de irradiação.

Carvalho (2015, p. 255) destaca que, na sala de aula de ciências, o professor deve ter consciência da possibilidade de dificuldade na construção do conhecimento, “ajudando os

estudantes na conceitualização dos conteúdos e não esperando que todos cheguem sozinhos a essa etapa”.

Com o intuito de oportunizar uma maior participação dos estudantes e a visualização das inúmeras aplicações dos conteúdos estudados, foi reproduzido durante a aula a reportagem sobre “fogão solar”¹. A partir de indagações acerca do experimento, os estudantes conseguiram observar que a energia solar que proporciona o cozimento dos alimentos no fogão solar ocorre pelo processo de irradiação e que esse modelo tinha um funcionamento similar com o processo que ocorre com o fenômeno do efeito estufa.

Os estudantes observaram e registraram que o revestimento de alumínio seria para reflexão dos raios solares e que a tampa de vidro permitiria que os raios solares que entraram não saíssem da estrutura. Além disso, eles relataram que durante o processo de cozimento do alimento poderiam ver os três processos de transmissão do calor: irradiação no recebimento dos raios solares, condução no aquecimento da panela de metal e convecção ao aquecer um fluido dentro da panela.

Com esses dados, é possível notar que os estudantes que interagiram durante o ciclo da SEI conseguiram compreender e identificar de forma satisfatória os conceitos relacionados à propagação do calor.

Nesse momento, o professor fez uma breve discussão sobre as questões sociais envolvidas na reportagem apresentada, considerando que muitas famílias passam necessidades, devido à elevação de preços principalmente do gás de cozinha. Nesse momento da aula, os estudantes destacaram que, apesar do tempo maior para o cozimento em um fogão solar, ele apresenta muitas vantagens considerando que o país possui altos índices de incidência solar em praticamente todo o ano, e essa poderia ser uma alternativa sustentável às famílias de baixa renda.

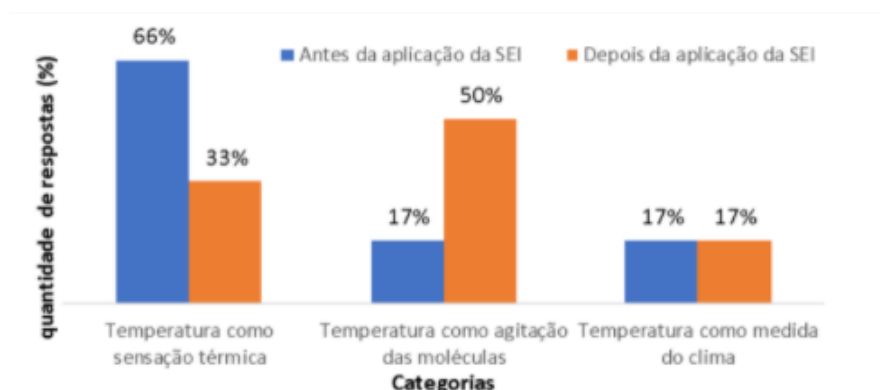
Para finalizar a SEI, os formulários com os questionamentos iniciais de calor e temperatura foram retomados sobre os processos de transmissão do calor. Ao comparar o resultado do questionário inicial (Pré-Ai) com o final (Pós-Ai), verificou-se que 50% dos estudantes relacionaram a temperatura com o grau de agitação molecular enquanto no questionário inicial aproximadamente 17% deles fizeram essa relação, como mostra a Figura 5.

Em relação à conceitualização de temperatura, observou-se uma migração significativa de respostas da temperatura como uma sensação térmica antes da Atividade Investigativa para a categoria da temperatura como o grau de agitação molecular após a sequência de atividades experimentais (Figura 5). Já a quantidade de respostas dos estudantes que acreditam que a temperatura é uma medida do clima permaneceu inalterada em relação ao questionamento inicial.

Dessa forma, a SEI não gerou mudanças no julgamento acerca do conceito de temperatura em uma pequena parcela dos estudantes. Dentre as possíveis causas para que as atividades investigativas não alterassem a concepção de temperatura a esses estudantes, pode-se destacar: a temática não ter chamado a atenção desses estudantes, os estudantes não terem prestado a devida atenção no que estavam executando no formulário, a linguagem/questionamentos não foram significativos para gerar mudança dos conhecimentos prévios e/ou a falta de mais momentos de interações.

¹Reportagem sobre o fogão solar. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=5vvq1FZ8zHo>. Acesso em 20 de set. de 2021.

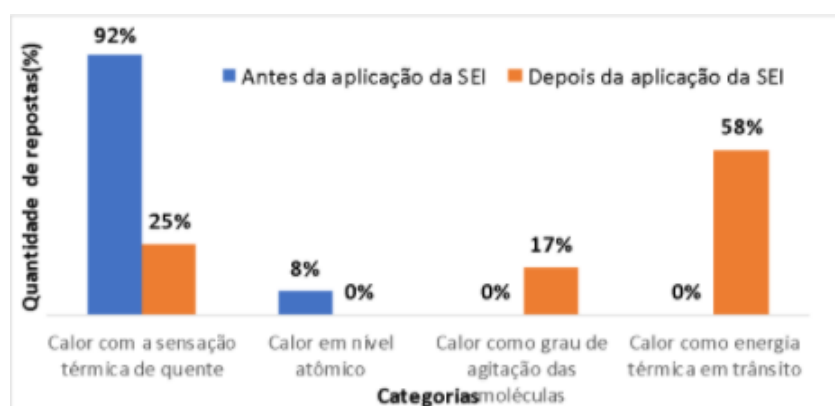
Figura 5: Conceito de temperatura apresentado pelos estudantes antes e depois da SEI.



Fonte: Elaboração própria.

Já em relação à concepção de calor, aproximadamente 60% dos estudantes fizeram a relação desse fenômeno como sendo uma energia térmica em trânsito, sendo que na primeira aula todos os estudantes fizeram inferências inconsistentes sobre esse conceito e a maioria tinha relacionado o calor com a sensação térmica de quente, algo comumente usado no dia a dia (Figura 6).

Figura 6: Conceito de calor apresentado pelos estudantes antes e depois da SEI.



Fonte: Elaboração própria.

Com o conceito de calor, observamos uma significativa mudança de conhecimentos prévios, uma vez que a maior parcela dos estudantes mudou seu pensamento em relação a esse fenômeno. Aqui, nota-se também a criação de categorias extras em relação ao levantamento inicial, desde que alguns estudantes começaram a conceituar o fenômeno de maneira correta e outros confundiram tal conceito com o de temperatura.

Quando questionados a descreverem as formas de transmissão de calor e uma descrição de cada um desses conceitos, verificou-se que aproximadamente 67% dos estudantes conseguiram apresentar pelo menos uma das formas de propagação do calor e que 33% dos estudantes fizeram a descrição correta de, pelo menos, um desses conceitos.

Com a discussão e participação dos estudantes na última etapa da SEI, podemos observar que a proposta atingiu o objetivo, pois uma parte expressiva dos estudantes conseguiu se

apropriar dos conceitos esperados. Dada a autonomia deles na execução dos experimentos e interpretações dos fenômenos guiados pelas indagações do professor na plataforma, os resultados obtidos corroboram que os estudantes foram capazes de construir o seu próprio conhecimento (CARVALHO, 2005).

Dentre as vantagens da aplicação da SEI, o professor que se apropria dessa metodologia, indubitavelmente passa a ouvir mais os educandos, fazer apontamentos sobre os questionamentos em sala de aula, além de oferecer suporte de modo a não fornecer uma resposta pronta. Deste modo, apesar das limitações de horários e da sobrecarga do trabalho docente, a SEI mostra que é possível se apoderar dessas metodologias acessíveis de baixo custo para o ensino de física e trabalhar o pensar sobre os diversos conceitos científicos de forma instigante.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo analisou a aplicação de uma SEI acerca dos processos de transmissão de calor, direcionada a uma turma de 9º ano do ensino fundamental II, e organizada em três momentos: (i) levantamento de conhecimentos prévios, (ii) execução de experimentos e (iii) socialização dos resultados encontrados. Com essa sistematização, os estudantes romperam a dependência do professor e elaboraram as conclusões durante a realização de análise do experimento.

Quanto aos resultados da aplicação da SEI, os estudantes manifestaram a sua autonomia no processo e, dessa forma, se tornaram seres ativos no processo de aprendizagem sobre as transformações de calor. Verificou-se também a relevância da metodologia investigativa, particularmente no ensino de Física, ao permitir que os estudantes pensem e criem mecanismos de aprendizagem por meio de questionamentos e, sobretudo, compreendendo que os erros fazem parte do processo de ensino e aprendizagem.

Dessa forma, a SEI proposta cumpriu o seu objetivo quando uma parcela significativa dos estudantes conseguiu mobilizar conceitos científicos acerca do processo inicial de física térmica, porém a aplicação apresentou algumas limitações, dentre as quais, pode-se citar a falta de troca de experiências sobre a escolha de metodologias diferenciadas e a modalidade de ensino remoto. Com isso, sugere-se trabalhar no refinamento do problema central em novas aplicações, com o uso de estratégias diferenciadas para alcançar mais estudantes, especialmente na modalidade remota ou no ensino presencial com o distanciamento social.

REFERÊNCIAS

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. Uma proposta de sequência de instrução de pesquisa sobre o momento, sua conservação e as leis de Newton. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, [s.l.], v. 31, n° 1, p. 30-59, 25 de novembro de 2013. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p30>.

BENDER, W. N. *Aprendizagem de Projetos: Educação Diferenciada - Para o Século 21*. Porto Alegre: Eu acho, 2014.

BORRAJO, T. B. *Atividades de pesquisa para o ensino de ótica geométrica*. 2017. Dissertação (Mestrado em Física) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

BRASIL. MEC. *Base Nacional Comum Curricular – BNCC*, versão aprovada pelo CNE, novembro de 2017. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/conselho-nacional-de-educacao/base-nacional-comum-curricular-bncc> Acesso em: 23 out.2021.

CARVALHO, A. M. P.; Vannucchi, A. I.; Barros, M. A.; Gonçalves, M.E.R.; Rey, R. C.. *Ciências no ensino fundamental: O conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 2005.

CARVALHO, A. M. P. *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Coleção *Ideias em Ação*. ISBN: 978-85-221-1062-9. CARVALHO, A. M. P. *Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas - (SEI)*. In: LONGHINI, Marcos Daniel (Org.). *O uno e o diverso na educação*. São Paulo: Uberlândia: EDUFU, 2011.

CARVALHO, A. M. P. *Calor e temperatura: ensino por pesquisa*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. *O Ensino de Física por investigação: Um Referencial Teórico e Pesquisa em Sequências de Ensino de Pesquisa*. *Ensino em Revista*. v.22, n.2, p.249-266, jul./dez. 2015.

CARVALHO, A. M. P. *O Ensino de Ciências e a Proposta de Sequências de Ensino de Pesquisa*. In: CARVALHO, A.M.P. (org). *Ensino científico por investigação: condições para implantação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning, 2016. Cap. 1 p. 01-20.

CLEMENT, L.; CUSTODIO, J. F.; ALVEZ, J. P. *Potenciais do ensino de pesquisa para promover a motivação autônoma no ensino de ciências*. *Alexandria*, v.8, n.1, p.101-129, 2015.

CLEOPHAS, M. G. *Ensino por investigação: concepções de estudantes de graduação em Ciências Naturais sobre a importância da atividade de pesquisa em espaços informais*. *Revista Linhas*, [s.l.], v. 17, n. 34, p.266-298, 29 de junho. 2016. St. Catharine State University. <http://dx.doi.org/10.5965/1984723817342016266>.

FERREIRA, M.; FILHO, O. L. S.; NUNES, D. S.; JÚNIOR, E. V. F. Calorimetria no ensino fundamental: potencialidades de uma sequência de ensino investigativa. Revista do Professor de Física. Brasília, vol. 2, n. 3, 2018.

MOREIRA, M. A; MASSONI, N. T. Pesquisa qualitativa em educação em ciências. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016. MOREIRA, M. A. Teorias de aprendizagem. São Paulo: E.P.U, 2011.

MOURA, A. M. Ensino de física por investigação: uma proposta para o ensino de empuxo para alunos do ensino médio. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física). UFPA: Belém, 2018. Disponível em <<https://pt.scribd.com/document/518841889/t0-Dissertacao-Fabio-Moura>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MOURA, F. A.; SILVA, R. Sequência de ensino investigativa para o estudo do empuxo no ensino médio. Revista do programa de Pós-graduação em Ensino – Universidade Estadual do Norte do Paraná. Cornélio Procópio, v.3, n. 1, p. 38-61, 2019.

PASQUALETTO, T. I.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino de Física: uma Revisão da Literatura. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, [s.l.], v. 17, n. 2, p.551-577, 31 ago. 2017. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência. <http://dx.doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2017172551>.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

POZO, J. I.; PÉREZ ECHEVERRÍA, M. D. P. La solución de problemas. Madri: Santillana, 1994.

RAMOS, R. M. S. F. A investigação matemática como suporte para o estudo de sequências e regularidades: uma experiência com estudantes do 1º ano do ensino médio. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT). UESB: Bahia, 2015. Disponível em <https://sca.profmtat-sbm.org.br/sca_v2/get_cc3.php?id=90572> .Acessoem : 12ago.2021.

SANTOS, O. C. Do ensino tradicional à iniciação a atividades de investigação matemática: desconstruindo velhos hábitos. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional – PROFMAT). UFG: Goiás, 2018. Disponível em <<https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9261?mode=full>>. Acesso em: 12 ago. 2021.

SASSERON, L. Alfabetização Científica, Ensino Por Investigação E Argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), [s.l.], v. 17, n. , p. 49-67, nov. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. 180 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SILVA, O. H. M.; ARRUDA, S. M. Um equipamento demonstrativo de levitação magnética de uma bobina com automatização adaptada aos Museus de Ciência e Tecnologia. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 31, n. 1, p. 78-97, abr. 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n1p78>.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 1991.



A FORMA DA TERRA: UM PERCURSO INVESTIGATIVO SOBRE AS EVIDÊNCIAS DA ESFERICIDADE DA TERRA COM ESTUDANTES DOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

THE EARTH'S SHAPE: AN INVESTIGATIVE TEACHING ABOUT EVIDENCES OF THE SPHERICITY OF THE EARTH WITH STUDENTS FROM MIDDLE SCHOOL

HENRIQUE DE MEDEIROS CLEMENTINO¹, DARLAN QUINTA DE BRITO¹,
INGRID DUARTE¹

¹Curso de Especialização lato sensu em Ensino de Ciências – Ciência é Dez!, Universidade de Brasília

Resumo

As crescentes narrativas anticiência têm se propagado em diferentes meios. O terraplanismo, uma dessas narrativas, é um movimento conspiratório e negacionista que tem se difundido em ambientes virtuais e possui como principais características a negação à ciência e o ataque ao ensino de ciências. A BNCC e o currículo do Distrito Federal prevêem o estudo da forma da Terra e das evidências científicas que corroboram a sua forma geóide no ensino fundamental. Nesse contexto, esta pesquisa analisou a aplicação de uma sequência de ensino investigativo com estudantes do 6º ano do ensino fundamental de uma escola pública do Distrito Federal com o objetivo de investigar as evidências da forma da Terra e ilustrá-las por meio da elaboração de modelos didáticos. Embora a maior parte dos estudantes (80%) considere o formato esférico da Terra, a maioria não conseguiu justificá-la (65%) antes da sequência investigativa. Apesar das limitações decorrentes da pandemia de Covid-19 no contexto escolar, os estudantes produziram modelos didáticos com materiais de fácil acesso para ilustrar as evidências científicas da forma da Terra investigadas e discutidas previamente na aula e foram capazes de identificar as evidências da forma geóide do planeta e as incoerências do terraplanismo. Portanto, a sequência de ensino investigativo proposta mostrou ser uma importante estratégia didática para investigar a forma da Terra no ambiente escolar por meio do desenvolvimento de práticas argumentativas que desconstruam o negacionismo científico, minimizando seus danos à sociedade como prática social final.

Palavras-chave: *Astronomia. Terraplanismo. Ensino por investigação. Ensino Fundamental II*

Abstract

The antiscience narratives have spread lately in different media. The flat-earth movement, one of these narratives, is a conspiracy and negationist movement that has been organized and spread in virtual environment, and their main characteristics are the science negationism and the attack on science education. The Brazilian national curriculum and the curriculum of Distrito Federal predicts the study of the Earth's shape and the scientific evidences that proves the geoid shape in elementary school. In this context, this research analyzed the application of an investigative teaching sequence with 6th grade students of a public elementary school in Distrito Federal - Brazil with the goal of investigating the evidence of the Earth's shape and illustrating them through the elaboration of didactic models. Although most students (80%) consider the Earth's shape spherical, most of them couldn't justify it (65%) before the investigative sequence. Despite the limitations due from the Covid-19 pandemic in the educational context, the students produced didactic models with accessible supplies to illustrate the scientific evidences of the Earth's shape previously investigated and discussed in class. They were also able to identify evidences from the geoid shape of Earth and the contradictions of the flat-earth movement. Therefore, this investigative teaching sequence proved to be an important didactic strategy to investigate Earth's shape in the school environment through the development of argumentative practices that deconstructs scientific denialism, minimizing its damage to society as a final social practice.

Keywords: Astronomy. Flat Earth. Inquiry-based Teaching. Elementary School

I. INTRODUÇÃO

O fascínio e interesse dos estudantes dos anos finais do ensino fundamental pela astronomia, sobretudo os estudantes do 6º ano, recém chegados dos anos iniciais é perceptível. Apesar desse interesse dos estudantes por este tema, a abstração dos conteúdos de astronomia e a pouca atenção que esses conteúdos recebem em materiais didáticos (ROSA et al., 2018) faz necessária a constante busca por recursos didáticos, formação continuada docente e uso de metodologias ativas que motivem esse interesse e busquem superar essa abstração.

A partir desse interesse dos estudantes e do crescimento do movimento negacionista sobre a esfericidade da Terra, presente em filmes, séries e músicas (ALBUQUERQUE e QUINAN, 2019), e a disseminação desse negacionismo em mídias digitais (BERTOTTI, 2020; BONFIM e GARCIA, 2021; MARTINS, 2020), propôs-se o estudo das evidências da forma geóide da Terra em contraposição a esse movimento com os estudantes dos anos finais do ensino fundamental.

A forma do planeta Terra é conhecida desde, pelo menos, o século V a.C. A mecânica Newtoniana no século XVII e as missões da corrida espacial no século XX trouxeram evidências inequívocas da forma geóide do planeta (LANG, 2017). A despeito das diversas evidências que corroboram a forma geóide da Terra, o crescente movimento terraplanista desmerece essas evidências para defender uma anacrônica forma plana e achatada da Terra (BERTOTTI, 2020; MARTINS, 2020).

Os terraplanistas questionam as evidências, paradigmas e Leis científicas e tentam dar ares de evidência científica para enunciados sem embasamento científico. O terraplanismo

se movimenta há muito tempo na internet e tem começado a sair dos ambientes virtuais para encontros presenciais favoráveis ao modelo anacrônico da Terra plana (BERTOTTI, 2020; BONFIM e GARCIA, 2021; MARTINS, 2020). Considerando a temática da forma da Terra no cotidiano dos jovens, a sua difusão nas redes sociais com características conspiratórias (CHRISPINO et al., 2020) e a abordagem bastante limitada nos livros didáticos e nas aulas de ciências (ROSA et al., 2018), é necessária uma abordagem mais apropriada do tema no contexto escolar.

O terraplanismo como fenômeno sociocultural tem ganhado destaque recentemente (BERTOTTI, 2020; BONFIM e GARCIA, 2021; MARTINS 2020), e não deve ser desconsiderado e subjugado pelos professores, sobretudo na atual conjuntura de crescimento e disseminação de revisionismos e pós-verdades (BONFIM e GARCIA, 2021; MARTINS, 2020).

Sendo assim, este estudo busca resgatar as diversas evidências científicas da forma geóide da Terra pelo método de ensino por investigação e expressá-las através de modelos científicos. Apesar do estudo da esfericidade da Terra constar no currículo dos diferentes níveis do ensino básico (BRASIL, 2018, p. 337; 345; DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 218; 239-240), tal tema é negligenciado nos materiais didáticos e no planejamento das aulas de ciências (ROSA et al., 2018), e conceitos importantes e já sedimentados da astronomia são questionados de forma conspiratória pelo movimento terraplanista (BERTOTTI, 2020; CHRISPINO et al., 2020; MARTINS 2020).

II. REFERENCIAL TEÓRICO

Para o ensino de ciências, o terraplanismo tem a mesma escala de importância que outras narrativas anticiência, como o movimento antivacina e a negação dos fenômenos de mudança climática por ações antrópicas (BONFIM e GARCIA, 2021; CHRISPINO et al., 2020). Para Catarino e Reis (2021):

o Movimento Antivacina e o Terraplanismo são, de alguma maneira, resultados e respostas à formação básica que estamos oferecendo, e colocam a necessidade de refletir sobre esses fenômenos sociais, seus significados e suas implicações para o trabalho de professores e para a sociedade (CATARINO e REIS, 2021, p. 4)

Esse conjunto tem efeito negativo na formação do cidadão e influenciam negativamente o reconhecimento da ciência e sua aplicação em políticas públicas. (CHRISPINO et al., 2020; BONFIM e GARCIA, 2021; CATARINO e REIS, 2021)

II.1. Sobre o terraplanismo

Para Albuquerque e Quinan (2019), afirmar que a Terra é plana atualmente, diante da vasta documentação de evidências científicas sobre a forma geóide da Terra (LANG, 2017) e da forma como o terraplanismo o aborda, é um pensamento conspiratório (ALBUQUERQUE e QUINAN, 2019; BERTOTTI, 2020; MARTINS, 2020). Apesar disso, uma pesquisa do

Instituto Datafolha ¹, realizada em 2019, estimou que cerca de 7% da população brasileira acredita que a Terra é plana e mais 3% da população não sabe a forma do Planeta. As teorias da conspiração são propostas de explicação de eventos ou fenômenos experimentados por um grupo pequeno de pessoas agindo em segredo, como alternativa a uma explicação oficial fundamentada e amplamente aceita (KEELEY, 1999 apud ALBUQUERQUE e QUINAN, 2019).

A organização de eventos, saindo da internet para conferências oficiais em diferentes países ², demonstra o crescimento e organização do movimento terraplanista se intensificando nos últimos anos (BERTOTTI, 2020; BONFIM e GARCIA, 2021; MARTINS, 2020).

Martins (2020) observou em campo a Primeira Convenção Nacional da Terra Plana e elencou cinco características principais deste movimento: 1) a ideia de uma conspiração global que esconde a “verdade” da população; 2) a oposição ao conhecimento construído cientificamente; 3) a seletividade de informações convenientes e descarte de informações contrárias à hipótese terraplanista; 4) o uso de referências religiosas e a negação da ciência como afronta a dogmas religiosos; e 5) a crítica ao ensino de ciências e à formação de professores, como forma de “doutrinação”.

Tais características do movimento terraplanista também são verificadas por Bonfim e Garcia (2021) ao analisarem vídeos no Youtube com a temática terraplanista. Os autores identificaram que a maior parte do conteúdo sobre terraplanismo na plataforma em canais brasileiros é produzido por youtubers, professores, cientistas e divulgadores e são voltados para a desconstrução do terraplanismo. Apesar disso, Albuquerque e Quinan (2019) identificaram que a permissibilidade da plataforma e a baixa regulação de conteúdos autorais dos usuários permitem a disseminação de conteúdos desinformativos e conspiracionistas, como o terraplanismo.

II.2. O estudo da forma da Terra no currículo da Educação Básica

A temática da forma da Terra está prevista na educação básica em diversos momentos, de forma direta ou indireta. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC)³ — a nível nacional; e o Currículo em Movimento do Distrito Federal ⁴ — a nível distrital, prevêem o estudo da forma geóide do Planeta e de suas evidências, assim como outros conteúdos e objetivos que têm como pré-requisito o reconhecimento da esfericidade da Terra. A BNCC prevê, expressamente, a abordagem da esfericidade do planeta através do eixo temático “Terra e Universo” na disciplina de Ciências Naturais no Ensino Fundamental (EF), conforme a Tabela 1 (BRASIL, 2018, p. 337; 345).

¹Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/ciencia/2019/07/7-dos-brasileiros-afirma-que-terra-e-plana-mostra-pesquisa.shtml>>. Acesso em 29/08/2021.

²Destaca-se a realização da primeira conferência, a Flat Earth International Conference, realizada em novembro de 2017, na Carolina do Norte, nos Estados Unidos (BERTOTTI, 2020). No Brasil, o primeiro evento do tipo foi a primeira Convenção Nacional da Terra Plana (Flat Con Brasil) em 2019 e o lançamento da revista Terra Plana (BERTOTTI, 2020; BONFIM e GARCIA, 2021; MARTINS 2020).

³Disponível em:<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EEF110518_02_03_2020.pdf> .Acessoem06/10/2021.

⁴Disponível em: <<https://www.educacao.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/Curri%CC%81culo-em-Movimento-Ens-fundamental19dez18.pdf>> .Acessoem : 06/10/2021.

Tabela 1: O estudo da forma da Terra na BNCC.

Etapa da PHC	Atividade proposta
Prática social inicial	Atividade diagnóstica inicial; Debate para levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes.
Problematização	Questão problema: É possível demonstrar a forma geóide da Terra? Quais são as evidências científicas deste fato?
Instrumentalização	Investigação das evidências que fundamentam a forma geóide da Terra.
Catarse	Expressão das evidências descobertas a partir do modelo didático; debate das evidências encontradas; comparação com as ideias terraplanistas.
Prática social final	Entendimento da esfericidade da Terra como fato científico corroborado por evidências; do terraplanismo como movimento conspiratório; identificação de outros movimentos conspiratórios a partir da ausência de fundamentos científicos.

Fonte: *EF: Ensino Fundamental. Fonte: elaboração própria com base na BNCC (BRASIL, 2018, p. 337; 345).

A noção da forma geóide do planeta aparece, ainda, em outras habilidades em diversos momentos na BNCC do ensino básico, como pré-requisito implícito para o estudo de outros fenômenos (BRASIL, 2018).

A nível distrital, no Currículo em Movimento do Distrito Federal, no caderno referente ao Ensino Fundamental, a abordagem sobre a forma do planeta está prevista desde o 1º bloco do 2º ciclo de aprendizagens. Assim como a BNCC, na qual o Currículo em Movimento se baseia, o estudo da esfericidade da Terra está previsto diretamente no currículo do 3º ano e do 6º ano do Ensino Fundamental, conforme a Tabela 2 (DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 218; 239-240).

O Currículo em Movimento do Distrito Federal sugere, ainda, “construir modelos que evidenciem a esfericidade da Terra” (DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 240) como objetivo de aprendizagem ao se estudar a forma do planeta e a evolução histórica de concepções sob sua forma.

Um modelo didático pode ser um desenho, ilustração, esboço, objeto concreto ou outra forma de representação que busque representar aspectos de um fato, fenômeno ou coisa, sem representá-lo completamente (PIETROCOLA, 2001; SILVA e CATELLI, 2020). Ele serve como elo de ligação entre a teoria e a realidade, superando as insuficiências do livro didático.

No caso específico do ensino de astronomia, o modelo didático é um recurso que concretiza a abstração de corpos em escala macroscópica (SILVA e CATELLI, 2020). A modelização permite verificar se as ideias levantadas sobre a realidade são coerentes ou enganosas, e a sua construção é o primeiro passo para o desenvolvimento conceitual da realidade, que se dá inicialmente por meio de simplificações e idealizações (SILVA e CATELLI, 2020), basicamente o que se propõe aos estudantes na atividade investigativa.

É importante que os estudantes produzam seus próprios modelos didáticos para superar as limitações que a modelização apresenta e envolvê-los no processo de aprendizagem

Tabela 2: O estudo da forma da Terra no Currículo em Movimento do Distrito Federal.

Etapa	Objetivo	Conteúdo
3º ano EF*	Reconhecer e representar a esfericidade da Terra através de modelos.	Características do planeta Terra: o formato esférico; Modelos de representação do planeta Terra: mapas, globo terrestre, GPS, fotografias.
6º ano EF	Reproduzir e entender o experimento de Eratóstenes para o cálculo do raio da Terra; Organizar cronologicamente e descrever os principais argumentos sobre o formato da Terra; Selecionar evidências documentais e experimentais que demonstrem a esfericidade da Terra, como fotografias de satélites, eclipses, etc.; Construir modelos que evidenciem a esfericidade da Terra.	Esfericidade da Terra; Evolução histórica concepções relativas ao formato da Terra.

Fonte: EF: Ensino Fundamental. Fonte: elaboração própria com base no currículo em movimento do Distrito Federal (DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 218; 239-240).

(JUSTINA e FERLA, 2006). Além disso, o caráter lúdico da construção do modelo permite manter a atenção e a motivação do estudante.

II.3. O Ensino de Ciências por investigação

Sob a ótica do ensino de ciências por investigação, Munford e Lima (2007) apresentam a construção de modelos como uma das formas de expressão de ideias que os estudantes podem utilizar para ilustrar e tornar concretas as informações encontradas no processo de investigação. Carvalho (2018) define o ensino de ciências por investigação como:

O ensino dos conteúdos programáticos em que o professor cria condições em sua sala de aula para os alunos: pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (CARVALHO, 2018, p. 766).

Munford e Lima (2007) sugerem as seguintes etapas do método: uma questão-problema a qual se busca estudar; uma busca de embasamento ou justificativa do estudo dessa questão problema, de forma a não se banalizar a investigação; um levantamento de informações por parte dos estudantes; uma forma de expressão de ideias encontradas, que podem ser experimentos, debates, construção de modelos, observações e inferências; levantamento

Tabela 3: *Etapas da pesquisa com base no ensino por investigação de acordo com Munford e Lima (2007) e as estratégias didáticas da sequência de ensino investigativo.*

Questão problema	É possível demonstrar a forma geóide da Terra? Quais são as evidências científicas deste fato?
Justificativa	Demonstração das evidências científicas pelos estudantes que embasam a forma geóide do planeta e a apropriação desses conhecimentos, com vistas a desconstruir a banalização da Ciência por movimentos negacionistas.
Levantamento de informações	Pesquisa de outras evidências científicas da esfericidade da Terra, além do experimento de Eratóstenes.
Expressão de ideias e levantamento de hipóteses	Construção dos modelos pelos estudantes e seu concomitante confronto com as ideias terraplanistas.
Conclusão com verificação mútua	Apresentação dos modelos de evidências aos pares e debate das informações levantadas.

Fonte: Fonte: elaboração própria com base na proposta de Munford e Lima (2007).

e análise de hipóteses; e uma conclusão das etapas com uma verificação mútua se foi encontrada uma resposta satisfatória para a questão problema.

O ensino por investigação não é um método rígido de ensino e, portanto, deve considerar uma flexibilidade, sem adotar fórmulas pré-concebidas (MUNFORD e LIMA, 2007). Carvalho (2013) propõe o ensino de ciências por investigação pautado pelas seguintes etapas: proposição de um problema contextualizado; sistematização do conhecimento construído pelos alunos; e a contextualização final com o dia-a-dia dos estudantes, com ênfase na aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social.

Baseando-se nas etapas do ensino de ciências por investigação propostas por Munford e Lima (2007), foram propostas as seguintes estratégias pedagógicas para a atividade investigativa (Tabela 3):

Para Coelho et al. (2021), o ensino de ciências por investigação é uma abordagem metodológica construtivista que valoriza o conhecimento prévio do estudante e do processo investigativo e tece um antagonismo entre ele e a Pedagogia Histórico-Crítica: enquanto um se preocupa em “como ensinar”, outro se preocupa em “o que e por que ensinar”. Método e teoria complementam-se na forma de encontrar as evidências científicas e para que utilizá-las em um contexto histórico-social de crescimento da negação da ciência através de discursos conspiratórios (COELHO et al., 2021).

A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), um dos pressupostos teóricos do Currículo em movimento da Secretaria de Educação do Distrito Federal (SEEDF), prevê, em sua última etapa, a Prática Social Final, “novas atitudes e posturas do estudante, expressando e executando o conhecimento científico adquirido” (GASPARIN e PETENUCCI, 2008). Ao defender que o ensino de ciências tenha como finalidade a compreensão objetiva da realidade e dos fenômenos que envolvem as ciências naturais em sua essência, Coelho et al. (2021) se alinham com a contextualização final do conteúdo proposta por Carvalho (2013). A partir das etapas da Pedagogia Histórico-Crítica sintetizadas por Gasparin e Petenucci (2005), a

Tabela 4: A fundamentação da atividade investigativa da esfericidade da Terra na Pedagogia Histórico-Crítica (PHC).

Etapa da PHC	Atividade proposta
Prática social inicial	Atividade diagnóstica inicial; Debate para levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes.
Problematização	Questão problema: É possível demonstrar a forma geóide da Terra? Quais são as evidências científicas deste fato?
Instrumentalização	Investigação das evidências que fundamentam a forma geóide da Terra.
Catarse	Expressão das evidências descobertas a partir do modelo didático; debate das evidências encontradas; comparação com as ideias terraplanistas.
Prática social final	Entendimento da esfericidade da Terra como fato científico corroborado por evidências; do terraplanismo como movimento conspiratório; identificação de outros movimentos conspiratórios a partir da ausência de fundamentos científicos.

Fonte: elaboração própria com base na síntese de Gasparin e Petenucci (2005).

sequência didática proposta nesta pesquisa se relaciona com a Pedagogia Histórico Crítica como demonstrado na Tabela 4.

Nota-se a intencionalidade de se propor no currículo a investigação das evidências científicas da esfericidade da Terra com base na Pedagogia Histórico-Crítica e espera-se que o estudante, ao ter ciência das evidências da esfericidade da Terra, em sua prática social final, não se deixe levar por hipóteses anacrônicas e sem embasamento científico.

III. CASO DE PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada entre agosto e setembro de 2021, durante as aulas de Ciências Naturais em uma turma do 6º ano de uma escola da rede pública localizada na Região Administrativa de São Sebastião (RA XIV), Distrito Federal. A faixa etária dos estudantes participantes estava entre 11 e 15 anos.

As atividades realizadas nesta pesquisa ocorreram num contexto de retorno dos estudantes às atividades presenciais após um período de suspensão das atividades escolares presenciais (de março de 2020 a julho de 2021) e com a realização de atividades remotas mediadas por tecnologia ou por material didático impresso em decorrência da pandemia de Covid-19.

IV. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A sequência didática desta pesquisa foi organizada em 3 momentos distintos, conforme a Tabela 5.

Tabela 5: Sequência didática da atividade investigativa.

Aula	Atividade proposta	Recursos didáticos
1	<ul style="list-style-type: none"> - Atividade diagnóstica inicial. - Debate sobre a forma tridimensional da Terra, levantando os conhecimentos prévios dos estudantes. - Exibição de trecho do documentário “Cosmos”⁵, - Pesquisa de evidências da esfericidade da Terra. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulário impresso. - data show. - Debate.
2 & 3	<ul style="list-style-type: none"> - Debate das evidências encontradas pelos estudantes. - Proposta de construção de um modelo didático simplificado de uma evidência científica da esfericidade da Terra utilizando materiais de fácil acesso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formulário impresso. - Artigo de Lang (2017) como fonte das evidências da esfericidade da Terra
4	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do modelo didático simplificado. - Debate sobre as evidências apresentadas e exercício pelos estudantes com comparação com a hipótese terraplanista. 	<ul style="list-style-type: none"> Modelo didático criado com materiais de fácil acesso. - Debate.

Fonte: dados da pesquisa.

Na primeira aula, foi realizada uma atividade diagnóstica inicial. Após a atividade, houve um breve debate sobre a forma da Terra para levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes, abordando o que eles já conheciam sobre a esfericidade do planeta (Tabela 5).

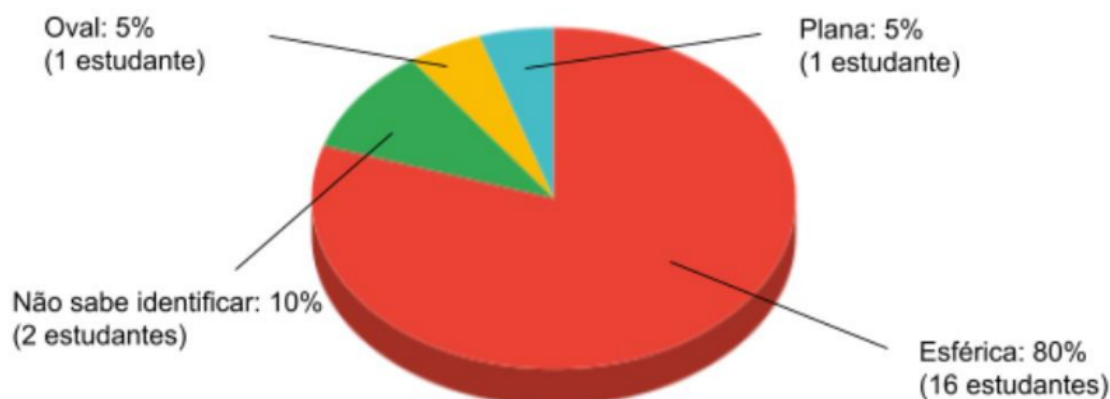
Após o debate, foi exibido um trecho do documentário “Cosmos”. Em seguida, foi proposto aos estudantes a realização de uma pesquisa sobre outras evidências da esfericidade da Terra, além da apresentada.

Nas duas aulas seguintes às pesquisas, as evidências encontradas pelos estudantes foram debatidas em sala de aula. Foi proposta a construção de um modelo didático em que os estudantes utilizassem objetos cotidianos disponíveis em casa para ilustrar a evidência científica encontrada na pesquisa previamente realizada.

Na aula final, os estudantes apresentaram aos colegas a evidência da esfericidade da Terra através do modelo didático criado e essas evidências foram debatidas. Nesse debate, foi proposto um exercício de imaginação e comparação de como seriam os fenômenos e evidências apresentados caso a Terra fosse plana.

Os dados coletados em atividades formais (materiais impressos), áudio e fotografias foram sintetizados em planilha e analisados quantitativamente e qualitativamente.

Figura 1: Forma que os estudantes identificaram a Terra.



Fonte: dados da pesquisa.

V. RESULTADOS

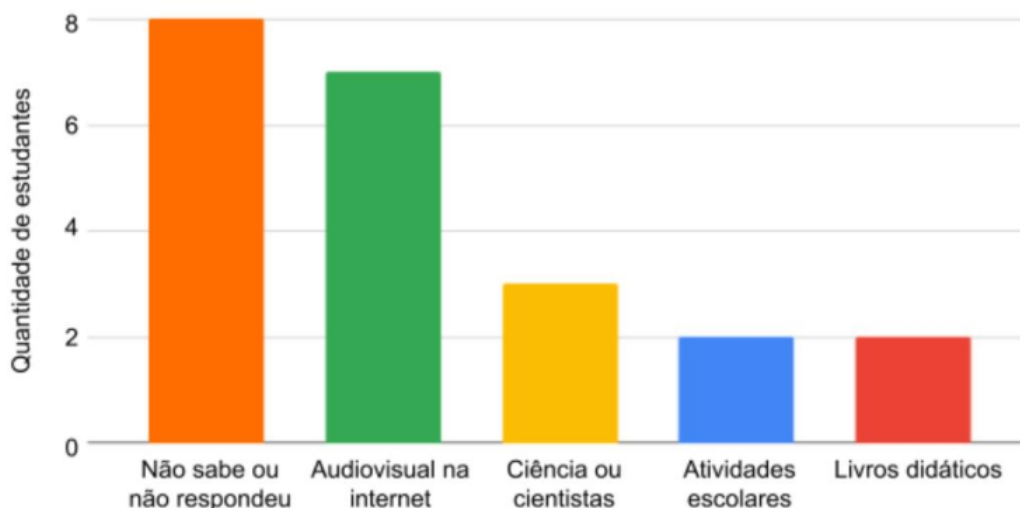
No desenvolvimento das atividades estiveram presentes, em ao menos um dos encontros, 25 estudantes. Destes, 20 realizaram a atividade diagnóstica inicial, 17 realizaram a pesquisa e 6 desenvolveram e apresentaram modelos.

Acerca dos conhecimentos prévios, 16 estudantes (80%) identificaram a Terra como uma esfera, sendo que um deles descreveu o Planeta como “uma esfera achatada nas duas pontas” e outro identificou camadas como a atmosfera, as camadas da geosfera e a hidrosfera - apesar de salientar que não tinha certeza. 2 estudantes (10%) não identificaram a forma da Terra, um estudante (5%) identificou a forma da Terra como oval e apenas um estudante identificou a Terra como plana (5%), conforme ilustrado na figura 1. Os estudantes relataram saber que a Terra tem formato esférico por imagens no google ou na internet (2), por vídeos na internet e em aplicativos (2), por imagens divulgadas pela NASA ou pelos astronautas que já viram a forma da Terra (2), de acordo com a ciência ou cientistas (2, sendo que um desses é o estudante que identificou a Terra como plana), pesquisas escolares realizadas pelo estudante (2) e por ilustrações (1). Um total de 7 estudantes relatam não saber como a Terra tem essa forma (35%) na figura 2. Quando questionados sobre quais indícios ou evidências científicas sustentam que a Terra é um planeta esférico, 40% dos estudantes alegaram não saber (8) e 15% dos estudantes não responderam (3); 2 estudantes afirmam não haver evidências científicas que corroborem a forma da Terra, enquanto 7 estudantes acreditam haver alguma evidência científica da esfericidade da Terra na figura 3.

Entre os 7 estudantes que afirmaram haver evidência da esfericidade do planeta, 3 não especificaram qual era esta evidência, enquanto os 4 demais citaram alguma possibilidade, como: “Tamanho da sombra das pessoas e objetos”; “imagens de pessoas que foram ao espaço”; “porque tem uma pessoa já viram a forma do planeta (sic)”; e fotos vistas na internet, que indicam que a Terra é redonda.

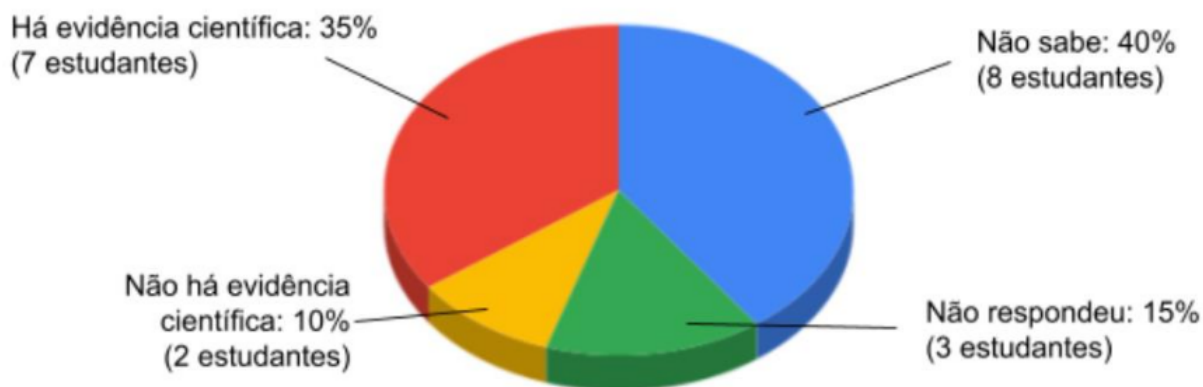
Quando questionados a respeito do terraplanismo, 18 estudantes afirmaram desconhecer (90%), enquanto 2 afirmaram conhecer (10%), conforme a figura ???. Um deles o descreve o terraplanismo como “pessoas que pensam que a Terra é plana”.

Figura 2: *Concepções dos estudantes sobre as fontes da forma da Terra.*



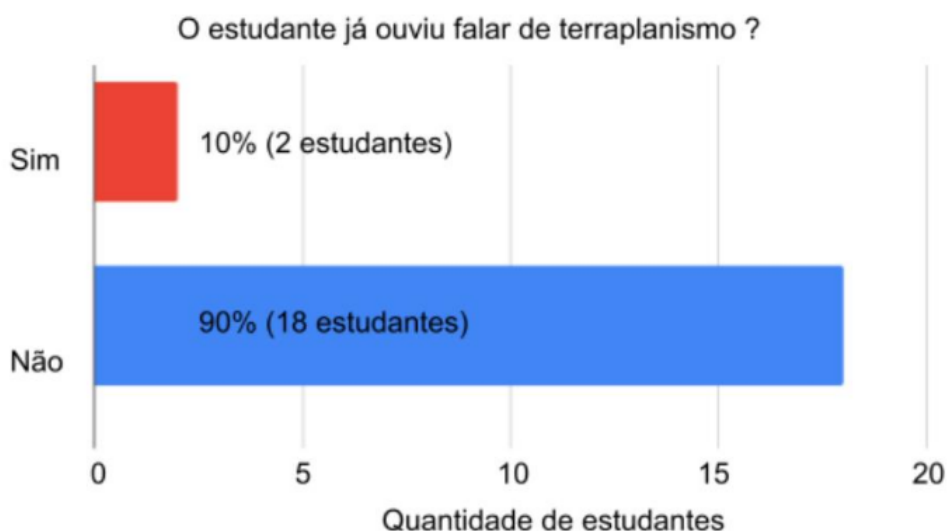
Fonte: dados da pesquisa.

Figura 3: *Quantidade de estudantes que relacionam a esfericidade da Terra a evidências científicas.*



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 4: *Conhecimento dos estudantes a respeito do terraplanismo.*



Fonte: dados da pesquisa.

Na devolução da atividade de pesquisa sobre evidências científicas, a maioria dos estudantes afirmou não ter encontrado evidências científicas e iriam devolver a atividade em branco e, por este motivo, foi dado prazo extra para todos os estudantes pesquisarem. Deste modo, a segunda aula foi dividida em 2 encontros, para permitir um retorno das evidências científicas com outra oportunidade para os estudantes realizarem pesquisas. Para auxiliar as investigações dos estudantes, as evidências demonstradas por Lang (2017) foram elencadas como dicas para realizarem a pesquisa.

Após a extensão do prazo, 9 estudantes encontraram em suas pesquisas alguma evidência da esfericidade da Terra. As evidências encontradas pelos estudantes foram separadas em categorias, conforme a tabela 6. Uma estudante reproduziu o que viu no vídeo do experimento de Eratóstenes⁶ na primeira aula, e um estudante descreveu como evidência fotos obtidas pela NASA, desenhando a Terra bidimensionalmente com a legenda "foto tirada pela naza" (sic). Entre os demais estudantes, 4 não encontraram evidências da esfericidade do Planeta e 5 não realizaram a pesquisa.

Após a devolução da pesquisa, foi proposto um debate sobre o que os estudantes entenderam da pesquisa realizada. Houve certa relutância para os estudantes compartilharem o que haviam pesquisado, então houve consenso em realizar a leitura das evidências pesquisadas e, em seguida, os estudantes teceram comentários a respeito da leitura. Sobre as evidências encontradas na tabela 1, um dos estudantes escreveu: "As grandes navegações: no século XIV Fernão de Magalhães executou a primeira circu-navegação que foi bem-sucedida. Ao seguirem sempre na mesma direção, os navios, após determinado tempo, voltavam ao ponto inicial da viagem, evidenciando o formato circular do planeta. (sic)."

⁶No vídeo exibido como contextualização, Carl Sagan explica o experimento de Eratóstenes utilizando um modelo com dois palitos colados perpendicularmente a um papel com o mapa do Egito impresso. Sagan demonstra as hipóteses levantadas por Eratóstenes sobre a forma do planeta de acordo com as sombras geradas pelos palitos.

Tabela 6: Evidências da esfericidade da Terra encontradas pelos estudantes

Evidências	Número de Respostas
Grandes navegações	1
Explorações espaciais	2
Eclipse lunar	5
Barco sumindo no horizonte	2
Sentido de rotação das estrelas	1
Sombras em gnômon	1

Fonte: dados da pesquisa.

O estudante comentou que “pra dar a volta no mundo tem que ser redondo”. Quando questionado como ele imaginaria se tentasse dar uma volta caso o planeta fosse plano, não soube responder.

Um segundo estudante trouxe como evidência “fotos tiradas da Lua” e desenhou astronautas na Lua tirando fotos da Terra. Quando questionado sobre a evidência, o estudante explica: “Eles voaram, aí quando tava no espaço eles vieram de forma diferente a Terra, tipo, aqui e aqui ela é redonda, tirando várias fotos provaram que a terra é redonda”.

Diferentes estudantes escreveram a mesma resposta: “O eclipse lunar, que é a sombra que a terra projeta sobre a lua, mostra sempre uma silhueta circular, apenas uma esfera consegue projetar sombras circulares em todas as direções”. Uma delas argumentou durante o debate que “só sendo redonda a Terra é que a sombra pode ser circular, se não fosse redonda a sombra não seria circular”.

Em seguida, foi proposto aos estudantes que fizessem um modelo didático para ilustrar as evidências que encontraram e que apresentassem para a turma, explicando por que o fenômeno ilustrado pelo modelo é uma evidência da esfericidade da Terra. Os estudantes demonstraram perplexidade, não entendendo a atividade proposta. Diante dessa dificuldade apresentada pelos estudantes, foi retomado o vídeo de Carl Sagan sobre o experimento de Eratóstenes (Quadro 5) como exemplo de modelo didático para ilustrar as observações de Eratóstenes. Neste momento, os estudantes demonstraram entender o que foi proposto, mas seguiram preocupados em como ilustrar os fenômenos. Para tanto, foi sugerido materiais que os estudantes poderiam utilizar e foram debatidas ideias de como ilustrar através dos modelos.

Um estudante sugeriu: “Eu posso usar uma garrafa como foguete mostrando eles saindo da Terra e tirando foto.”; outra estudante perguntou se poderia reproduzir o modelo utilizado por Carl Sagan no vídeo; outro estudante apresentou uma ideia de modelo com uma simulação já idealizada: “Dá pra pegar uma bola (para representar a Terra) e colocar alguma coisa como se fosse o barco e fazer ele sumindo, porque ele some primeiro a parte de baixo, que fica escondida”.

Dentre os estudantes que realizaram a pesquisa e encontraram evidências da esfericidade da Terra, 6 estudantes apresentaram para a turma em forma de modelo a evidência que encontraram figuras 1,2,3.

Os modelos apresentados e as explicações dos estudantes para os fenômenos ilustrados

por cada modelo didático estão descritos na tabela 7.

Tabela 7: Síntese dos modelos apresentados pelos estudantes

Evidências	Forma que o modelo foi construído	Explicação do estudante sintetizada
Sombras em diferentes latitudes.	Palitos colados perpendicularmente a uma folha de papel.	Objetos em latitudes diferentes produzem sombras de tamanhos diferentes em um mesmo horário do dia por conta do ângulo de incidência do Sol causado pela esfericidade da Terra.
Navios sumindo no horizonte.	Barco de papel colado em bola de basquete.	Os navios desaparecem “afundando” no horizonte porque a borda da Terra vai encobrindo o ângulo de visão.
Sombras de eclipses lunares.	Lanterna fazendo sombra em um objeto esférico (bola) e em um objeto circular plano (CD)	Apenas objetos esféricos são capazes de produzir sombras circulares ou semicirculares sempre. Objetos circulares não esféricos fazem sombra circular em apenas um ângulo.
Constelações com diferentes estrelas nos hemisférios.	Mapa das estrelas nos diferentes hemisférios extraídos de uma carta celeste ⁷ . O estudante identifica estrelas e constelações que aparecem em apenas um dos hemisférios.	Algumas estrelas e constelações são visíveis apenas de um dos hemisférios por conta da esfericidade da Terra.

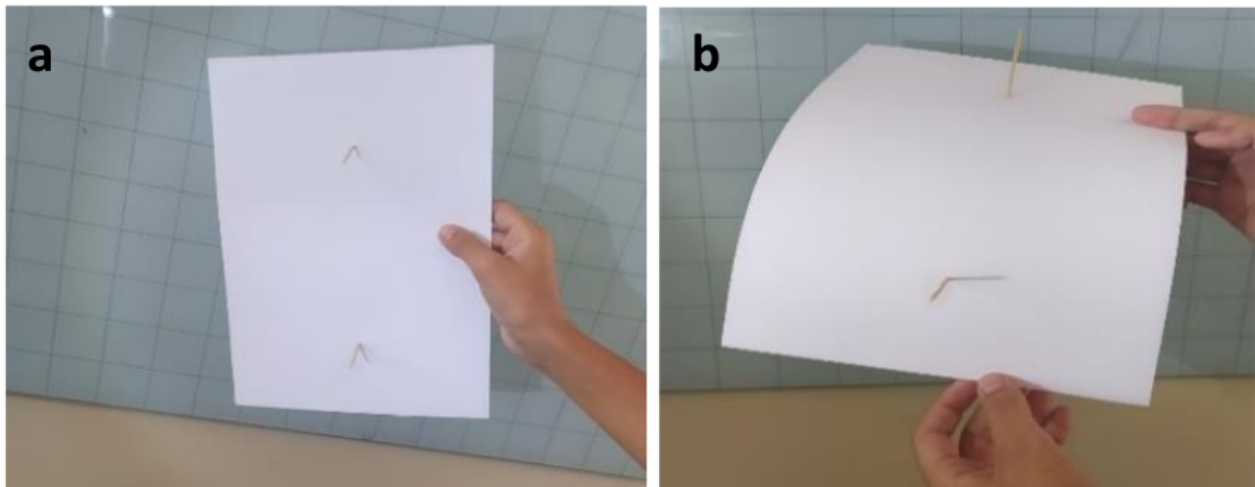
Fonte: dados da pesquisa.

Duas estudantes replicaram o modelo utilizado por Carl Sagan no vídeo para ilustrar o experimento de Eratóstenes. Elas fixaram dois palitos de dentes em uma folha de papel canson e projetaram diferentes sombras sobre o papel, utilizando uma lanterna (figuras 5a e 5b). A folha foi flexionada para demonstrar as diferentes sombras produzidas, com a flexão da folha representando a curvatura da Terra. As estudantes demonstraram que em um modelo plano as sombras produzidas pelos palitos de mesmo tamanho quando iluminadas por uma fonte de luz produzem sombras de tamanhos iguais (figura 5a), enquanto quando os palitos de mesmo tamanho, quando em um modelo com curvatura, produzem sombras de tamanhos diferentes e que a diferença de tamanho das sombras é proporcional à curvatura simulada (figura 5b).

Uma das estudantes deixou claro ser uma reprodução do que assistiram no vídeo em uma das falas “Ele falou que se a terra fosse plana as sombras iam ser iguais, mas se a terra fosse redonda a sombras iam ser diferentes, iam ser de tamanhos diferentes.”

Para ilustrar os navios sumindo no horizonte, 3 estudantes utilizaram uma bola de basquete para ilustrar a Terra com um barco de papel colado (figura 5a e 5b). Os estudantes giraram a bola para ilustrar o barco se distanciando do observador, indo na direção do

Figura 5: Demonstração do experimento de Eratóstenes com papel canson e palitos de dente.

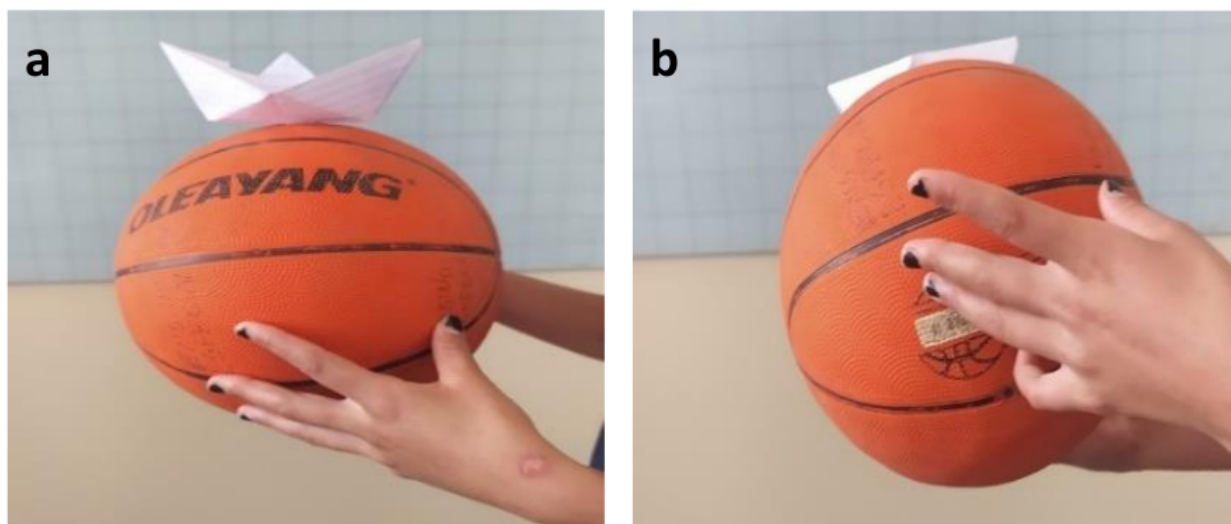


Fonte: dados da pesquisa.

horizonte e sumindo, mostrando que o barco é escondido pela curvatura da Terra (figura 5b). Um dos estudantes explica: “sumia primeiro o casco, aí... é... ia desaparecendo e se ela fosse plana dava pra ver todo o trajeto do barco”, e a outra estudante complementa “ele vai sumindo primeiro por baixo e depois a parte de cima, até sumir todo”.

Os estudantes são questionados como esperavam que acontecesse tal fenômeno caso a Terra fosse plana. O primeiro estudante responde: “ia sumindo aos poucos”, e a segunda estudante complementa: “nós íamos ver o barco do mesmo jeito, ele todinho, ia ficando pequeno, só que a Terra sendo redonda vai escondendo a parte de baixo dele.”

Figura 6: Demonstração de navios sumindo no horizonte.



Fonte: dados da pesquisa.

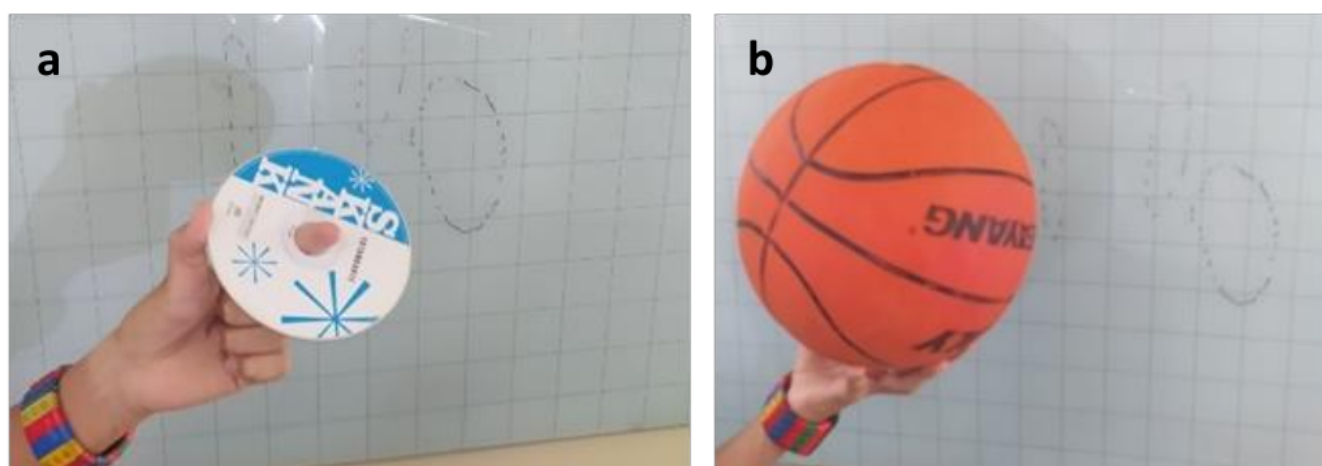
Para ilustrar as sombras produzidas nos eclipses lunares, uma estudante utilizou uma bola de basquete e um CD como exemplos de objeto esférico e circular não esférico,

respectivamente, e uma lanterna para projetar sombras com esses objetos (figuras 6a e 6b).

A estudante começou com a bola, representando a Terra, afirmando que as sombras projetadas por um objeto esférico seriam sempre circulares (figura 6a). A estudante foi questionada se todas as sombras geradas pelo objeto esférico seriam circulares, e respondeu que: “Não, elas são círculo, ou círculo e meio (semicírculo) ou uma parte do círculo”, referindo-se às formas das sombras que a Terra projeta na Lua em um eclipse lunar.

Com a ajuda de colegas, a estudante apontou a lanterna para a bola e produziu uma sombra circular e a girou em diferentes direções para mostrar que em todas as direções produziria sombras circulares (figura 7b). A estudante refez o experimento utilizando um CD ao invés da bola, e mostrou que é possível obter uma forma circular: “assim a sombra é um círculo, mas assim não é mais”, ao mover o CD de diferentes formas e modificar a sombra, mostrando outras na projeção de sombra diferentes do círculo figura 7a).

Figura 7: Demonstração de formas de sombra com um objeto circular bidimensional (CD) e um objeto esférico (bola).



Fonte: dados da pesquisa.

Por fim, o estudante que havia sugerido representar missões espaciais fotografando a Terra do espaço alterou sua representação para as diferentes constelações que se apresentam no céu nos diferentes hemisférios.

O estudante utilizou a bola de basquete para representar a Terra e usou uma das marcações como paralelo do Equador. Representou um observador no hemisfério Sul e outro no hemisfério Norte e justificou que a curvatura da Terra impediria quem está em um hemisfério de ver as estrelas do outro: “quem está aqui em cima (hemisfério Norte) não consegue ver as estrelas daqui de baixo (hemisfério Sul) por causa dessa parte aqui (região Equatorial)”.

Quando questionado sobre como ele esperava que fosse caso a Terra fosse plana, o estudante respondeu que “se fosse plana todos poderiam ver as mesmas estrelas, sem diferença de Norte e Sul”. Para auxiliar o estudante, foram impressos os mapas do hemisfério Norte celeste e do hemisfério Sul celeste para mostrar as diferentes estrelas em cada hemisfério. O estudante notou constelações características de cada hemisfério.

VI. ANÁLISE DOS DADOS

A adoção do ensino remoto emergencial como forma de mitigar os efeitos da pandemia sobre a educação evidenciou a grande desigualdade entre o ensino público e privado. No caso específico da rede pública, os estudantes sem acesso às tecnologias digitais de informação e comunicação foram os mais afetados por essa exclusão (CUNHA et al., 2020; SALDANHA, 2020).

Para além da falta de acesso aos recursos emergenciais para permitir a educação remota, a limitação da interação entre estudantes e estudante-professor foi bastante prejudicada, sobretudo aos estudantes sem acesso às tecnologias (CUNHA et al., 2020), que só (e quando) dispunham de formas assíncronas de interação com o professor, sem interação com os colegas. Carvalho (2018) demonstra a importância dessa interação para o aprendizado nas aulas de ciências, sobretudo na abordagem investigativa. Desse modo, deve-se considerar essa drástica diminuição de interação durante um ano letivo e meio, resultando em profundos impactos na aprendizagem desses estudantes.

O conhecimento da esfericidade da Terra por parte dos estudantes era esperado (Gráfico 1), visto que tanto a BNCC quanto o Currículo em Movimento do Distrito Federal prevêem o estudo da esfericidade da Terra no 3º ano do ensino fundamental (BRASIL, 2018, p. 337; 345; DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 218; 239-240), etapa em que os participantes devem ter cursado, no mínimo, em 2018. Tal conhecimento é demonstrado pelas falas de que o planeta tem “forma de bola” e que é “achatado nos pólos”, além de ser uma possível área de interesse dos estudantes (REIS e LÜDKE, 2019).

Por outro lado, parte dos estudantes (65%) demonstraram não conhecer as evidências da esfericidade da Terra (gráfico 3) e se informar por audiovisual na internet (gráfico 2), incluindo vídeos no Youtube. Silva et al. (2021), em pesquisa acerca do uso do Youtube por estudantes do ensino fundamental, encontraram, entre outros dados, que

47% (N=80) dos estudantes respondentes falam gírias e expressões que seus Youtubers utilizam, 51% (N=83) usa ou usou algum produto ou marca indicadas pelos Youtubers, 64% (N=103) já reproduziu algo que viu nos vídeos, 50% (N= 80) se identificam com os Youtubers que seguem. Esses dados revelam certo nível de influência em relação ao sonho de se transformarem em Youtubers, no modo de falar e agir, na utilização de objetos como roupas e livros semelhantes aos influenciadores (SILVA et al., 2021, p. 32).

É perceptível a influência que o Youtuber tem sobre o adolescente em idade do ensino fundamental. A forma como o Youtube recomenda conteúdos também tem uma parcela significativa: 70% do conteúdo consumido no Youtube é baseado em conteúdo recomendado (FADDOUL et al., 2020). A este fato, soma-se o estudo de Albuquerque e Quinan (2019), que, ao analisar o canal do “professor terra plana”, identifica a disseminação de discurso anti-ciência por esse canal e outros recomendados por esse, e a própria capilaridade do Youtube como instrumento de disseminação do terraplanismo.

O Youtube está limitando a recomendação de vídeos com conteúdo desinformativo 8 — entre eles o terraplanismo. Faddoul et al. (2020) registraram a diminuição de recomendações

de vídeos conspiratórios pelo algoritmo do Youtube. Por outro lado, Albuquerque e Quinan (2019) demonstram não haver qualquer tipo de interferência do Youtube acerca das informações veiculadas no canal “professor terra plana”, com o canal permanecendo intacto tanto em alcance quanto em conteúdo, inclusive no período de desenvolvimento desta pesquisa.

Caso um estudante em idade escolar tenha contato com conteúdo terraplanistas sem um contraponto científico, há, portanto, a possibilidade de se apropriar desse discurso e esse tipo de conteúdo continuar sendo recomendado, conforme notado por Faddoul et al. (2020). Por outro lado, Bonfim e Garcia (2021) demonstram que a quantidade de conteúdo no Youtube relacionado ao terraplanismo é predominantemente voltado a sua desconstrução, apesar disto, os autores criticam a abordagem destes conteúdos, ao tratar o terraplanismo com status de teoria, dando-lhe caráter científico, e a forma sarcástica que os comunicadores o tratam. Reis e Lüdke (2019), ao pesquisarem temas de interesse de estudantes de ensino fundamental em astronomia, encontraram que, apesar da astronomia ser um interesse dos estudantes, a forma da Terra é um tema de pouco interesse entre estudantes do 6º ano.

Em nosso estudo, nota-se que maioria absoluta dos estudantes desconhece o terraplanismo (90%). A obtenção de dados sobre o uso de redes sociais pelos estudantes seria importante, considerando que as redes sociais são utilizadas como meio de propagação do Terraplanismo (ALBUQUERQUE e QUINAN, 2019).

Vale ressaltar que 60% dos estudantes que participaram totalmente das atividades propostas realizaram atividades remotas por meio impresso durante o período de suspensão das aulas, de março de 2020 a agosto de 2021. As atividades remotas em formato impresso eram uma alternativa para os estudantes que não possuíam aparelho para acessar o ambiente virtual de aprendizagem e/ou acesso à internet. Rosa et al. (2018), ao investigarem as fontes de informação que os estudantes mais consideram, encontraram que, assim como nesta pesquisa, a maioria dos estudantes reconhecem a Terra como uma esfera (gráfico 1). Segundo os autores, os estudantes dão maior peso ao conhecimento apresentado pelo professor e pelo livro didático, porém os livros abordam de forma rasa a temática da forma da Terra e suas evidências (ROSA et al., 2018), há de se considerar ainda que no contexto desta pesquisa os estudantes estavam sem acesso ao livro didático. Conforme os dados do gráfico 2, a principal fonte de informação indicada pelos estudantes foi a internet.

A proposta para os estudantes pesquisarem as evidências científicas se mostrou inicialmente um obstáculo. Por um lado, buscou-se explorar a liberdade intelectual (CARVALHO, 2018) e dar autonomia aos estudantes, mas, por outro, se esbarrou na dificuldade dos estudantes em buscarem essas evidências e na falta de interação para trocarem informações fora dos momentos de debate, demonstrando a falta de contato da turma com atividades de ensino-aprendizagem anteriores relacionadas ao ensino por investigação.

Uma possibilidade é substituir o momento de busca independente por informações por uma busca guiada, trazendo para os estudantes textos pré-selecionados em uma abordagem não-experimental (CARVALHO, 2013), abordagem que pode se mostrar mais adequada ao 6º ano. Sendo assim, foram apresentadas as evidências elencadas por Lang (2017) na forma de dicas, diminuindo a complexidade da investigação, sem retirar o caráter investigativo da atividade.

Ao propor uma referência aos estudantes, é preciso ter cuidado com a complexidade

do material proposto, de forma que seja “intrigante para buscar a atenção dos alunos, de fácil manejo para que eles possam manipular e chegar a uma solução sem se cansarem” (CARVALHO, 2013). Faz-se necessário organizar o material para que ele seja bem fundamentado, para que os estudantes possam resolver o problema da investigação de evidências da esfericidade da Terra sem que se percam (CARVALHO, 2013).

Carvalho (2018), ao comparar a aplicação de sequências de ensino investigativas em turmas do ensino fundamental I e do ensino médio, conclui que a maior interação entre o professor do ensino fundamental I com os estudantes, devido ao maior tempo de contato em sala de aula é um dos fatores que facilita essa liberdade intelectual dos estudantes e favorece a atividade investigativa.

Um dos obstáculos encontrados durante a realização das atividades foi a falta de interação entre estudantes e entre estudantes-professor, devido ao recente retorno das atividades presenciais. Carvalho (2018) aponta essas interações como base para alcançar a liberdade intelectual, que é essencial para o bom desenvolvimento da atividade investigativa.

A falta de interação com os estudantes é apenas uma das consequências advindas do ensino remoto (CUNHA et al., 2020; SALDANHA, 2020). A aplicação das atividades da sequência didática depois de um maior tempo de interação entre os estudantes e com o professor de Ciências seria uma alternativa para trazer resultados mais expressivos quanto à participação dos estudantes e maior envolvimento no processo investigativo.

A dificuldade dos estudantes em compreender as orientações para a realização do modelo didático e a insegurança em produzi-los pode ter origem nessa conjuntura de falta de interação entre os estudantes e estudantes-professor, o recente retorno das atividades com o início do semestre letivo e de uma possível inadequação da abordagem escolhida.

A produção de modelos didáticos se mostra uma abordagem experimental (CARVALHO, 2013), que poderia ser substituída como forma de levantamento de informações e expressão de ideias e levantamento de hipóteses (MUNFORD e LIMA, 2007) por uma abordagem de demonstração investigativa — em que as ações são realizadas pelo professor, ou um problema não experimental — baseado em análises de figuras, notícias, textos e reportagens (CARVALHO, 2013).

Uma outra possibilidade é uma forma híbrida entre essas duas abordagens, mesclando a demonstração das evidências da esfericidade da Terra pelo professor utilizando-se modelos didáticos com a leitura de textos e análise de imagens que abordam a forma da Terra e o terraplanismo, possibilidade esta que se abre para um novo estudo da análise da forma da Terra através do ensino por investigação com procedimentos diferenciados dos utilizados nesta pesquisa.

Ademais, apesar das dificuldades apresentadas pelos estudantes, os que efetivamente participaram de todas as atividades conseguiram encontrar e demonstrar evidências da forma da Terra, respondendo à questão proposta na investigação. O conhecimento destas evidências, aliado ao conhecimento prévio da esfericidade da Terra, dá suporte ao estudo de outros fenômenos e temas de interesse dos estudantes (BONFIM e GARCIA, 2021; REIS e LÜDKE, 2019).

Por fim, espera-se que, para além do conhecimento da forma geóide da Terra, os estudantes levem consigo o conhecimento de que esta forma é fundamentada em evidências científicas e que estas evidências até aqui conhecidas não dão margem a interpretações

conspiratórias, conhecimentos desenvolvidos e demonstrados a partir da demonstração dessas evidências a partir da apresentação dos modelos construídos pelos estudantes.

Ao apresentar seus modelos didáticos, os estudantes conseguiram levantar argumentos a respeito das evidências da esfericidade da Terra e compará-los com ideias terraplanistas, desconstruindo-as. Em sua prática social final, os estudantes foram capazes de extrapolar o tema investigado nesta pesquisa, investigando outros temas de ordem negacionista, conspiratória ou anticientífica, de forma a identificar e desconstruir essas formas de negação da ciência que trazem prejuízos à sociedade.

VII. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ambiente de incertezas oriundo da Pandemia Covid-19 propiciou maior disseminação das narrativas conspiratórias e negacionistas, já instaladas previamente nas mídias sociais, e acentuou a desigualdade na educação no país. Nesse contexto de pós-verdades e teorias conspiratórias, o ensino de ciências deve desconstruir a desinformação e a disseminação do negacionismo científico, cabendo ao professor desenvolver práticas didáticas que possibilitem o estudante aprender a identificar ideias negacionistas a partir de uma análise crítica embasada em conhecimentos científicos.

O ensino de ciências por investigação é uma importante metodologia para investigar conhecimentos científicos e as evidências que os sedimentam — como a forma geóide do planeta e suas evidências — e confrontá-los com fenômenos negacionistas. Dessa forma, a pesquisa teve como foco a investigação das evidências científicas da forma geóide do planeta por meio de uma sequência de ensino investigativo com o uso de modelos didáticos para a verificação e discussão das evidências encontradas.

A sequência didática baseou-se em: primeiro, levantar os conhecimentos prévios dos estudantes e, em seguida, uma aula expositiva-dialogada sobre a temática e pesquisa das evidências da esfericidade da Terra; segundo, discussão das evidências científicas encontradas e construção de um modelo didático de uma evidência, e finalmente a apresentação do modelo didático e uma ampla discussão sobre as evidências em comparação com as ideias terraplanistas.

Embora a maior parte dos estudantes (80%) considere o formato esférico da Terra, a grande maioria não conseguiu justificá-la (65%). Como a turma não se encontra acostumada a momentos investigativos, foi possível compreender alguns desafios na aplicação da sequência investigativa, dos quais se pode destacar a dificuldade dos estudantes em socializar ideias sobre as evidências pesquisadas e a elaboração do modelo didático nas primeiras aulas. Apesar das limitações decorrentes da pandemia no contexto escolar, como a pouca interação professor-aluno e aluno-aluno, os estudantes que participaram da sequência investigativa e elaboraram os modelos sobre as evidências científicas foram capazes de identificar as falhas científicas do movimento terraplanista.

Em sua prática social final, espera-se que os estudantes sejam capazes de identificar e desconstruir o terraplanismo e outros negacionismos científicos que podem trazer sérios danos à sociedade, investigando e analisando criticamente as evidências que embasam fenômenos e conhecimentos. Deste modo, a sequência de ensino investigativa sobre a forma da Terra atingiu os objetivos propostos satisfatoriamente, mobilizando os conceitos prévios

dos estudantes acerca das evidências da Terra com as evidências científicas e contribuindo como uma alternativa viável de ensino investigativo de ciências nos anos finais do ensino fundamental.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Afonso de; QUINAN, Rodrigo. Crise epistemológica e teorias da conspiração: o discurso anti-ciência do canal “professor terra plana”. *Revista Mídia e Cotidiano*, v. 13, nº 3, p. 83-104, dez. 2019.

BERTOTTI, Thalyta Gonçalves. Como lidar com a popularização do terraplanismo? Uma proposta a partir da filosofia da ciência de Susan Haack. *Revista Eletrônica de Filosofia*, v. 17, nº 2, p.196-207, 2020.

BONFIM, Carolina Santos; GARCIA, Pedro Maciel de Paula. Investigando a “Terra plana” no YouTube: contribuições para o ensino de Ciências. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 12, nº 3, abril - junho, 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: *Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula*. Ana Maria Pessoa de Carvalho (org.). São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CATARINO, Giselle Faur de Castro; REIS, José Cláudio de Oliveira. A pesquisa em ensino de ciências e a educação científica em tempos de pandemia: reflexões sobre natureza da ciência e interdisciplinaridade. *Ciência Educação, Bauru*, v. 27, e21033, 2021

CHRISPINO, Alvaro; BRAÑAS DE MELO, Thiago; BENGIO DE ALBUQUERQUE, Márcia. O crescimento da anticiência na Pandemia: Um quadro de luz e sombra. *Educación Química*, número especial, 2020.

COELHO, Leandro Jorge; LIPORINI, Thalita Quatrocchio; PRESSATO, Daiany. A importância do ensino de ciências no contexto da pandemia no Brasil: proposições fundamentadas na pedagogia histórico-crítica. *Momento: diálogos em educação*, EISSN 2316-3100, v. 30, n. 01, p.147-172, jan/abr, 2021.

CUNHA, Leandro Ferreira Farias da; SILVA, Alcineia de Souza; SILVA, Aurênio Pereira da. O ensino remoto no Brasil em tempos de pandemia: diálogos acerca da qualidade e do

direito e acesso à educação. *Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal*, Brasília, v. 7, n. 3, p. 27-37, ago. 2020.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. Currículo em Movimento do Distrito Federal: Ensino Fundamental anos iniciais - anos finais, 2018.

FADDOUL, Marc; CHASLOT, Guillaume; FARID, Hany. A Longitudinal Analysis of YouTube's Promotion of Conspiracy Videos. *CoRRabs/2003.03318*. 2020.

GASPARIN, João Luiz; PETENUCCI, Maria Cristina. *Pedagogia Histórico-Crítica: da teoria à prática no contexto escolar*. Paraná: 2008. Disponível em <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/8.pdf>. Acesso em: 29 de maio de 2021.

JUSTINA, Lourdes Aparecida Della; FERLA, Márcio Ricardo. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética – exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. *Arquivo Mudi*, v. 10, n° 2, p. 35-40, 2006.

LANG, Fernando da Silveira. Sobre a forma da Terra. *Física na Escola*. v. 15, p. 4-14, 2017.

MARTINS, Roberto de Andrade. O pensamento científico moderno e a origem do mundo. In: *O universo: teorias sobre sua origem e evolução*. São Paulo: Moderna, 1994. Disponível em: < <http://www.ghc.usp.br/Universo/cap06.html> >. Acesso em 10 de outubro de 2021.

MARTINS, André Ferrer Pinto. Terraplanismo, LudwickFleck e o mito de Prometeu. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 37, n. 3, p. 1993-1216, dez. 2020.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)*, Belo Horizonte , v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

PIETROCOLA, Maurício. Construção e realidade: O realismo científico de Mário Bunge e o Ensino de Ciências através de modelos. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 4 (3), p. 213-227, 1999.

REIS, Michele Tamara; LÜDKE, Everton. Levantamento de interesses dos estudantes sobre astronomia: um olhar sobre as orientações para o currículo de ciências nos anos finais do ensino fundamental. *Vivências*, v. 15, n° 28, p. 152-164, 2019.

ROSA, Cleci Werner da; DARROZ, Luiz Marcelo; TYBURSKI, Leticia. A forma da Terra no ensino fundamental: a qual fonte de informação os alunos outorgam maior autoridade epistêmica? *Revista Thema*, v. 15, n° 3, p. 1019-1033, 2018.

SALDANHA, Luís Cláudio Dallier. O discurso do ensino remoto durante a pandemia de Covid-19. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*. v. 17, n. 50, p. 124-144, 2020.

SILVA, Fernando Siqueira da; CATELLI, Francisco. Os modelos no Ensino de Ciências: Reações de estudantes ao utilizar um objeto-modelo mecânico concreto analógico didático (OMMCAD). *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 42, 2020.

SILVA, Karine Matos Mota da; CUNHA, Tereza Cláudia de Oliveira, SANTOS, Shayane Ferreira dos. A relação entre os estudantes dos anos finais do ensino fundamental e os Youtubers. *Perspectivas Online: Humanas & Sociais Aplicadas*, v. 11, n. 30, p. 17-37, 2021.



PERCURSO INVESTIGATIVO SOBRE NOTÍCIAS FALSAS DA INGESTÃO DE SUBSTÂNCIAS ÁCIDAS E BÁSICAS CONTRA O CORONAVÍRUS (COVID-19) COM ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO

INVESTIGATIVE TEACHING ABOUT FAKE NEWS ON ACID AND BASIC SUBSTANCES AGAINST CORONAVIRUS (COVID-19) WITH HIGH SCHOOL STUDENTS

FERNANDA ALVES DA SILVA¹, DARLAN QUINTA DE BRITO¹, ROBERTO VINÍCIOS LESSA DO COUTO¹, ALICE MELO RIBEIRO²

¹Curso de Especialização lato sensu em Ensino de Ciências – Ciência é Dez!, Universidade de Brasília

²Instituto de Biologia, Universidade de Brasília

Resumo

O uso de atividades experimentais investigativas possibilita que os alunos se apropriem na prática os conceitos que aprendem na teoria. O objetivo desse trabalho foi compreender como o processo investigativo pode atuar no questionamento de informações falsas (fake news) disseminadas pelas redes sociais. Para realização do presente artigo, realizou-se uma pesquisa com abordagem quali-quantitativa, e classificada quanto aos objetivos como uma pesquisa descritiva. A sequência didática consistiu na realização de experimentos de baixo custo. Em sala de aula, a professora utilizou um repolho roxo para extração de antocianinas, utilizada para identificar a basicidade e acidez de substâncias. Ao término do experimento, os dados foram passados para uma tabela de controle. Após a análise dos dados gerados e da tabela de controle, os alunos analisaram algumas receitas caseiras para a Covid-19 compartilhadas em redes sociais, constatou-se que os dados obtidos estavam em divergência ao da pesquisa. A sequência investigativa proposta alcançou os seus objetivos e possibilitou aos alunos identificarem as fake news, baseadas em evidências científicas sobre ácidos e bases. Espera-se, portanto que eles sejam capazes de desconstruir fake news em outras situações, por meio de uma análise crítica das evidências que embasam fenômenos.

Palavras-chave: Atividades Investigativas. Fake News. Coronavírus. pH. Alfabetização científica.

Abstract

The use of investigative experimental activities makes it possible for students to appropriate in practice the concepts they learn in theory. The objective of this work was to understand how the investigative process can act in the questioning of false information (fake news) disseminated by social networks. In order to carry out this article, a qualitative-quantitative research was carried out, and classified according to the objectives as a descriptive research. The didactic sequence consisted of carrying out low-cost experiments. In the classroom, the teacher used a red cabbage to extract anthocyanins, used to identify the basicity and acidity of substances. At the end of the experiment, the data were transferred to a control table. After analyzing the generated data and the control table, the students analyzed some homemade recipes for Covid-19 shared on social networks, it was found that the data obtained were in disagreement with the research. The proposed investigative sequence achieved its objectives and enabled students to identify fake news, based on scientific evidence about acids and bases. It is therefore expected that they will be able to deconstruct fake news in other situations, through a critical analysis of the evidence that underlies phenomena.

Investigative Activities. Fake News. Coronavirus. pH. Scientific literacy.

I. INTRODUÇÃO

O ensino de ciências torna-se cada vez mais obsoleto, devido à monotonia que alguns professores tratam essa disciplina, tornando-a não atrativa aos alunos e desconsiderando a sua importância à sociedade. O ensino de ciências significativo possibilita que os alunos sejam investigativos e críticos perante a situações que lhes são impostas no dia a dia (SEREIA; PIRANHA, 2010; CARVALHO, 2018).

A prática investigativa é uma atividade de elevada importância para o desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem na disciplina de ciências, pois desenvolve nos alunos o senso de investigação científica, desenvolvendo habilidades e competências cognitivas que lhes auxiliarão no cotidiano durante o decorrer de suas vidas (SEREIA; PIRANHA, 2010; MUNFORD e LIMA, 2007).

Com o desenvolvimento das habilidades cognitivas de investigação, os alunos passam a ter um pensamento mais ativo, contribuindo para o desenvolvimento da aula. Eles adquirem mais interesse pelos conteúdos que estão sendo propostos e começam a criar hipóteses sobre o que está sendo retratado, possibilitando uma reflexão da problemática apresentada durante as aulas, por meio do pensamento crítico e do aprimoramento dos conhecimentos prévios (SEREIA; PIRANHA, 2010).

O uso de metodologias investigativas auxilia os alunos a expandirem o senso crítico investigativo e o desenvolvimento integral do aluno (ZOMPERO, LABURÚ, 2016). O ano de 2020 foi um ano atípico que gerou grande preocupação à população mundial, quando assolada por uma doença até então desconhecida, causada por um vírus contagioso e de rápida propagação, a Covid-19 (BRASIL, 2020).

Além dos inúmeros impactos socioeconômicos causados pela pandemia, a divulgação de uma grande quantidade de informações falsas sobre a doença e notícias tendenciosas

divulgadas pelas mídias sociais gerou diversas incertezas e abriu espaço para o processo de achismo, onde as pessoas atuam como receptores de informações, processando-as como acham que deve ser e criando notícias falsas, por sua vez repassadas com grande rapidez nos meios de comunicação, em especial nas redes sociais como: Facebook, WhatsApp e Instagram (KOHN; MORAES, 2007; FERREIRA, 2011; PALFREY; GASSER, 2011).

Com o desenvolvimento das novas tecnologias na era digital, as redes sociais tornaram o processo de aquisição de informações cada vez mais fácil, pois atualmente as pessoas têm acesso a informações através de um click, tendo acesso rápido a informações verdadeiras e falsas (KOHN; MORAES, 2007; VIEIRA, 2012).

Devido à quantidade de informações disponibilizadas no meio digital, tem-se a importância do desenvolvimento de atividades investigativas que contribuam para o desenvolvimento integral dos alunos, através do pensamento crítico, que possa auxiliá-los no questionamento de informações compartilhadas.

Para tanto, a presente pesquisa fundamentou-se a partir da problemática a seguir: Como as atividades investigativas podem contribuir para o desenvolvimento crítico do indivíduo? Como essa atividade pode contribuir para que os alunos refutem fake News no período de pandemia?

Mediante a esse questionamento, o presente estudo pretende compreender como o processo investigativo pode atuar no questionamento de informações falsas que estão sendo disseminadas pelas redes sociais.

Além de desenvolver meios que sustentem a ideia central, o estudo pretende: I) Compreender o que são atividades investigativas; II) Compreender como as atividades investigativas atuam na formação de indivíduo crítico e ativo; III) Analisar a importância da pesquisa investigativa como método atuante para confrontar as Fakes News; IV) Conceituar ácidos e bases de acordo com a idealização de Arrhenius.

Assim, o presente artigo se justifica pela importância de estimular o pensamento investigativo dos estudantes, uma vez que eles aprendam a pesquisar por informações que confirmar ou refutem as notícias divulgadas pelas redes sociais. Na sequência didática investigativa, os alunos poderão compreender que alguns compostos naturais podem utilizados como indicadores naturais de ácidos e bases e que, portanto, podem ser usados para a realização de uma investigação científica.

II. OS DESAFIOS ENCONTRADOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA ATUALIDADE

O processo de ensino aprendizagem na maioria das escolas encontra-se cada vez mais monótono, ou seja, o professor se encontra engessado e continua utilizando o mesmo método de ensino sem qualquer atualização quanto às diferentes formas de se ensinar e aprender (FREIRE, 2010).

Os desafios educacionais para consolidar o processo de ensino significativo estão ligados diretamente à desvalorização dos profissionais da educação, à falta de recursos destinados à área educacional, à falta de interesse por parte dos educandos, aumento dos índices de evasão escolar devido à vulnerabilidade social dos alunos, bem como a o número elevado de alunos por turma (PRADO; SILVEIRA, 2014).

Além disso, a falta de estímulos e o excesso de trabalho docente fazem com que métodos

de ensino aprendizagem tradicionais sejam comumente usados: os professores passam a reproduzir o que lhes é ofertado pelo livro didático, aplicando uma série de exercícios. Essas metodologias tornam as aulas obsoletas e ultrapassadas, sem que haja alguma forma de atratividade por parte do que lhes é fornecido (PRADO; SILVEIRA, 2014).

O processo de ensino aprendizagem vai além dos conteúdos que são repassados na sala de aula, e o professor deve ter a capacidade de trabalhar, além do ensino, valores. Para isso, ele deve ter a capacidade de conciliar o conteúdo estudado com a realidade do estudante e criar um ambiente educativo que instigue os alunos a desenvolverem um pensamento crítico e reflexivo (VEIGA, 2006).

Para que o processo de ensino seja significativo, a realização de aulas atrativas com metodologias ativas que contemplem o trabalho investigativo, que estimulem os alunos a desenvolverem o pensamento investigativo, e provocativo, devem ser (MAIA; SILVA, 2018).

Para que o aluno possa aprender, ele tem que compreender todos os processos que cercam o ensino, refletindo sobre a aplicação de tudo que lhe é ensinado, de modo que fique interessante e possa contribuir para a sua formação, e o professor, como mediador, tem o papel de ensinar os diversos tipos de conteúdo que objetivam uma aprendizagem significativa (CASTANHO, 2006).

A sala de aula é um ambiente diversificado e, por isso, deve ser tratada como um ambiente dinâmico e interativo que possa aproximar alunos e professores da sociedade, trazendo métodos de ensino práticos e inovadores que auxiliem no processo de obtenção de conhecimento (MARTINS, 2006).

II.1. A utilização de metodologias investigativas no processo de ensino

A escola possui um papel fundamental no desenvolvimento integral do aluno, auxiliando-os a compreender as informações e saberes da sociedade e incorporando-os ao meio científico através do uso de metodologias práticas e investigativas (MATOS; MORAIS, 2004; COSTA, 2020). Pelas práticas investigativas, o educando começa o seu processo de formação da autonomia e de desenvolvimento do pensamento crítico, e buscam o conhecimento pela curiosidade, estimulando a buscar respostas, ter iniciativa e elaborar suas próprias respostas, que são fundamentais para o desenvolvimento das conclusões, e elaboração de ideias úteis no dia a dia (MATOS; MORAIS, 2004; COSTA, 2020).

Devido ao papel que a escola tem na vida dos alunos, é necessária uma formação mais ampla em relação às vivências dos alunos, um dos pontos-chaves defendidos pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é a transformação social do aluno através da unificação curricular, que oportuniza os educandos a observarem mais, a buscarem conhecimento e aprendizagem incentivando-os a aprender a vivenciar e saber lidar com as experiências vividas (BRASIL, 2017; COSTA, 2020).

Segundo Boneti (2014), as atividades investigativas são aquelas que contemplam a introdução de situações-problema e a interpretação da experimentação que levem os alunos a refletir e desenvolver seus conhecimentos através da realização de atividades que contemplem o caráter experimental ou não.

Uma atividade investigativa deve contemplar as seguintes características: engajamento dos alunos durante a realização das atividades propostas, a análise do conteúdo para a

realização do levantamento de hipóteses, onde nota-se o conhecimento prévio dos alunos, a busca por informações, tanto pela realização de experimentos, quanto pela realização da pesquisa documental bibliográfica, que os auxiliam na resolução de problemas (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

A sala de aula funciona como um dos principais pilares de informações compartilhadas, que são provenientes das vivências dos alunos e de sua família através da explanação do conhecimento popular. Sabe-se a necessidade da introdução do conhecimento científico no cotidiano dos alunos, e uma forma metodológica de se inserir esse tipo de conhecimento é a junção da teoria com a prática, despertando nos educandos o pensamento investigativo (BIZZO, 2009).

As práticas experimentais são atividades que tem como objetivo favorecer a inserção do processo de ensino aprendizagem, têm a capacidade de realizar a aproximação do aluno com a prática científica, através de ações que ocorrem em seu cotidiano (SEREIA; PIRANHA, 2010). Elas permitem uma aula mais atrativa e dinâmica, e ao mesmo tempo, os alunos poderão elaborar hipóteses, questionar, criticar e refutar alguma teoria que não se enquadre no que lhes está sendo ensinado (SEREIA; PIRANHA, 2010).

A experimentação ganhou um lugar de destaque no processo de ensino, desde então passou a integrar as práticas docentes, devido à sua capacidade de transformar o aluno em um ser ativo e investigativo, que busca compreender o sentido da vida mediante a sua inserção na sociedade, tornando se mais apto a pensar de forma lógica e crítica, tendo a capacidade de tomar decisões baseadas em informações e dados oriundos de pesquisas, desenvolvendo nos alunos o espírito crítico e investigativo através da realização do método científico (AMARAL, 1997; KRASILCHIK, 2000).

O método científico contribui para que o educando desenvolva competências que lhes permitam resolver situações, através da construção de saberes que possam desenvolver a capacidade de aprender ao longo da vida (REBUGE, 2011).

Essas competências podem ser estabelecidas devido às atividades investigativas que promovem a aprendizagem dos conteúdos conceituais, e procedimentais que estão relacionados na construção e aperfeiçoamento do conhecimento científico. Sendo assim, pode-se afirmar que, sendo em realizadas em laboratório ou não, elas permitem que os alunos desenvolvam, por meio de atividades de demonstração e experimentação ilustrativa, possam torná-los mais participativos durante a aula (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

As atividades investigativas têm a capacidade de reforçar o uso de práticas empíricas, além de trabalhar a teoria e a capacidade de trabalhar a prática, de forma que os alunos possam agregar os conhecimentos que eles trazem consigo, possibilitando o desenvolvimento da autonomia e da capacidade de tomar decisões, compreendendo como utilizar os conhecimentos científicos para a resolução de problemas, quando são inseridos em meios investigativos (MAIA; SILVA, 2018).

Além de todas essas características, as atividades investigativas ainda permitem uma maior interação entre o professor e os alunos, entre os próprios alunos, pois a troca de informações ocorre com constância, onde o aluno possa compreender a importância do conhecimento científico em sua vida (ZOMPERO; LABURÚ, 2016).

II.2. *Fake News*

O processo de ensino aprendizagem tradicional fica a cada dia mais obsoleto, com o desenvolvimento de novas tecnologias na era digital. Alcançar os alunos torna-se cada vez mais difícil, pois a grande maioria dos jovens vive em ritmo acelerado, com obtenção de informações em tempo real. Essas informações, muitas vezes, se encontram distorcidas e descontextualizadas e podem prejudicar o processo de ensino aprendizagem dos alunos pois ocupa o tempo deles e o espaço que poderia ser destinado ao conhecimento (TURMINA; RODRIGUES, 2016).

O envio rápido de informações contribui para a disseminação de informações falsas que são divulgadas em tempo recorde. Muitas dessas informações não possuem nenhum tipo de comprovação social, pública ou científica, mesmo assim as pessoas tendem a considerá-las como verdadeiras, devido à falta de conhecimento em relação ao que se é exposto (FILHO, 2018).

As Fakes News são informações falsas que são divulgadas geralmente nas redes sociais e tem a capacidade de alcançar muitas pessoas, devido ao compartilhamento de mensagens pelos meios de comunicação e redes sociais (FILHO, 2018; BRAGA, 2018).

O Projeto de Lei N° 2630, de 2020, foi elaborado com intuito de proteger a população brasileira das Fakes News, evitando a disseminação de conteúdos falsos que são lançados nas redes sociais com objetivos diversos (FILHO, 2018).

O Projeto de Lei N° 2630, de 2020, através de sua ementa parlamentar institui a Lei Brasileira de Liberdade, Responsabilidade e Transparência na Internet. Estabelece normas relativas à transparência de redes sociais e de serviços de mensagens privadas, sobretudo no tocante à responsabilidade dos provedores pelo combate à desinformação e pelo aumento da transparência na internet, à transparência em relação a conteúdos patrocinados e à atuação do poder público, bem como estabelece sanções para o descumprimento da lei (BRASIL, 2020).

II.3. O ensino de química através de metodologias práticas investigativas

O ensino de química é fundamental para o desenvolvimento da sociedade frente aos desafios do século XXI. Por meio do aprendizado de conceitos químicos, é possível relacionar e compreender diversos compostos e misturas que estão presentes no cotidiano. No entanto, ensinar sobre esses os fundamentos científicos subjacentes a esses temas em sala de aula tem se tornado cada vez mais desafiante aos professores, dada a dificuldade de compreensão dos conceitos químicos e falta de interesse dos alunos (OLIVEIRA; GABRIEL; MARTINS, 2017).

O ensino de química é taxado pelos alunos como uma das matérias mais difíceis. Isso consiste na complexidade dos conteúdos e na falta de atividades que os levem a compreender a associação dos termos estudados à sua realidade. Ao relacionar a prática à teoria e aos processos que ocorrem no cotidiano do aluno, o professor estimula a participação ativas deles, e o aprendizado ao invés da simples memorização dos conceitos (PLICAS; PASTRE;

TIERA, 2010; SILVA et al., 2018).

As aulas teóricas, quando são associadas às aulas experimentais, são excelentes estratégias didáticas para que os alunos possam compreender melhor o seu cotidiano (BRASIL, 2000). Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Ciências Naturais, o processo de experimentação é uma forma de aprendizagem lúdica, onde os alunos podem realizar o processo experimental ou podem participar de todo o processo, em que o professor deve utilizar todas as ferramentas disponíveis a favor do processo de ensino (BRASIL, 2000).

A química é um dos ramos da ciência que tem obliquidades experimentais. Devido a essa característica, o ensino experimental de química se torna uma metodologia importante para o processo de ensino-aprendizagem, pois tem a capacidade de potencializar a aprendizagem instigando os alunos a buscarem respostas aos estímulos propostos (SILVA et al., 2018).

Conteúdos como Ácidos e Bases podem ser utilizados para a realização da prática experimental, abordando os conceitos e aplicando de forma prática realizando uma conexão com o cotidiano de forma simples e eficaz (SILVA et al., 2018). Arrhenius define ácidos como quaisquer substâncias que em meio aquoso (água) possuem a capacidade de liberar íons H⁺. Bases são as substâncias que ao serem expostas a soluções aquosas (água) tem a capacidade de originar e liberar íons OH (SOUZA; SILVA, 2018).

III. CASO DE PESQUISA

A unidade escolar está localizada em uma pequena comunidade do Distrito do município de Colinas do Sul- (GO), chamada Vila Borba. Ela é uma unidade rural e conta com 98 alunos. A escola possui séries que contemplam do 4^o ano a 2^a série do ensino médio, alunos com idade que varia de 8 anos a 32 anos. A pesquisa foi realizada com os alunos da 1^a e 2^a Série do ensino médio, totalizando 29 alunos participantes.

A Unidade Escolar foi fundada com o intuito de comportar os filhos dos fazendeiros e posseiros que se encontravam nas regiões circunvizinhas. Com os anos e as mudanças dos governos, foi disponibilizada à escola uma série de recursos de infraestrutura, que proporcionou a reforma e melhoramento dos recursos disponíveis na unidade escolar.

O prédio conta com possui 8 (oito) salas de aula, 1(uma) sala de professores, 1 (uma) secretaria com almoxarifado, 1(uma) cantina com depósito interno, 3 (três) banheiros, 1 (uma) área e pátio ao redor do prédio, 1 biblioteca, 1 laboratório de informática.

IV. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa é de natureza aplicada, ou seja, associa da aquisição de conhecimento através da análise de trabalhos de pesquisa e da aplicação praticada ciência (LAKATOS; MARCONI, 2003). Possui uma abordagem qualitativa que engloba o estudo dos fenômenos comportamentais através da coleta de dados que ocorre de aspecto narrativo prático, sendo classificada quanto aos seus objetivos como uma pesquisa exploratória e descritiva (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Para a realização dessa pesquisa com técnicas participativas, a professora interveio com os alunos através da realização de experimentos, levando os a compreender melhor o que

lhes foi proposto. Para o levantamento de dados, foi aplicado um questionário impresso, e a realização de procedimentos experimentais (GIL, 2008).

A metodologia utilizada para o desenvolvimento desse trabalho foi a realização de uma análise detalhada de diversos dados bibliográficos sobre a temática.

Essa análise foi complementada com o uso de metodologias investigativas, partido de abordagens práticas que possam comprovar a veracidade dos fatos estudados.

A prática experimental (Anexo 1), foi aplicada aos alunos da 1ª e 2ª Série do Ensino Médio em 6 aulas em cada turma. Em seguida, foi aplicado o questionário contendo perguntas que estimularam a curiosidade no início da investigação.

Para a realização do estudo, foram utilizados diversos métodos de verificação investigativa: foi traçado uma proposta pedagógica que visava realizar o planejamento do que seria desenvolvido durante o processo investigativo. Nessa proposta, foram descritos o uso de metodologias práticas investigativas com a realização de experimentos que utilizavam como substância central o extrato do repolho roxo que ao ser incorporado em outras substâncias levava os alunos ao processo de reflexão sobre a acidez ou basicidade.

Esse processo de reflexão ocorreu com a aplicação de um questionário dirigido, relacionado ao processo experimental. Os dados foram tratados por meio de uma análise documental e prática, onde se observou os relatos e posicionamentos dos alunos sobre os achados. A metodologia empregada para o desenvolvimento das aulas se encontra descrita na tabela 1.

Tabela 1: Metodologia empregada na realização das aulas que contribuíram para a pesquisa.

Ácidos e Bases	A e B	Nesta etapa, os alunos deverão realizar um pequeno experimento onde eles anotam os dados obtidos na tabela.
Ácidos e Bases	C e D	Nesta etapa, os alunos respondem algumas perguntas relacionadas ao conteúdo trabalhado, onde os alunos realizam buscas em sites confiáveis. Nesta aula foi realizado a leitura e socialização dos conhecimentos adquiridos através dos sites: a) http://www.petquimica.ufc.br/fake-news-na-pandemia-o-que-a-quimica-tem-a-dizer/ Fonte: Chagas, 2020. b) https://www.agazeta.com.br/es/gv/e-boato-alimentos-alclicos-nao-servem-para-combater-o-coronavirus-0420 c) https://antigo.saude.gov.br/fakenews/46703-alimentos-alclicos-evitam-coronavirus-e-fake-news
Escala de PH	E e F	Nesta etapa, os alunos juntamente com a professora discutem sobre a disseminação de informações falsas pelas redes sociais, ressaltam seus conhecimentos através do processo de experimentação, investigação e pesquisa confrontam as informações que lhes foram fornecidas.

V. RESULTADOS

A utilização de metodologias investigativas contribui de forma significativa para o processo de ensino, onde o aperfeiçoamento do conhecimento dos alunos através do uso de uma abordagem experimental foi associada à aplicação de um questionário respondido pelos alunos de forma individual.

A abordagem experimental auxiliou os alunos no desenvolvimento da pesquisa, pois ela os ajudou a identificar substâncias ácidas e básicas, servindo como base para responder as questões propostas. O experimento foi a parte inicial da pesquisa, e para a sua realização foi feita a extração indicador natural de ácidos e bases presente no repolho roxo através da fervura, que possibilitou a extração de um composto de cor arroxeada que contém as substâncias conhecidas como antocianinas, que tem a capacidade de mudar de cor quando entra em contato com substâncias ácidas ou básicas (SILVA et al., 2018; SOUZA; SILVA, 2018).

Figura 1: Substâncias utilizadas no experimento. A) Repolho roxo; B) Extração do indicador natural de ácidos e bases; C) Extrato do Repolho roxo Indicador natural de ácidos e bases (antocianinas).



Fonte: Elaboração própria.

Para a identificação das substâncias ácidas e básicas foram realizados testes nas seguintes substâncias: água potável, bicarbonatos, sabão em pó, detergente, álcool etílico, leite, vinagre de maçã, limão, suco de uva, vinagre de álcool, sal e água sanitária. Na figura 2, as substâncias serão apresentadas a seguir em sua fase inicial.

Após a escolha das substâncias, foi feito o experimento para constatar quais substâncias são consideradas ácidas e quais são básicas de acordo com a coloração final que foi comparada com a escala de pH (Figura 3).

Para descobrir quais substâncias são ácidas e quais são básicas, foi adicionado o extrato de Repolho Roxo juntamente com cada um dos produtos escolhidos (Figura 2), obtendo colorações diversificadas que foram comparadas a escala de pH (Figura 4).

Durante a realização do experimento, todos os dados foram inseridos na tabela, especificando o produto, qual extrato foi usado, a cor inicial e a cor final, e de acordo com a sua coloração foram classificados como ácidos e bases, proporcionando a estimativa sobre a escala numérica de pH eles se encontravam. Ao analisar as versões finais dos compostos, foram obtidas as seguintes colorações:

Com base na realização da atividade experimental, foi possível identificar o pH das

Figura 2: Substâncias utilizadas no processo de experimentação. A) Extrato de repolho roxo; Bicarbonato de sódio; Leite integral; Vinagre de maçã; B) Limão; Suco de uva; Extrato de repolho roxo; Água; C) Bicarbonato; Limão; D) Detergente; Sal; Sabão em pó; Água sanitária; E) Bicarbonato; Fermento químico em pó; F) Vinagre de álcool; álcool.



Fonte: Elaboração própria.

substâncias através da comparação das substâncias que estão evidenciadas na tabela acima, a partir da sua coloração específica com a coloração apresentada na escala de pH que está sendo apresentada a seguir:

A partir da comparação entre os experimentos realizados e a escala de pH, foi possível comprovar que das 13 amostras utilizadas 3 são substâncias ácidas e 4 são substâncias básicas, 4 substâncias neutras e 2 inconclusivas, que reagiram ao extrato de repolho mudando a sua coloração observando a escala de cor e a escala numérica das substâncias (Tabela 1).

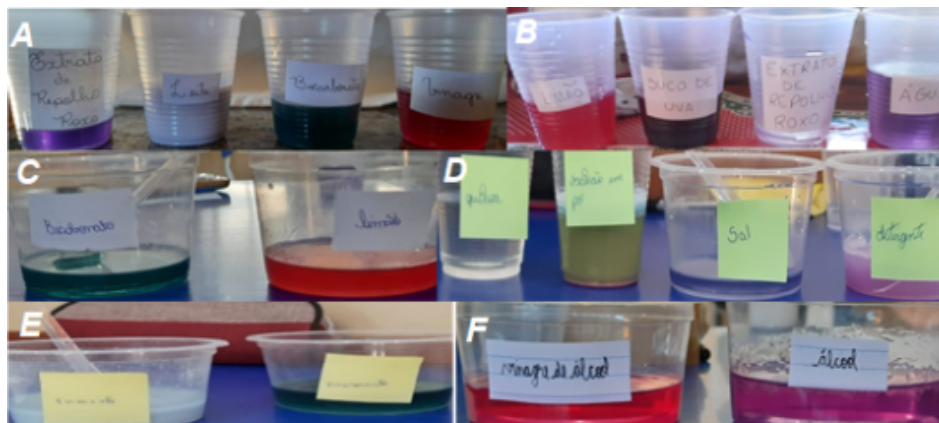
Após a realização do experimento, foi aplicado aos alunos algumas questões dirigidas (Anexo). Na questão sobre a definição de ácidos e bases, a grande maioria dos alunos responderam que:

“Os ácidos são aquelas substâncias que tem o gosto ligeiramente azedo, e em meio aquoso tem a capacidade de liberar cátion H^+ , e as bases são aquelas substâncias que tem a capacidade de liberar a OH^- quando estão em um meio aquoso, ou seja, na água”

Com relação à pergunta: Por que o extrato de repolho roxo muda de cor quando é adicionado a meios ácidos e básicos, qual é a substância que está presente nesse extrato que permite a reação? Todos os alunos responderam de forma correta que:

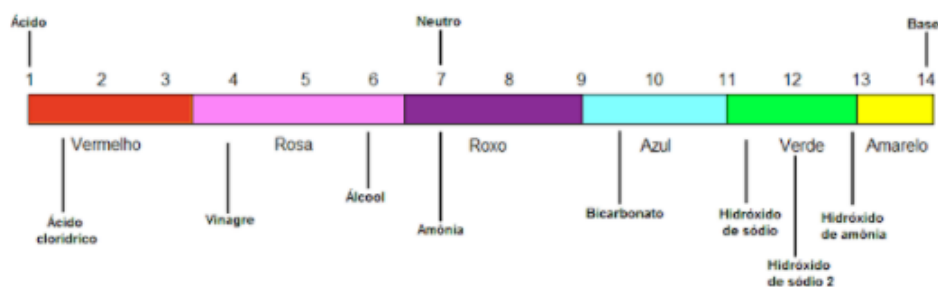
A substância encontrada no repolho roxo que permite essa mudança de coloração é a antocianina

Figura 3: *Figura 3: Substâncias utilizadas no processo de experimentação, junção do extrato de repolho roxo e das substâncias escolhidas. A) Bicarbonato de sódio; Leite integral; Vinagre de maçã; B) Limão; Suco de uva; Água; C) Bicarbonato; Limão; D) Detergente; Sal; Sabão em pó; Água sanitária; E) Bicarbonato; Fermento químico em pó; F) Vinagre de álcool; álcool*



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4: *Escala numérica de pH*



Fonte: Elaboração própria.

Quando foram questionados o que seria pH, eles responderam que era o potencial hidrogeniônico de uma substância”. Em seguida foi solicitado que eles analisassem uma escala de pH indicando quando uma substância é ácida e quando ela é básica. Temos como resposta:

“Observando a coloração das substâncias, pois elas seguem um padrão de acordo com a sua basicidade ou acidez, e podem ser consideradas neutras também, além disso a escala numérica de pH tem o marco que varia de 0 a 6 como que classifica as substâncias como ácidas, 7 neutras e 8 a 14 básicas, formando assim a sequência da escala numérica de pH”

Todas as respostas feitas pelos alunos partiram de uma abordagem investigativa, que foi realizada a partir de experimentos que englobam o uso de extrato de repolho roxo associado ao uso de substâncias que foram escolhidas de acordo com os produtos existentes em casa.

Produto	Cor inicial	Cor final	Ácido ou Base	pH aproximado
Água	Transparente	Roxo	Neutro	9
Água Sanitária	Transparente	Transparente	Inconclusivo	Inconclusivo
Álcool etílico	Transparente	Roxo	Básico	8,5
Bicarbonato de Sódio	Branco	Azul	Básico	8,6
Detergente de coco	Branco	Roxo	Neutro	7
Fermento Químico em Pó	Branco	Verde	Básico	12,3
Leite integral	Branco	Roxo	Neutro	6,5
Limão	Alaranjado	Vermelho	Ácido	2,1
Sabão em pó	Azul	Verde	Básico	11,5
Sal	Branco	Roxo	Neutro	7
Suco de uva	Roxo	Roxo	Inconclusivo	Inconclusivo
Vinagre de álcool	Transparente	Rosa	Ácido	2,3
Vinagre de maçã	Amarelo	Rosa	Ácido	2,6

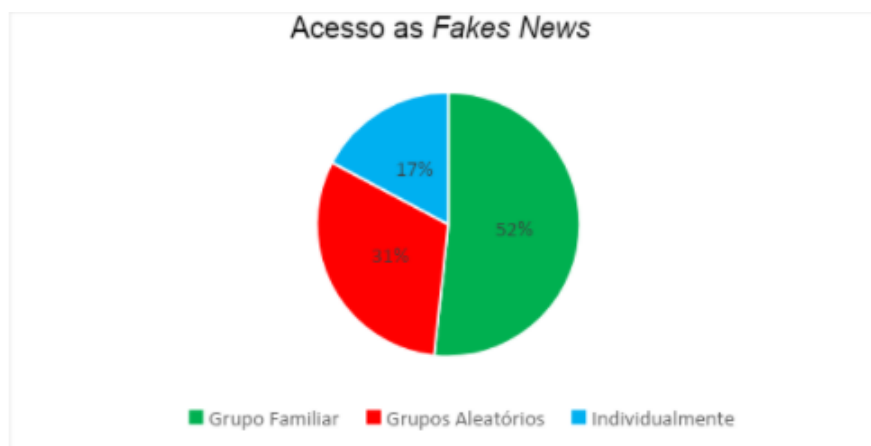
Tabela 2: Resultado final do experimento realizado pelos alunos usando Extrato de Repolho Roxo (Antocianinas).

Após a realização do experimento, notou-se a importância do processo investigativo no ensino de ciências e química. Por meio processo investigativo proposto, o aluno se envolveu no processo de aprendizagem, pois eles adquiriram a capacidade de formular hipóteses, realizar a análise de evidências, tirarem suas conclusões e relatar os dados obtidos (MAIA; SILVA, 2018).

Os alunos puderam realizar discussões sobre diversas informações que circulam nas redes sociais. Eles relacionaram os conceitos trabalhados na aula, o processo experimental e as informações que lhes foram fornecidas no dia a dia. Após o processo de experimentação, foi feita a análise de algumas mensagens consideradas como Fake News. Eram mensagens que, não tinham fontes seguras e as informações estavam agrupadas de forma errônea, uma vez que os alunos já haviam estudado sobre a temática do pH das substâncias (Figura 4). A partir dos seus conhecimentos prévios, os alunos puderam compreender que as mensagens lhes foram enviadas através de grupos de WhatsApp, eram Fake News. Com relação à origem das mensagens recebidas, 59% dos alunos responderam que entraram em contato com a mensagem através de grupos familiares, 35% através de grupos aleatórios, e 6% de forma individual, como mostra no gráfico a seguir:

Através da análise dos experimentos, 25 alunos conseguiram identificar as incongruências contidas na mensagem. Em decorrência da análise do experimento e da escala numérica de pH, ficou comprovado a inveracidade das informações disponibilizadas nas redes sociais, demonstrando que muitos compostos encontravam-se fora do contexto da escala de pH (Figura 4). A tabela 3 retrata uma das mensagens que foram enviadas aos grupos de

Figura 5: Percentual das respostas dos alunos sobre origem das Fakes News recebidas pelo WhatsApp



Fonte: Elaboração própria.

WhatsApp.

Aviso muito importante

Conselho de hospitais de isolamento, pode-se fazer em casa. Medicamentos que são tomados em hospitais de isolamento:

1. Vitamina C-1000; 2. Vitamina E (E); 3. De (10 a 11) horas, tomando sol por 15 a 20 minutos; 4. Refeição com ovo uma vez; 5. Descanse, durma, no mínimo 7 horas. 6. Beba 1,5 litros/água/dia; 7. As refeições devem ser quentes (não frias).

Isto é o que fazemos no hospital para fortalecer o sistema imunológico. Observe que o pH do coronavírus varia de 5,5 a 8,5. Assim, TUDO o que precisamos fazer para eliminar o vírus é consumir mais alimentos alcalinos acima do nível de acidez do vírus. Tais como: Banana, Limão verde e Amarelo - 9,9 pH; Abacate - 15,6 pH ; Alho - 13,2 pH ; Manga - 8,7 pH ; Tangerina - 8,5 pH ; Abacaxi - 12,7 pH ; Agrião - 22,7 pH ; Laranjas - 9,2 pH.

Como saber que você está infectado pelo vírus corona:

1. Comichão na garganta; 2. Garganta seca; 3. Tosse seca; 4. Alta temperatura; 5. Falta de ar; 6. Perda do olfato

O limão com água morna elimina o vírus no início antes de atingir os pulmões.

Por favor, não guarde essas informações para si. Passe-a toda sua família e amigos. ISTO PODE SALVAR! PRECIOSAS VIDAS! REPASSE!

“Nosso povo está sendo destruído, por. Falta de conhecimento”

Tabela 3: Exemplo de Fake News enviadas pelos grupos de WhatsApp

Após a realização do processo de experimentação, os alunos concluíram que as informações disponibilizadas na mensagem são erradas, pois alguns dados estão fora de contexto, outros ultrapassam a escala numérica presente na medição do pH das substâncias. Como exemplo, o agrião e o abacate com as marcações respectivamente de 22,7 e 15,6 de pH. As substâncias como limão, tangerina, abacaxi, laranja que são compostos ácidos e estão taxadas com numa escala que vai de 8,5 até 12,7(substâncias básicas).

Além disso, os alunos concluíram que não se pode prescrever medicações comprovação científica, pois o papel da ciência é justamente desmistificar as diversas informações. Sendo assim, alguns estudos comprovaram que o coronavírus não pode ser destruído com o consumo de substâncias ácidas e básicas.

VI. ANÁLISE

O processo investigativo auxilia os alunos na busca pelo conhecimento e aperfeiçoamento de informações e desenvolvimento de respostas. Com a relação aos experimentos propostos, os alunos puderam questionar e confrontar algumas informações que estavam sendo divulgadas pelos grupos de WhatsApp, evidenciando o uso de substâncias ácidas e básicas para o combate da Covid-19, uma escala numérica de pH inexistente, e alimentos que poderiam atuar na cura e combate do coronavírus, sem que houvesse comprovação científica da eficácia desses alimentos, e concluíram que essas substâncias não poderiam ser usadas no combate ao vírus da Covid-19.

Além disso, a realização da atividade investigativa demonstrou que não é necessário o uso de tecnologias sofisticadas para a realização de experimentos, pois o uso de materiais presentes no cotidiano pode contribuir para a resolução da questão problema apresentada.

A experimentação vai além dos procedimentos realizado em laboratórios, ela pode englobar experimentos simples e de baixo custo que podem ser adquiridos facilmente e/ou situações problemas que estimulam os alunos a desenvolver respostas às situações que lhes são expostas (BIZZO, 2009; SEREIA; PIRANHA, 2010).

VII. CONCLUSÃO

Com o advento das novas tecnologias de comunicação, uma grande quantidade de informações é fornecida em tempo real, sendo que algumas dessas informações são imprecisas e se propagam de forma descontrolada, sem comprovação científica.

Durante a pandemia do Covid-19, foram disseminadas diversas receitas com cura milagrosa para a doença nas redes sociais, sem comprovação científica. Muitas dessas receitas, baseadas no achismo e no conhecimento popular, foram repassadas de forma avassaladora e com danos à saúde e ao tratamento de pessoas enfermas.

O artigo realizou um estudo sobre o uso de substâncias ácidas no combate a Covid 19, levando os alunos a identificarem, por meio de metodologias investigativas, como algumas informações na internet encontravam se incorretas sobre os benefícios ocasionados pelo uso de certas substâncias. A sequência de ensino investigativo proposta contribuiu para que os alunos alcançassem respostas sobre algumas indagações levantadas no decorrer da pandemia. Um dos aspectos abordados foi o uso de substâncias com pH elevado e que seria eficiente no combate aos Covid19 As informações disponibilizadas em grupos de WhatsApp afirmavam, por exemplo, que o limão era uma substância básica, além de alimentos com pH inexistentes

Conclui-se que os alunos conseguiram desenvolver um pensamento investigativo, baseado na pesquisa e busca por informações sites confiáveis. Essas informações foram

confirmadas pelo experimentos realizados, levando os alunos a desenvolverem um pensamento crítico construtivo sobre o processo de identificação da informação, geração de uma hipótese, desenvolvimento de uma pesquisa, experimentação e conclusão baseada em fatos que foram sendo observados e testados no experimento.

O compartilhamento de fake news ocorre basicamente pela falta de posturas científicas por grande parte da população, permitindo assim que os receptores das informações não se proponham a pesquisar a veracidade das informações antes de compartilhá-la. Em contraposição, a sequência didática sobre a veracidade das informações pode ocorrer de forma experimental ou por meio de pesquisas aprofundadas sobre a temática. O levantamento de hipóteses e o desenvolvimento de questões problemas na sala de aula auxiliaram no processo de obtenção de respostas baseadas em evidências, refutando as mensagens imprecisas e sem comprovação científica. Espera-se, assim, que os estudantes sejam capazes de identificar e desconstruir fake news que em outras situações, por meio de uma análise crítica das evidências que embasam fenômenos.

REFERÊNCIAS

AMARAL, I. A. Conhecimento Formal, Experimentação E Estudo Ambiental. *Ciência & Ensino*, Faculdade de Educação – UNICAMP, Campinas, n. 3, p. 10-15, dez. 1997.

BIZZO, N. *Ciências: Fácil ou Difícil?* 1ª Edição. São Paulo: Biruta, 2009.

BONETI, P. A Metodologia Investigativa Como Ferramenta Para Propor Experimentos Científicos. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_unespar-paranavai_cien_pdp_percio_boneti.pdf Acesso em: 20 de agosto de 2021.

BRAGA, R. M. da C. A Indústria Das Fake News E O Discurso De Ódio. In: PEREIRA, Rodolfo Viana (Org.). *Direitos políticos, liberdade de expressão e discurso de ódio: volume I*. Belo Horizonte: Instituto para o Desenvolvimento Democrático, 2018. p. 203-220

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO ESPORTO. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2000.

BRASIL, MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO ESPORTO. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 2017.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Corona Vírus* Disponível em: <https://www.saude.gov.br/coronavirus> Acesso em: 05 de março de 2022.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CASTANHO, M. E. A dimensão intencional do ensino. In: VEIGA. I. P. A. (Org). Lições de didática. Campinas, SP: Papirus, 2006.

COSTA, S. de A. Pesquisa em Educação: A Importância de Educar pela pesquisa sob a ótica de Pedro Demo. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/pesquisa-em-educacao> Acesso em: 02 de fevereiro de 2021.

FERREIRA, G. C. Redes Sociais De Informação: Uma História E Um Estudo De Caso. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pci/v16n3/13.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.

FILHO, O. F. O Que É Falso Sobre Fake News. n.116. São Paulo: Revista USP, 2018.

FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. 1ª Edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2010.

GIL, A. C. Métodos E Técnicas De Pesquisa Social. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008.

KOHN, K; MORAES, C. H. de. O Impacto Das Novas Tecnologias Na Sociedade: Conceitos E Características Da Sociedade Da Informação E Da Sociedade Digital. Disponível em: <http://www.intercom.org.br/papers/nacionais/2007/resumos/R1533-1.pdf> Acesso em: 15 de junho de 2021.

KRASILCHIK, M. Reformas E Realidade: O Caso Do Ensino De Ciências. São Paulo Em Perspectiva, 14 (1). 2000

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A. Fundamentos de Metodologia Científica. 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MAIA, M. I. M. da C. C; SILVA, F. A. R. e. Atividades Investigativas De Ciências No Ensino Fundamental II: Um Estudo Sobre Aprendizagem Científica. 1ª Edição. Curitiba: Appris, 2018.

MARTINS, P. L. O. As formas e práticas de interação entre professores e alunos. In: VEIGA. I. P. A. (Org). Lições de didática. Campinas, SP: Papirus, 2006.

MATOS, M; MORAIS, A. M. Trabalho Experimental Na Aula De Ciências Físico-Químicas Do 3º Ciclo Do Ensino Básico: Teorias E Práticas Dos Professores. Revista de educação, XII (2), 7593. 2004.

MUNFORD, D; LIMA, M. E. C. de C. e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

OLIVEIRA, D. G. D. B; GABRIEL, S. da S; MARTINS, G. do S. V. A Experimentação Investi-

gativa: Utilizando Materiais Alternativos Como Ferramenta De Ensino-Aprendizagem De Química. *Revista de Pesquisa Interdisciplinar, Cajazeiras*, n° 2, suplementar, p. 238-247, set. de 2017

PALFREY, J; GASSER, U. Nascidos Na Era Digital Entendendo A Primeira Geração De Nativos Digitais. Tradução: Magda França Lopes; Revisão técnica: Paulo Gileno Cysneiros. 1ª Ed. Porto Alegre: Grupo A, 2011.B

PLICAS, L. M. de A; PASTRE, I. A; TIERA, V. A. de O. O Uso De Práticas Experimentais Em Química Como Contribuição Na Formação Continuada De Professores De Química. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ) – Brasília, DF, Brasil – 21 a 24 de julho de 2010

PRADO, A. P. P; SILVEIRA, M. P. da. Química Dos Ácidos E Bases Por Meio De Uma Proposta Problematizadora. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_qui_artigo_ana_paula_pinheiro.pdf. Acesso em: 28 de agosto de 2021.

REBUGE, J. A. G. O Trabalho Experimental Nas Aulas De Física E Química Concepções E Práticas Dos Professores Nas Escolas Secundárias De São Miguel - Açores Dissertação De Mestrado (Mestre em Supervisão Pedagógica, na especialidade em Ciências). Universidade dos Açores. Ponta Delgada, 2011

SEREIA, D. A. de O; PIRANHA, M. M. Aulas Práticas Investigativas: Uma Experiência No Ensino Fundamental Para A Formação De Alunos Participativos. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/Ciencias/Artigos/aulas_prat_investig.pdf Acesso em: 28 de janeiro de 2021

SILVA, et.al. A Utilização De Um Experimento Investigativo No Ensino De Ácidos E Bases. V Congresso Internacional das Licenciaturas. COINTER- PVDL, 2018.

SOUZA, C. R; SILVA, F. C. Discutindo O Contexto Das Definições De Ácido E Base. Vol. 40, N° 1, *Química Nova Escola*. São Paulo-SP. p. 14-18, FEVEREIRO 2018

TÚRMINA, S. G; RODRIGUES, M. G. Análise Da Efetividade Da Paródia Enquanto Estratégia Didática No Processo De Ensino Aprendizagem Da Biologia A Partir Da Percepção Discente. Volume 1. Paraná: Secretária de Educação, 2016.

VEIGA. I. P. A. Ensinar: uma atividade complexa e laboriosa. In: VEIGA. I. P. A. (Org). *Lições de didática*. Campinas, SP: Papyrus, 2006.

VIEIRA, M. M. Educação E Novas Tecnologias: O Papel Do Professor Nesse Cenário De Inovações. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/EspacoAcademico/article/view/14359> Acesso em: 20 de julho de 2021.

ZOMPERO, A. de F; LABURÚ, C. E. Atividades Investigativas Para Aulas de Ciências Um Diálogo Com A Teoria Da Aprendizagem Significativa. 1ª Edição. Curitiba: Appris, 2016.



UNIVERSO EM UMA GOTA D'ÁGUA: PERCURSO DE ENSINO INVESTIGATIVO ACERCA DE ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS

A UNIVERSE IN A DROP OF WATER: AN INVESTIGATIVE TEACHING
APPROACH ABOUT AQUATIC ECOSYSTEMS

RAUL LIMA BARBOSA SOUSA¹, MARCELLO FERREIRA², DARLAN BRITO³,
OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO², MARCOS ROGÉRIO MARTINS COSTA²,
KHALIL OLIVEIRA PORTUGAL²

¹Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal

²Instituto de Física, Universidade de Brasília

³Faculdade de Planaltina, Universidade de Brasília

Resumo

Diferentes estratégias de ensino e aprendizagem têm sido adotadas no país para que o ensino de Ciências Naturais ultrapasse a transmissão de conteúdos e se torne, de fato, um meio para o desenvolvimento de habilidades e competências nos estudantes, coerentes com as transformações do século XXI. Este estudo baseia-se construção, aplicação e análise de dados de uma sequência didática de ensino por investigação acerca do papel das algas unicelulares na cadeia alimentar de ecossistemas aquáticos aplicada a estudantes do oitavo ano do ensino fundamental entre agosto e setembro de 2021. A sequência didática possui como fundamento teórico construtivismo o sociointeracionismo. Antes, durante e após o momento investigativo, os estudantes foram desafiados a aplicar os seus conhecimentos prévios e partilhá-los em aula em torno de uma questão-problema. Nesse percurso, verificou-se aumento significativo da compreensão dos estudantes acerca da função das algas unicelulares, evidenciando qualificações em suas capacidades de expressão, argumentação e aplicação dos conceitos desenvolvidos. A comparação das respostas aos formulários de sondagem de conhecimentos prévios e posterior à aplicação da atividade investigativa demonstrou mudanças conceituais significativas nos estudantes acerca da função fotossintetizante das microalgas, bem como seu papel fundamental na cadeia alimentar, contribuindo, assim, para que a sequência didática proposta se constitua como uma estratégia eficiente de ensino e aprendizagem acerca do funcionamento de ecossistemas aquáticos no Ensino Fundamental.

Palavras-chave: Ensino por Investigação. Algas unicelulares. Fotossíntese. Ecossistemas Aquáticos. Ensino Fundamental.

Abstract

Different learning and teaching strategies have been adopted in Brazil so that Science can go beyond the teaching process as well as becomes a source of development and competence to the students; all according to the changes occurred in the 21st century. This research is based on conception, study application and data analysis of a didactic exploratory study concerning the role of unicellular algae in the food chain of aquatic ecosystems. It has been applied to 8th grade students from middle school in their final years, around August and September of 2021. The didactic structure is proceeding from constructivism and social interactionism theories. During the whole investigative studying path, the students were challenged to hold up their previous knowledge on the topics and they could also share them in class on the target subjects. Over the survey procedure, there was a notable growing in terms of the pupils understanding about the function of unicellular algae, thus showing qualifications in their capacity to express, argue and apply the developed concepts. When compared, their prior answers demonstrate meaningful conceptual changes upon the photosynthesizing function of microalgae, such as its fundamental role in the food chain, thus contributing to the proposed didactic sequence as an efficient strategy for teaching and learning about the functioning of aquatic ecosystems in Middle School.

Keywords: *Teaching by Research. Single-celled algae. Photosynthesis. Aquatic Ecosystems. Middle School.*

I. INTRODUÇÃO

Os ecossistemas aquáticos têm grande importância ambiental e socioeconômica. Apesar disso, usualmente não têm sido estudados nos diversos níveis da educação básica, dando-se ênfase a ecossistemas terrestres (AGUIAR *et al.*, 2013). Em decorrência disso, tem-se a precarização de conhecimentos acerca da importância das algas unicelulares pela maioria dos estudantes nas etapas mais avançadas de ensino (PECHLIYE *et al.*, 2013).

Os biomas aquáticos apresentam complexa integração entre os fatores bióticos e abióticos que sustentam uma complexa cadeia alimentar, cuja base é composta por uma diversidade de seres microscópicos fotossintetizantes responsáveis pela produção de oxigênio e matéria orgânica (ESTEVES, 1998).

Os currículos de educação básica trazem uma série de conteúdos voltados ao estudo da vida e dos ecossistemas em geral, expressos em competências e habilidades. Na Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) tem-se asserções diversas na área de ecologia, particularmente acerca da fotossíntese, das cadeias e teias alimentares e de suas relações ecológicas:

Estudam-se características dos ecossistemas destacando-se as interações dos seres vivos com outros seres vivos e com os fatores não vivos do ambiente, com destaque para as interações que os seres humanos estabelecem entre si e com os demais seres vivos e elementos não vivos do ambiente (BRASIL, 2018, p. 3).

Assim, o estudante tem a oportunidade de conhecer o funcionamento e os fatores de desequilíbrio desses ecossistemas, visando subsidiar uma mudança atitudinal dedicada, sobretudo, ações cotidianas mais sustentáveis.

Segundo Machado *et al.* (2019), é imprescindível que haja maior articulação entre os poderes públicos e compromisso com incentivos concretos para a efetivação de uma educação transformadora, o que pode ser fomentado pela previsão curricular.

Em uma análise amostral e operacional do currículo e de livros didáticos do ensino fundamental utilizados na Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEEDF)¹, pode-se observar que a abordagem de temas ecológicos se concentra nos ecossistemas terrestres. Pouco se trata do funcionamento de ecossistemas de água doce terrestres, como rios e lagos, que são de fundamental importância econômica, social e natural na biodiversidade brasileira.

Processos como os da fotossíntese são quase sempre relacionados às plantas e não a seres unicelulares, como algas e bactérias que compõem o fitoplâncton (AGUIAR *et al.*, 2013). Como resultado, são observadas dificuldades de ensino pelos professores e de compreensão pelos estudantes sobre o papel da fotossíntese nas cadeias alimentares (SOUZA; ALMEIDA, 2002).

De acordo com Carvalho *et al.* (2018), o ensino de Ciências Naturais tem passado por uma série de mudanças ao longo dos anos, buscando distanciar-se da caracterização como mero processo de transmissão de conteúdos pelos estudantes e passando a ser uma ferramenta efetiva para a articulação de condições adequadas para o desenvolvimento de suas habilidades como compreensão, análise, aplicação e ressignificação de saberes e tecnologias.

Nessa perspectiva, o conhecimento científico desloca uma preocupação didática originária, de ensino para a memorização e reprodução de soluções típicas em exames de aferição, e passa a requerer aprendizagens efetivas, relacionadas a habilidades de investigação, argumentação, formulação, testagem e análise de hipóteses, produção de conclusões próprias e recontextualizáveis (CARVALHO, 2018).

O ensino por investigação se baseia em construir com os estudantes uma série de habilidades que extrapolam a simples assimilação cognitiva de um conhecimento, promovendo habilidades de natureza científica, como: formular hipóteses, experimentar, argumentar, analisar e tomar decisões, o que tem se mostrado, cada vez mais, como um dos grandes objetivos do ensino de ciências na educação básica e formação de cidadãos críticos, investigativos e atuantes em sua própria realidade (BRASIL, 2018; DISTRITO FEDERAL, 2018).

No Currículo em Movimento do Distrito Federal (DISTRITO FEDERAL, 2018), adotado pela SEEDF, o ensino de ciências deve partir da prática social do estudante, seguida da problematização, da aplicação do conhecimento teórico e da resolução de problemas significativos:

Nesse processo, a mediação docente deve considerar que a prática social é o “tecido de fundo”, a fonte de reflexão e questionamentos. Do diálogo

¹ Como nos livros da coleção Teláris (GEWANDSZNAJDER; PACCA, 2018) para o Ensino Fundamental – anos finais.

entre os agentes do processo educativo (professor-estudantes e estudantes-estudantes) em torno do mundo, emergem problematizações envolvendo questões e situações para as quais os conhecimentos prévios dos estudantes são limitados ou equivocados em sua interpretação, exigindo que novos conhecimentos sejam adquiridos (DISTRITO FEDERAL, 2018, p. 212).

O primeiro desafio do professor no ensino de Ciências Naturais é orientar os estudantes para a análise qualificada de problemas. Não basta ensinar os termos e processos que a ciência descobriu ao longo de séculos; é preciso ensinar como o pensamento científico se opera, para que a aprendizagem de ciências promova uma formação capaz de compreender, analisar, aplicar, criticar e reelaborar aquilo que se aprende (CARVALHO *et al.*, 2014).

Para AUSUBEL (1968), a aprendizagem é significativa ao estudante quando se considera aquilo que ele anteriormente sabe. Tomando-se em conta a clareza, a quantidade e a organização mental daquilo que já é conhecido. Portanto, a presente sequência didática parte de um diagnóstico inicial com os estudantes.

Uma proposta de ensino significativa, busca fazer com que o estudante adquira a capacidade de formular soluções para problemas diferentes daquele em que o ensino se deu (AUBUSEL, 1968).

Com essa clareza de propósitos, desenvolvemos uma sequência didática, com base em práticas e métodos do ensino por investigação, acerca do papel das microalgas na manutenção da vida em ambientes aquáticos de água doce. Considera-se que este tema e esta abordagem potencializam a aprendizagem efetiva, qualificada e crítica de temas científicos e de suas aplicações sociocientíficas e culturais.

O conjunto de aulas buscou fomentar, a partir de procedimentos investigativos, o reconhecimento das algas unicelulares como seres fotossintetizantes e sua função na base da cadeia alimentar de ecossistemas aquáticos. Complementarmente, objetivou-se prover condições para: identificar fatores bióticos e abióticos necessários à vida em ecossistemas aquáticos; reconhecer a biodiversidade microscópica do ecossistema aquático; descrever a função das algas unicelulares na produção de oxigênio e na sustentação da cadeia alimentar; descrever as relações alimentares entre o fitoplâncton e o zooplâncton; e qualificar habilidades investigativas relacionadas ao levantamento de hipóteses, descoberta, argumentação e aplicação do conhecimento.

O conjunto de atividades que compõem esta sequência investigativa é representado pela Tabela 1.

Embora processos radicais de ensino por investigação sugiram a elaboração coletiva dos temas e dos problemas de interesse de uma comunidade, e sem prejuízos drásticos à concepção, o contexto de investigação (escola, currículo, turma, tempo disponível etc.) limitou essa etapa à indicação prévia de um problema, buscando-se fazê-lo da forma mais amplificada e versátil possível.

Tabela 1: Cronograma descritivo das atividades investigativas desenvolvidas sobre a função das microalgas.

Estratégia	Descrição da Atividade	Objetivos
Questão-problema central (anterior a qualquer observação ou manipulação experimental no sentido de instigá-los à formulação de hipóteses).	<i>“O que um rio ou lago deve possuir para que tenha uma grande quantidade de vida?”</i>	Espera-se que nessa reflexão, individual e coletivamente, os estudantes formulem suas hipóteses e levantem fatores essenciais à vida em ambientes aquáticos, tais como: luz, oxigênio, alimento, água em si, plantas, outros seres vivos.
Observação de uma gota de água em microscopia e identificação das microalgas.	<i>Que seres seriam esses? Por que existem tantos em uma gota d’água? Qual seria a função desses microrganismos nesse ambiente?</i>	Espera-se que os estudantes possam evidenciar elementos que sustentem hipóteses anteriormente levantadas e, possam concluir que são esses seres que produzem oxigênio e alimento, por meio da fotossíntese.
Introdução de uma nova questão-problema, baseada no que foi inicialmente abordado.	<i>O que ocorreria com a vida em ecossistemas aquáticos se essas algas desaparecessem?</i>	Subsidiar a formulação de hipóteses sobre fatores bióticos e abióticos associados à vida aquática, e apontar evidências de seres fotossintetizantes na gota d’água. Espera-se que eles possam revisar, complementar, aperfeiçoar, ou refutar as hipóteses levantadas.

Fonte: Fonte: Elaboração própria (2021).

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A sequência didática se fundamenta na epistemologia genética de Jean Piaget, na qual a inteligência é entendida como uma organização que tem seu desenvolvimento não por acúmulos de informações, mas pelo ganho de novas habilidades por meio de um processo contínuo de desequilíbrio, assimilação e equilíbrio (SANTOS et al., 2014).

Na epistemologia genética, a ordem de sucessão em que as diferentes capacidades cognitivas se constroem ocorre em estágios do desenvolvimento do conhecimento: sensorio-motor, pré-operatório, operatório concreto e operatório formal (CAETANO, 2010). A sequência didática parte do conhecimento prévio do estudante e leva em consideração seu atual estágio de desenvolvimento, pois “a formação de capacidade em períodos sucessivos decorre, no caso mais simples, do fato de que competências adquiridas mais tarde pressupõem outras que lhes são anteriores”(KESSELRING, 1993, p. 67).

A atividade investigativa, igualmente parte dos pressupostos do sociointeracionismo de Vygotsky, baseia-se na ideia de que a aprendizagem se dá quando o aluno constrói o que aprende à medida que interage com os conhecimentos, com o professor e com outros estudantes (NEVES, 2006). Baseando-se no conceito da zona de desenvolvimento proximal

de Vygotsky², novos conhecimentos devem partir dos já consolidados pelo estudante e o professor deve partir daquilo que o aluno já conhece.

Ao gerar situações de debate e troca entre os participantes da atividade, busca-se a construção de um conhecimento socialmente mediado. Para Vygotsky (1982), o sujeito é ativo em seu processo de aprendizagem e atua sobre seu meio, sendo primeiro social e depois indivíduo. Justificando assim, a atuação mediadora do professor como fomentador do debate e da interação entre os participantes. Segundo Ausubel et al. (1980), a aprendizagem parte do conhecimento prévio e se consolida quando os processos de ensino e aprendizagem provocam uma mudança nessa estrutura prévia.

Para Ausubel et al. (1980), é possível diferenciar a aprendizagem em dois tipos: a aprendizagem por recepção, na qual o estudante atua como um sujeito passivo do que aprende, e a aprendizagem por descoberta, que traz o aluno como sujeito de seu próprio aprendizado.

A aprendizagem por descoberta pode ocorrer de forma mecânica, baseada na memorização, ou pela aprendizagem por descoberta significativa, que leva a uma mudança real na organização cognitiva das estruturas anteriormente presentes, resultando em uma nova postura e numa maior capacidade de interpretar e solucionar problemas no tema abordado e assimilado (AUSUBEL et al., 1980).

A Ciência ensinada nas escolas, muitas vezes, se mostra como uma transmissão de conteúdo, sem o desenvolvimento das habilidades utilizadas pelo fazer científico. No entanto, deve-se buscar desenvolver nos estudantes as habilidades científicas praticadas fora da escola (MUNFORD; LIMA et al., 2007). Driver et al. (1999, p. 36) defendem que:

Aprender ciências requer mais do que desafiar as ideias anteriores dos alunos mediante eventos discrepantes. Aprender ciências envolve a introdução das crianças e adolescentes a uma forma diferente de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo; tornando-se socializado, em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento.

Dessa maneira, o ensino de ciências por investigação deve se basear em desenvolver no aluno uma postura de descoberta sobre aquilo que aprende. Nesse contexto, o professor passa a atuar como mediador da construção ativa do conhecimento do aluno, criando situações e questões-problema que os levem à formulação de hipóteses, experimentação, descoberta, tomada de conclusões e habilidade para divulgar aquilo que aprende, por meio da organização sistemática daquilo que aprendeu (DEBOER, 2006; CARVALHO, 2018).

De acordo com a metodologia de ensino de ciências, o aluno deve atuar como protagonista daquilo que aprende e deve aprender por meio da resolução de questões-problema trazidas pelo professor (CARVALHO, 2018). Tal metodologia contribui significativamente para a formação de um cidadão mais crítico que vê a ciência no seu cotidiano e se utiliza

²A partir de conhecimentos prévios, a zona de desenvolvimento proximal é a base para os conhecimentos seguintes.

das habilidades do pensamento investigativo para enfrentar e resolver problemas (DEBOER, 2006).

A partir da fundamentação teórica e seguindo um modelo de AUSUBEL *et al.* (1980), a avaliação deve se constituir de um processo contínuo que auxilia professores e alunos a identificar se os objetivos educacionais foram alcançados, servindo como controle de qualidade para o ensino.

Para que isso ocorra, recomenda-se que a avaliação seja processual e que sejam buscadas evidências de aprendizagem significativa, por exemplo, quando os estudantes conseguem solucionar diferentes problemas que envolvam os mesmos conceitos em diferentes níveis de dificuldade; e explicam o fenômeno com as próprias palavras, apresentando significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis (AUSUBEL *et al.*, 1980).

AUSUBEL *et al.* (1980) afirmam que os problemas sejam elaborados de forma nova, desconhecida e que exijam dos alunos uma transformação dos conhecimentos existentes. Isso é proposto na sequência didática, a partir da apresentação da seguinte questão-problema (Tabela 1): “O que ocorreria com a vida em ecossistemas aquáticos se essas algas desaparecessem?”

Nesse momento, busca-se identificar a mudança no pensamento dos estudantes, além de proporcionar a aplicação dos conhecimentos que acabaram de ser trabalhados sobre uma questão-problema e as respostas dos alunos poderão ser compartilhadas com a turma, a fim de que todos possam se autoavaliar e, qualitativamente, o professor poderá observar as aprendizagens, conforme os objetivos traçados.

III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

III.1. Caracterização da Pesquisa

A presente pesquisa pode ser considerada do tipo translacional, porque envolve a produção articulada, autorreferente e retroalimentada entre pesquisa e ensino na relação universidade-escola (COLOMBO *et al.*, 2019). Essa tipologia envolve o desenvolvimento de referencial, problemática e método nas epistemes dos centros de pesquisa e das unidades de escola básica, visando ao estudo, planejamento, implantação e avaliação de propostas, metodologias e avaliações que promovam transição entre sujeitos, saberes e o mútuo desenvolvimento institucional (COLOMBO *et al.*, 2019).

A pesquisa se desenvolveu no âmbito do Curso de Especialização no Ensino de Ciências C10 da UnB e foi realizada entre agosto e setembro de 2021, durante as aulas de PD (Parte Diversificada do Currículo)³ com 6 turmas do 8º ano de ensino fundamental no Centro de Ensino fundamental 11 de Ceilândia, Região Administrativa do Distrito Federal

Desde 1981, a unidade escolar atende a uma comunidade socioeconômica e culturalmente bastante heterogênea. Em 2021, 650 estudantes estavam matriculados na unidade escolar, que dispõe estruturalmente de 15 salas de aula, uma biblioteca, uma sala de vídeo, uma quadra poliesportiva, um refeitório, recursos de tecnologias digitais da informação e comunicação; no entanto, não possui laboratório específico para aulas de ciências naturais.

³ A Parte Diversificada do Currículo é um componente curricular da SEEDF, que visa fornecer à unidade escolar possibilidades de adequação curricular conforme suas necessidades e seus interesses.

Devido às adaptações sanitárias decorrentes da Pandemia da COVID-19, e conforme os protocolos e orientações da SEEDF, as atividades foram realizadas na modalidade semipresencial (híbrida) – com momentos presenciais e momentos realizados via plataforma *Google Sala de Aula*. As turmas foram subdivididas em grupos de, em média, 15 estudantes, que foram atendidos de forma semanal intercalada.

Um total de 50 (cinquenta) estudantes participaram de todas as fases da pesquisa, realizada em duas semanas, em atividades presenciais (aula investigativa e expositiva) e atividades remotas na plataforma *Google Sala de Aula*. A pesquisa foi formulada, aplicada e avaliada pelo professor-pesquisador que exercia a função de regente-titular das turmas.

Todos os participantes (estudantes, via responsáveis, e corpo diretivo escolar) assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), Apêndice C, no qual foram apresentados os objetivos e os métodos da pesquisa, bem como a natureza e o caráter das respectivas participações.

III.2. Desenvolvimento da Pesquisa

A sequência didática se estruturou em torno de momentos presenciais e momentos remotos, tendo como etapas: Aplicação do formulário prévio (Apêndice A) e levantamento de hipóteses, observação e descoberta das algas unicelulares, aula expositiva-dialogada a respeito do funcionamento da cadeia alimentar em ambientes de água doce, aplicação do formulário pós-atividade, com a retomada dos conhecimentos e a aplicação do conteúdo recém aprendido em uma nova questão proposta.

III.2.1 Etapa 1: Levantamento de conhecimentos prévios e formulação de hipóteses

O plano de aula se iniciou com a apresentação de um vídeo⁴ de sensibilização sobre a importância dos rios e lagos. O professor elaborou um vídeo coletando uma amostra de água de um local próximo à escola mostrando as algas unicelulares, a partir dos seguintes questionamentos norteadores: "*Que seres seriam esses? Qual a sua função nesse ecossistema?*".

Nessa etapa, já é possível levantar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, coletando as hipóteses sobre o assunto. Para isso, foi utilizado *Google Formulários*. As questões do formulário foram analisadas, considerando a capacidade dos estudantes em reconhecer as algas unicelulares e seu papel nos ecossistemas aquáticos, bem como estimular o levantamento das primeiras hipóteses.

A aplicação desse recurso buscou embasar o professor para a realização das etapas posteriores. No encontro presencial, o professor realizou a mediação retomando pontos consolidados, bem como os frágeis, tendo em vista produzir o maior número possível de hipóteses sobre o que um rio ou lago possuem em suas águas, investigando a possível presença de seres microscópicos.

Nesse momento, os estudantes foram estimulados a debater suas respostas, levando em conta que estes estão criando hipóteses sobre os fatores e seres essenciais de um ecossistema aquático. Essa etapa permitiu que o estudante identificasse os fatores primordiais que

⁴ O vídeo foi divulgado nas redes sociais da escola e na sala de aula para provocar nos estudantes a reflexão prévia sobre o tema proposto.

sustentam a vida em ambientes aquáticos, a partir de seus conhecimentos prévios e da intervenção do professor. Os momentos presenciais foram gravados em áudio para posterior análise.

Os dados obtidos da síntese da análise dos questionários, bem como das intervenções orais no encontro presencial, direcionaram a continuidade da atividade investigativa. A possibilidade do não alcance dos objetivos levará a uma aula de revisão sobre os conhecimentos prévios necessários à atividade sobre Fotossíntese, Ciclo do Carbono e Teias Alimentares. Caso eles estejam satisfatoriamente contemplados, o professor poderá seguir com o momento de descoberta dos estudantes.

III.2.2 Etapa 2: Aula presencial: Consolidação da atividade investigativa

A aula presencial (40 minutos) se iniciou com o objetivo de os estudantes observarem uma gota d'água (coletada em lago ou rio próximo)⁵ em nível microscópico (Tabela 1). Para isso, são possíveis ao menos duas estratégias, conforme disponibilidade técnica e tecnológica: (i) utilizar um microscópio monocular simples e apresentar, o que se observa na amostra coletada⁶; ou (ii) utilizar vídeos disponíveis na internet e que apresentam uma análise de água em condições análogas à anteriormente coletada⁷.

Seja qual for a estratégia, a partir da análise microscópica d'água, os estudantes são questionados pelo professor sobre (Quadro 1): *"Qual seria então o papel desses seres? O que eles produzem? Por que eles existem? Seriam esses seres importantes ou não?"*.

O objetivo dessa etapa é que a mediação proporcione um debate entre os estudantes, com levantamento de argumentação e formulação de novas hipóteses. Durante o processo de argumentação acerca da função dos seres microscópicos da água, foi abordada a diversidade em cores e formas do fitoplâncton (Figura 1).

Na sequência, o professor instigou os alunos sobre qual seria a função desses seres e como eles se relacionariam com os fatores necessários a vida de um lago, partindo das respostas obtidas do formulário prévio. Realizou-se uma intervenção expositiva do professor sobre a função ecológica das algas (sua função fotossintética, a produção de oxigênio dissolvido na água e a base da cadeia alimentar aquática). Complementarmente, explorou-se o complexo funcionamento de uma cadeia alimentar aquática.

III.2.3 Etapa 3: Formulário Pós-Atividade

Após o momento de observação, debate, e explanação, os alunos foram convidados a responder às questões anteriores do formulário prévio, com exceção da questão número 1. O formulário pós-Ai visa ao levantamento de dados sobre mudanças de conceitos dos estudantes sobre o tema e possui uma pergunta que leva o aluno a refletir sobre o que aprendeu e aplicar este conhecimento (Tabela 1).

⁵ A coleta pode ser feita em um recipiente domiciliar de vidro e a análise recomenda-se ser realizada no mesmo dia em microscopia óptica, podendo ser filmada e o vídeo demonstrado aos estudantes.

⁶ Exemplo disso pode ser encontrado no vídeo "Experimento com algas microscópicas". Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=reW6GdUqQqE>. Acesso em 21 maio. 2021.

⁷ São exemplos os vídeos: "Zooplankton Humedales Bogota (HD) - living under microscope (Rotíferos, protozoos y turbelarios)", disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IfENPUdWp80> ", disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=IdyV6SXN3lk> . Ambos acessados em 21 maio. 2021.

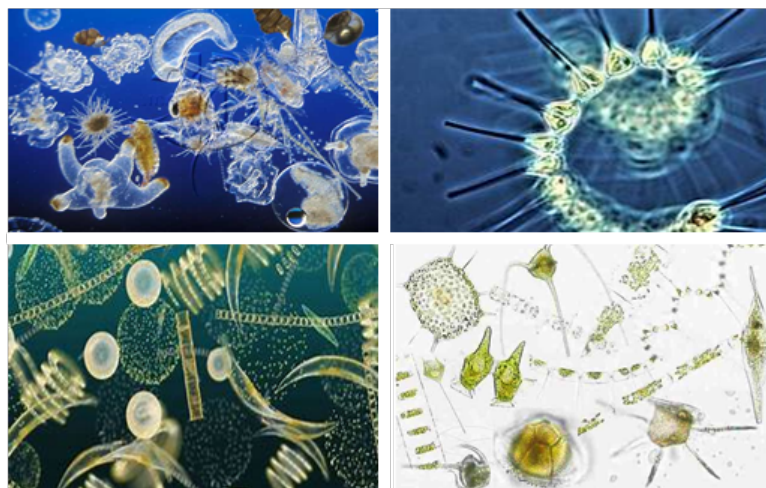


Figura 1: Exemplos de imagens utilizadas para a ilustrar a diversidade de microalgas. Fonte: Google Imagens. Acesso em: 21 maio. 2021.

III.3. Estratégias didáticas

O conjunto de estratégias didáticas que compõem a Ai é representado pela Tabela 2.

III.4. Recursos Avaliativos

A aprendizagem por descoberta significativa, que leva a uma mudança real na organização cognitiva das estruturas anteriormente presentes, resulta em uma nova postura e numa maior capacidade de interpretar e solucionar problemas no tema abordado e assimilado (AUSUBEL *et al.*, 1980).

Nessa perspectiva, a avaliação, enquanto fase do ensino e um dos elementos da educação, é um processo contínuo que auxilia professores e alunos a identificar se os objetivos educacionais foram alcançados, servindo como controle de qualidade para o ensino (BARREIRA *et al.*, 2006).

Para que isso ocorra, recomenda-se que ela seja processual e que sejam buscadas evidências de aprendizagem significativa, por exemplo, quando os estudantes conseguem solucionar diferentes problemas que envolvam os mesmos conceitos em diferentes níveis de dificuldade; e explicam o fenômeno com as próprias palavras, apresentando significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis.

Ausubel *et al.* (1980) afirmam que problemas sejam elaborados de forma nova, desconhecida e que exijam dos alunos uma transformação dos conhecimentos existentes. Isso é proposto na sequência didática com a questão-problema final no formulário pós Ai (Tabela 1).

Nesse momento, buscou-se identificar a mudança no pensamento dos estudantes sobre a função ecológica desses seres vivos, além de proporcionar a aplicação dos conhecimentos que acabaram de ser trabalhados sobre uma questão problema. As respostas dos alunos foram compartilhadas com a turma, a fim de que todos pudessem se autoavaliar e, qualitativamente, o professor poderá observar aprendizagens conforme os objetivos traçados.

Tabela 2: Conjunto de atividades investigativas desenvolvidas sobre a Função das algas unicelulares e o funcionamento de ecossistemas aquáticos.

Conteúdos/habilidades a serem trabalhados	Estratégias
Identificar os fatores primordiais que sustentam a vida em ambientes aquáticos, como a luz, oxigênio e matéria orgânica.	Aula 1: O professor demonstra o vídeo: A cidade e o Rio e instrui os alunos a responder o formulário prévio. Nesse momento, o professor deve reforçar a pergunta: <i>O que um rio deve ter para que tenha uma grande quantidade de vida?</i>
Reconhecer, a partir de procedimentos investigativos, as algas unicelulares como seres fotossintetizantes e, portanto, produtores de oxigênio e sua função na base da cadeia alimentar de ecossistemas aquáticos.	Aula 2: O professor inicia a aula convidando os alunos a observar uma gota em microscopia, levando-os a observar as microalgas. O professor instiga os alunos ao debate e à confirmação de suas hipóteses levantadas, a partir das questões norteadoras: <i>O que seriam esses seres? Por que existem tantos em uma só gota? Qual seria a função deles na água desse rio?</i>
Reconhecer a biodiversidade microscópica do ecossistema aquático. Descrever a função das algas na produção de oxigênio e na sustentação da cadeia alimentar. Descrever as relações alimentares entre o fitoplâncton e o zooplâncton.	Após o registro das conclusões dos alunos, a partir da observação da gota em microscopia, o professor inicia uma explanação sobre algas unicelulares e sobre o funcionamento de ecossistemas aquáticos.

Fonte: Fonte: Elaboração própria (2021).

IV. RESULTADOS

A aplicação da atividade investigativa (Ai) se iniciou com a publicação, nas redes sociais da escola, de um pequeno vídeo do professor coletando amostra de água de um lago e mostrando aos alunos a existência de seres unicelulares verdes presentes na amostra.

Nesse momento, o professor fez as primeiras perguntas de caráter investigativo aos estudantes, de forma a fomentar o interesse acerca do tema que seria trabalhado e a subsidiar o debate antes do momento investigativo (Tabela 1).

Após esse momento fomentador e de divulgação da atividade investigativa, foi aplicado junto aos estudantes o formulário pré- Ai. A pergunta: *“O que um rio deve ter em suas algas para ter grande quantidade de vida?”* levou os estudantes à formulação de hipóteses, como:

- Água, comida, luz, não ter sujeira. (Aluno1)
- Comida, luz, oxigênio. (Aluno 2)
- Luz, vários peixes, comida, plantas nas margens (Aluno 3)

- *Comida, oxigênio, luz, não ter lixo. (Aluno 4)*
- *Deve se ter alimentos tanto para os carnívoros tanto para os herbívoros, deve se ter um ambiente bom para que eles se reproduzam. deve se ter arvores, pois suas raízes impedem a terra/areia de cobrir o rio. (Aluno 5)*
- *É essencial em um rio, água, plantas, bactérias, luz do sol. (Aluno 6)*

Em sala de aula, o professor começou a atividade investigativa trazendo aos estudantes uma situação hipotética, em que dois rios chamados de A e B têm uma diferença em relação à quantidade de peixes e de vida, visando à formulação de hipóteses no momento presencial.

- *Suponhamos que temos dois rios, o rio A e o rio B, no rio A temos muitos peixes e muitos outros seres vivos, já no rio B temos pouca vida, por que vocês acham que isso está acontecendo? (Professor)*
- *O outro tem mais comida. (Aluno 1)*
- *O B está poluído. (Aluno2)*
- *Então, vamos retomar aquela pergunta na atividade da plataforma:- O que um rio deve ter em suas águas para ter grande quantidade de vida? (Professor)*
- *Comida, oxigênio, outros peixes, luz. (Aluno1)*

No momento presencial, pode-se observar o levantamento de hipóteses por parte dos estudantes. Em seguida, foram demonstrados aos estudantes vídeos e imagens de algas unicelulares verdes, por meio de uma apresentação de *slides*, enquanto as imagens eram demonstradas, o professor questionou os estudantes de modo a fomentar o debate:

- *Se um rio precisa de comida, oxigênio e luz, o que será que esses seres realizam? (Professor).*
- *Fotossíntese? (Alunos)*
- *Exatamente! Essas são as algas unicelulares e são elas que vamos estudar mais a fundo hoje. (Professor)*

Nessa etapa da atividade investigativa, os estudantes, munidos de seus conhecimentos prévios, puderam constatar que os seres mostrados nas imagens e vídeos, apresentados pelo professor, deveriam ser os responsáveis pela fotossíntese desse ecossistema, evidenciando a tomada de uma conclusão baseada em suas hipóteses levantadas e em sua observação.

Após esse momento, o professor explicou de forma expositiva e dialogada a cadeia alimentar sustentada pelo fitoplâncton, através do processo fotossintetizante, liberando o oxigênio dissolvido na água e servindo de alimento para o zooplâncton, que, alimenta peixes menores e, por sua vez, é fonte de alimento para peixes maiores (ESTEVES, 1998).

Em seguida, o professor fez a pergunta de aplicação do conhecimento recém adquirido, pergunta que é respondida no formulário pós-Ai (Tabela 1). Dentre as respostas, podem-se destacar:

- Todos iam morrer. (Aluno 1)
- Todos iam morrer por falta de oxigênio e comida. (Aluno 2)
- Colapso da cadeia alimentar por falta de comida e oxigênio. (Aluno 3)

Após essa etapa, o professor propôs a aplicação do conhecimento recém-adquirido com a aula em uma nova situação. A partir da análise qualitativa das respostas dos estudantes, pode-se observar um ganho na capacidade de argumentação e da tomada de decisão sobre as consequências ao ecossistema na situação hipotética, uma vez que os estudantes se mostraram aptos a aplicar o conhecimento recém adquirido em uma nova questão-problema tanto no momento presencial quanto na atividade na plataforma.

Resultados quantitativos também puderam ser observados, ao comparar as respostas prévias e pós-atividade. Antes da realização, 48% dos estudantes responderam conhecer algas unicelulares e 52% relatou desconhecer esses seres vivos. Após, o percentual, dos que assinalaram conhecer tais seres foi de 80%, evidenciando um aumento bastante considerável no conhecimento do tema, conforme ilustra a Figura 2.

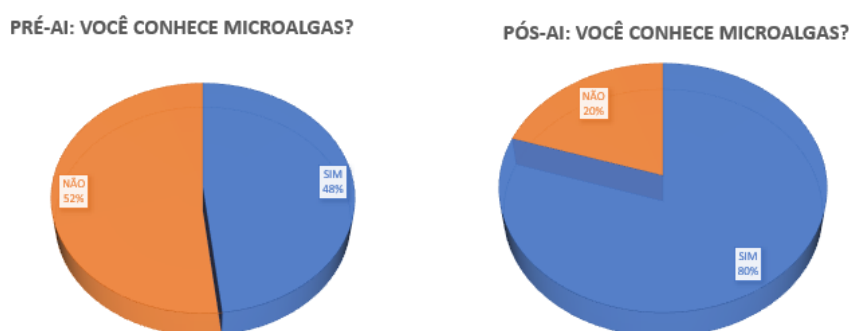


Figura 2: Questão 1 comparativo Pré-AI (formulário prévio) e Pós-AI (formulário após a atividade investigativa). Fonte: Elaboração própria.

Com relação à observação das imagens dos seres que os estudantes acreditavam ser fotossintetizantes, observou-se que 48 das respostas antes da realização da atividade vincularam a atividade fotossintetizante aos seres do reino *plantae*, assinalando em sua grande maioria as plantas e as algas pluricelulares (45 respostas, anteriormente englobadas no referido reino, como seres fotossintetizantes). Já seres pertencentes ao fitoplâncton pouco foram descritos como responsáveis por essa função ecológica, sendo assinalado apenas por 20 respostas dos estudantes, como observado na figura 3:

Após a aplicação da atividade investigativa (Ai), pode-se observar uma significativa mudança no padrão de respostas dos participantes. É importante observar o aumento do número de respostas vinculando o fitoplâncton como um organismo fotossintetizante, 20 no pré-Ai e 30 no pós-Ai e a redução considerável na vinculação de seres do reino animal como o crustáceo, sendo 8 respostas no pré-AI e apenas 2 respostas no pós-AI. A respeito da questão 5, várias mudanças de respostas puderam ser observadas, como demonstra a Figura 4.

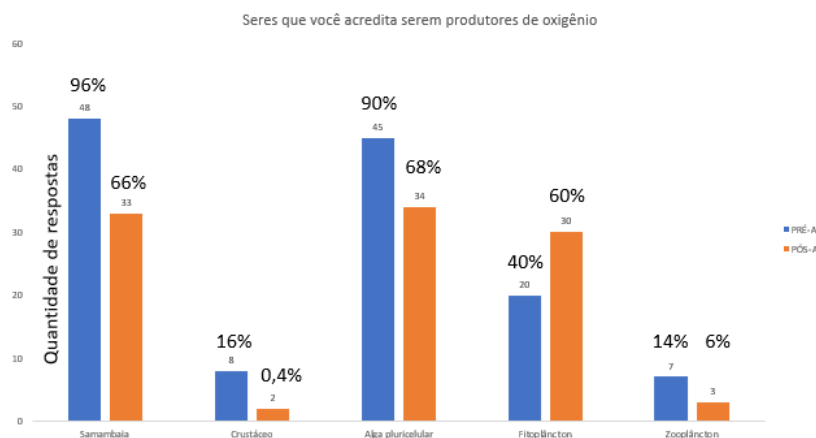


Figura 3: Resultados da questão 3 dos formulários pré-AI e Pós-AI. Fonte: Elaboração própria.

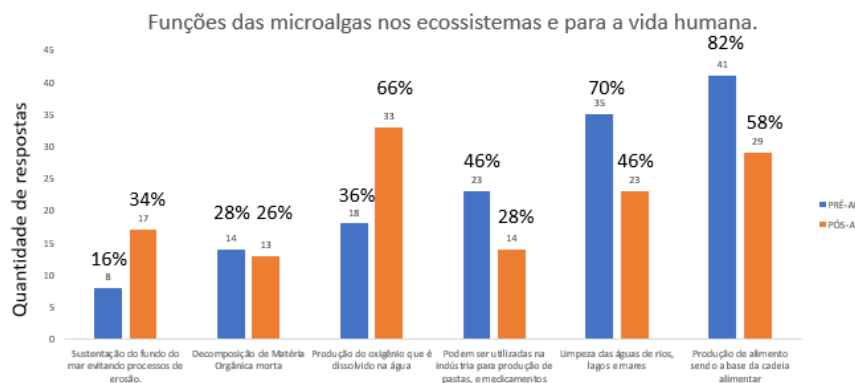


Figura 4: Respostas à questão 5 do Pré-AI e do Pós-AI. Fonte: Elaboração própria.

Antes da aplicação da atividade, apenas 18 respostas dos estudantes vincularam as algas unicelulares como produtoras de oxigênio em ecossistemas aquáticos; após a aplicação, esse número chegou a 33 (um aumento de 83,3%).

Também se pôde observar diminuição do número de respostas que atribuem às algas funções erradas, como: limpeza das águas de rios e mares (que, no Pré-Ai, obteve 35 respostas e, no Pós-Ai, 23); e no seu papel equivocado como decompositores, em que foi observada uma redução de 14 respostas no Pré-Ai para 13 respostas no Pós-Ai.

Para análise das respostas às questões 3 e 5 dos formulários pré-Ai e Pós-Ai, optou-se por trazer também o número absoluto de respostas dos estudantes, uma vez que eles poderiam escolher mais de uma opção de respostas, favorecendo, assim, a compreensão dos dados pelo leitor. Tal análise dos dados não se baseou em uma análise da trajetória cognitiva individual, na perspectiva ausubeliana, mas em uma análise do conjunto das respostas fornecidas pelo grupo de estudantes. Esse tipo de aprendizado é fundamental para o ensino por investigação que, segundo Sasseron e Carvalho (2011), deve se pautar

no desenvolvimento de atividades em sala de aula que possibilitem argumentações entre alunos e professor em momentos de investigação, a levados a formular hipóteses, criar argumentos para defendê-las, alcançando assim uma aprendizagem coletiva.

V. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A *Ai* desenvolvida neste trabalho teve como pressupostos o ensino por investigação, que busca trabalhar nos estudantes capacidades como: formulação de hipóteses, observação e tomada de conclusões, buscando o aperfeiçoamento de competências e habilidades para:

[...] pensarem, levando em conta a estrutura do conhecimento; falarem, evidenciando seus argumentos e conhecimentos construídos; lerem, entendendo criticamente o conteúdo lido; escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (CARVALHO, 2018, p. 4).

Tais pressupostos foram buscados por meio da sequência didática investigativa, uma vez que os alunos foram levados ao levantamento de hipóteses com uma pergunta investigativa antes da descoberta da existência do fitoplâncton, no formulário prévio que também foi usada pelo professor no momento presencial como forma de fomentar o levantamento de ideias (Quadro 1).

O levantamento de hipóteses por parte dos estudantes foi verificado tanto no momento presencial quanto no formulário prévio, trazendo à sala de aula fatores bióticos e abióticos responsáveis pela manutenção da vida em ecossistemas de água doce. Isso ficou evidenciado nas falas dos estudantes, como ilustrado a seguir:

- *Água, comida, luz, não ter sujeira. (Aluno 1)*
- *Comida, luz, oxigênio. (Aluno 2)*
- *Luz, vários peixes, comida, plantas nas margens. (Aluno 3)*
- *Comida, oxigênio, luz, não ter lixo. (Aluno 4)*
- *Deve se ter alimentos tanto para os carnívoros tanto para os herbívoros, deve se ter um ambiente bom para que eles se reproduzam. deve se ter arvores pois suas raízes impedem a terra/areia de cobrir o rio. (Aluno 5)*
- *É essencial em um rio, água, plantas, bactérias, luz do sol. (Aluno 5)*

Portanto, a questão-problema utilizada pelo professor se mostrou eficaz em despertar nos estudantes a elaboração de hipóteses, apresentando características de uma questão-problema relacionada com os conceitos espontâneos dos alunos, oportunizando relacionarem o que aprenderam com o mundo em que vivem, sendo essa uma importante função desse recurso didático (DRIVER *et al.*, 1999).

Na proposta de ensino, o professor levou os alunos à descoberta da existência das microalgas verdes e fomentou novamente o debate e o surgimento de ideias com falas como: *“Se então um rio precisa de comida, oxigênio e luz, o que será que esses seres realizam?”*

A partir da observação das imagens e da pergunta formulada pelo docente, o processo fotossintetizante foi retomado pelos estudantes, baseado nos fatores por eles levantados como primordiais à vida em ecossistemas aquáticos, e mostrando que a estratégia didática foi eficaz ao oferecer subsídios aos estudantes em tomar suas conclusões a respeito do que observavam e analisavam.

A sequência didática investigativa seguiu o modelo de ensino por descoberta significativa descrita por Ausubel *et al.* (1980) em que o estudante descobre aquilo que aprende, e assim tem uma mudança em sua estrutura prévia de aprendizagem, tal mudança pode ser observada, caso o discente aplique o conhecimento adquirido em uma nova situação proposta, tal fato foi buscado pelo professor na pergunta do formulário Pós-Ai (Apêndice B) e também oralmente no momento presencial da atividade investigativa por meio da pergunta (Quadro 1).

A observação das respostas, tanto escritas como orais, corroboram a mudança no padrão anterior de conhecimento, bem como ganhos de argumentação e elaboração da resposta, como:

- *Colapso da cadeia alimentar devido a falta de oxigênio e de alimento. (Aluno 1)*
- *Colapso do ecossistema, falta de ar oxigênio e alimento. (Aluno 2)*
- *Faltaria oxigênio e comida para os peixes e com isso eles iriam morrer. (Aluno3)*
- *A vida acabaria neste Lago porque as algas é que produzem ar (oxigênio) dentro dos lagos e os peixes e outros seres vivos que vivem dentro desse Lago comem as algas então a vida desse Lago acabaria. (Aluno 4)*

Essas respostas demonstram o ganho pedagógico dos estudantes em reconhecer as algas como seres fotossintetizantes e como base da cadeia alimentar de um rio ou lago.

A respeito do conhecimento prévio dos estudantes acerca da existência das microalgas, antes da realização da atividade, metade deles respondeu já conhecer algas unicelulares, evidenciando uma difusão desse conhecimento em parte dos estudantes, adquirido via meios formais ou informais. Após a aplicação, o percentual de estudantes que relataram conhecer tais seres foi de 83%, evidenciando um aumento no conhecimento acerca do tema entre os participantes e contribuindo como uma estratégia de ensino para o reconhecimento da existência das algas unicelulares. Esses resultados favoreceram melhor compreensão do funcionamento dos ecossistemas aquáticos.

Outro importante dado relevante é que, antes da atividade investigativa, apenas 20 respostas assinalaram o fitoplâncton como um ser fotossintetizante. Após a Ai, esse número chegou a 30, um aumento de 50%. Dessa forma, a atividade investigativa se mostrou eficaz em aumentar a percepção dos estudantes dos seres unicelulares como fotossintetizantes.

Esse é um grande desafio didático para o ensino de ciências, uma vez que processos como os da fotossíntese são quase sempre relacionados às plantas e não a seres unicelulares, como algas e bactérias que compõem o fitoplâncton (AGUIAR *et al.*, 2013).

Antes da aplicação da Ai, em 18 respostas os estudantes marcaram as algas como produtoras de oxigênio em ecossistemas aquáticos; após, 33 deles o fizeram. Além de relacionar a fotossíntese às algas observadas, os estudantes relacionaram que a produção

do oxigênio dissolvido na água é fundamental para a vida desse ecossistema quando das respostas sobre a hipotética inexistência desses seres.

Uma vez que o oxigênio dissolvido na água é resultado do processo fotossintético, o dado aponta que os estudantes obtiveram um considerável aumento na percepção das algas unicelulares como responsáveis pelo referido processo. Além disso, a sequência didática contribuiu com o aprendizado da fotossíntese, tema de difícil compreensão dos estudantes de ensino fundamental (SOUZA; ALMEIDA, 2002). Observou-se que o número de respostas atribuindo as algas unicelulares o papel de produtores de alimento após a Ai sofreu uma redução. No momento presencial essa função foi percebida e relatada pelos estudantes, porém não registrada no formulário, mostrando que o aluno pode compreender processos e não conseguir aplicar em questões de múltipla escolha, reforçando o papel de questões abertas em tais práticas de ensino.

Desse modo, a atividade demonstrou resultados positivos significativos como estratégia didática para o desenvolvimento de habilidades investigativas dos estudantes, mostrando-se como uma importante estratégia de ensino acerca do funcionamento dos ecossistemas aquáticos, particularmente o papel das microalgas na manutenção da cadeia alimentar.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo realizado com os estudantes do 8º ano do Ensino Fundamental de Anos Finais baseou-se na construção, aplicação e análise de dados de uma sequência didática de ensino por investigação visando desenvolver de habilidades investigativas (descoberta, formulação de hipóteses, inferência, tomada de conclusões) em torno do papel das algas unicelulares na cadeia alimentar de ecossistemas aquáticos de água doce.

Na sequência didática desenvolvida (aulas práticas expositivas e dialogadas), os estudantes foram desafiados a mobilizar os conhecimentos adquiridos para se engajar em uma nova questão-problema proposta, se expressando tanto oralmente (discussão) como de forma escrita (formulário pós-Ai), e demonstraram ganhos qualitativos em sua capacidade de expressão, argumentação e aplicação dos conceitos abordados. Em geral, os temas sobre a diversidade de algas e a fotossíntese são conteúdos que requerem a assimilação de muitas terminologias. No entanto, ao articular esses conteúdos na proposta investigativa, a atividade permitiu que essas terminologias fossem aplicadas como instrumentos de suporte às hipóteses e argumentos às questões levantadas.

As participações dos estudantes nos momentos presenciais e a análise comparativa das respostas do formulário prévio (pré-Ai) e após atividade investigativa (pós-Ai) demonstraram mudanças conceituais significativas no grupo dos estudantes, a respeito da importância das algas unicelulares na cadeia alimentar.

A sequência didática atingiu, assim, os seus objetivos satisfatoriamente ao oportunizar a formulação de hipóteses, a descoberta e a tomada de conclusões pelos estudantes com a aplicação do conhecimento recém adquirido em um novo contexto.

Estudos complementares, preferencialmente com públicos mais diversos e em escalas maiores, poderão refletir e problematizar aspectos não alcançados neste, como, por exemplo, a análise da trajetória cognitiva individual dos estudantes, as suas relações com concepções alternativas e a aplicação ressignificada dos conhecimentos científicos e das habilidades

investigativas desenvolvidas. De todo modo, a atividade relatada contribui como uma estratégia de ensino investigativo eficiente para o ensino de microalgas e fotossíntese e se propõe como mais uma alternativa viável de qualificação do ensino de ciências no ensino fundamental, com base em referencial teórico-metodológico investigativo e pautado em aprendizagens significativas.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. C. C.; BIANCHI, C. S.; FERREIRA, Y. C. S.; SILVA, M. M.; THIMÓTEO, Rachell Ramalho Correia. Concepções sobre algas na educação básica como ponto de partida pra reflexões no ensino de Ciências e Biologia. **E-mosaico**, v. 2, n. 4, p. 1-16, dez., 2013.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D. P. **Educational psychology: a cognitive view**. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BARREIRA, C.; BOAVIDA, J.; ARAÚJO, N. Avaliação formativa: novas formas de ensinar e aprender. **Revista portuguesa de pedagogia**, v. 2, n. 40 p. 95-133, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

DISTRITO FEDERAL. Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal. **Currículo em Movimento do Distrito Federal: Ensino Fundamental anos iniciais - anos finais**, 2018.

CAETANO, L. M. A epistemologia genética de Jean Piaget. **ComCiência**, n. 120, v. 1, n. 120, p. 130-136, 2010.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **RBPEC**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

COLOMBO, I. M.; ANJOS, D. A. S.; ANTUNES, J. R. PESQUISA TRANSLACIONAL EM ENSINO: UMA APROXIMAÇÃO. **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 3, n. 1, p. 51-70 2019.

DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In: FLICK, L. D.; LEDERMAN, N. G. (Eds.). **Scientific Inquiry and Nature of Science**. Netherland, NED, Springer, p. 17-35, 2006.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.; SCOTT, P. **Constructing scientific knowledge in the classroom**. Educational Researcher, n. 7, p. 5-12, 1994. Tradução de MORTIMER, E. Construindo conhecimento científico em sala de aula. Química Nova na

Escola, n. 9, p. 31-40, 1999

ESTEVEES, F. A. Fundamentos de limnologia. **Interciência**, Rio de Janeiro: 1998.

GEWANDSZNAJDER, F. Teláris Ciências, Ensino Fundamental Anos Finais/ Fernando Gewandsznajder, Helena Pacca. 3. Ed.- São Paulo; Ática, 2018.

KESSELRING, T. **Jean Piaget**. Petrópolis: Vozes, 1993.

MACHADO, A. L. S.; ZANETI, I C. B. B.; HIGUCHI, M. I. G. A degradação dos cursos hídricos urbanos, uma abordagem sobre gestão e educação ambiental. **RIAEE – Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, Araraquara, v. 14, n. 3, p. 1124-1138, jul./set., 2019.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

PECHLIYE, M.; BANDEIRA, C. M. S; JORDÃO, R. S. Por que as algas e bactérias não são amplamente reconhecidas como seres fotossintetizantes? **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, [en línea], n. extra, p. 2265-9, 2013.

SANTOS, A. O.; OLIVEIRA, G. S.; JUNQUEIRA, A. M. R. Relações entre aprendizagem e desenvolvimento em Piaget e Vygotsky: o construtivismo em questão. **Itinerarius Reflectio-nis**, v. 10, n. 2, p. 1-31, 2014.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão Bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SOUZA, S. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. A fotossíntese no ensino fundamental: compreendendo as interpretações dos alunos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, n. 1, p. 97-111, 2002.

VYGOTSKY, L. S. **Obras Escogidas**: problemas de psicologia geral. Madri: Gráficas Rogar, Fuenlabrada, 1982.



Buracos Negros e suas Diferentes Faces

Black Holes and its many Sides

LUCCA LOPES DIAS SANTOS^{*1}, VANESSA CARVALHO DE ANDRADE^{†2}

^{1,2}Instituto de Física – Universidade de Brasília

Resumo

Considerando o Equivalente Teleparalelo da Relatividade Geral (teoria alternativa para a descrição da interação gravitacional) obtemos, por intermédio de uma revisão dos temas constantes na literatura da área, as equações de campo para alguns modelos de buracos negros em regime clássico. É feita, inicialmente, uma comparação entre a Relatividade de Einstein - a qual se utiliza de geometria diferencial para descrever o espaço-tempo - e seu equivalente teleparalelo - que, por sua vez, modela a gravitação como uma teoria de calibre (Gauge). Discorre-se, então, sobre as soluções de Schwarzschild e Kerr para as equações de campo (bem como suas interpretações físicas) e obtém-se os objetos matemáticos necessários para a construção de seu equivalente teleparalelo (como tetradas, conexões e o tensor de torção, por exemplo). Infere-se como essas diferentes maneiras de formular a Relatividade são equivalentes entre si, matematicamente consistentes e trazem, cada uma, variadas interpretações para o funcionamento do espaço-tempo, realizando tanto quanto possível uma transposição didática dos conceitos abordados nas publicações estudadas. As diferentes faces dos buracos negros são expostas, nessa perspectiva, na medida em que é possível descrevê-los por intermédio de diferentes formalismos.

Palavras-chave: Relatividade Geral. Buraco negro de Schwarzschild. Buraco negro de Kerr. Teorias alternativas. Teleparalelismo.

Abstract

In the context of the Teleparallel Equivalent of General Relativity (an alternative theory able to describe gravity) we have obtained, through the review of subjects in the literature, the field equations for some black hole models in a classical perspective. We first compare Einstein's Relativity, which uses differential geometry to describe the space-time, and its teleparallel equivalent, which molds gravitation as a Gauge Theory. We then discuss the Schwarzschild and Kerr solutions for the field equations (and its physical interpretations) and obtain the mathematical tools required for building up its teleparallel equivalent (such as tetrads, connections and the torsion tensor). We conclude how these distinct ways of formulating Relativity are equivalent, mathematically consistent and provides, each one on its own way, different interpretations for the space-time behavior, while we make the didactic transposition of the subjects in the papers or books consulted.

*lucalopes37@gmail.com

†vcandrade@unb.br

The black holes many faces are then shown as it is possible to describe them through different formalisms.

Keywords: *General Relativity. Schwarzschild black holes. Kerr black holes. Alternative theories. Teleparallel gravity.*

I. INTRODUÇÃO

A teoria da Relatividade Geral (RG), tal como construída por Albert Einstein, descreve a interação gravitacional - uma das quatro interações fundamentais da natureza -, relacionando a massa e a energia dos corpos com a geometria do espaço-tempo. Schutz aponta, então, como Einstein modela a gravitação usando espaços curvos (de caráter Riemanniano); os efeitos gravitacionais passam a ser vistos como consequência da curvatura inerente à geometria adotada, enquanto a trajetória de partículas em queda livre se relaciona com geodésicas na superfície de uma variedade (SCHUTZ, 2009).

Esse formalismo consegue descrever corretamente uma série de fenômenos, obtendo ampla e sólida confirmação experimental ao longo dos anos (dentro de certos domínios de validade). Segundo Capozziello, porém, a Relatividade Geral de Einstein apresenta algumas deficiências, tais como a presença de singularidades, a ausência (até então) de uma teoria de gravitação quântica consistente e a necessidade de assumir, a nível galáctico e extra-galáctico, a existência de matéria escura e energia escura a fim de explicar os dados obtidos experimentalmente sobre a dinâmica cósmica (CAPOZZIELLO; LAMBIASE, 2014; CAI, 2016).

Além disso, há diferenças conceituais na forma como a RG e as demais interações fundamentais são construídas: enquanto a relatividade se edifica em interpretações geométricas ao descrever a gravitação, como dito anteriormente, as forças fraca, forte e o eletromagnetismo são formulados como teorias de Gauge (ou de Calibre) (ALDROVANDI; PEREIRA, 2016). Estas últimas também possuem caráter geométrico em sua elaboração, pois consideram certas estruturas, como fibrados e espaços internos, às quais é possível associar conexões e derivadas covariantes, mas não necessariamente atribuem, quando aplicadas à gravitação, os efeitos gravitacionais à mudança da geometria do espaço em si (ALDROVANDI; PEREIRA, 2012). Uma tentativa de unificação passa a ser, então, inviabilizada devido aos alicerces teóricos de cada modelo. Assim, suscita-se o questionamento: não seria possível reconstruir a relatividade de forma a superar esses percalços?

É nesse contexto que surge o Equivalente Teleparalelo da Relatividade Geral, uma teoria alternativa à RG que busca descrever a gravitação como uma teoria de Gauge. No teleparalelismo, não mais a curvatura é a causa dos efeitos gravitacionais e a lagrangiana teleparalela, diferentemente da lagrangiana de Einstein-Hilbert - a qual se constitui com o escalar de Ricci -, passa a adotar um escalar obtido com contrações do tensor de torsão como argumento (ALDROVANDI; PEREIRA, 2012). São estabelecidos novos objetos matemáticos (tais como as tetradas) responsáveis por permitir a elaboração do novo formalismo e da estrutura teórica necessária para sua sustentação (como novas conexões, o tensor de torsão e superpotenciais, por exemplo) (ANDRADE, 2000b).

Ressalta-se, também, como a busca por teorias alternativas à Relatividade constituem um campo bastante prolífico para a produção de novos modelos teóricos. Com uma base histórica cujo desenvolvimento encontra sua gênese em investigações realizadas pelo próprio Einstein, partindo de teorias como a de Einstein-Cartan e passando por desenvolvimentos de Hayashi décadas depois (como indicado por Aldrovandi e Pereira), muito vem sendo feito na área atualmente. Abrem-se possibilidades não somente para o estudo do teleparalelismo, mas também de extensões do mesmo, com as teorias $f(T)$, nas quais são consideradas funções não lineares da torsão na lagrangiana, ou teorias dos tipos $f(R)$, $f(R, T)$, tensor-escalar, dentre uma miríade de outras possibilidades (CAI, 2016; CAPOZZIELLO; LAURENTIS, 2015).

Tais esforços em estabelecer uma nova teoria não descartam, no entanto, o quão bem sucedida a RG já se mostrou em diversos testes no regime clássico. Mostram-se como proeminentes exemplos a correção nos valores relativos ao avanço do periélio de Mercúrio (D'INVERNO, 1992) - no domínio de nosso sistema solar - e as recentes detecções de ondas gravitacionais pela iniciativa LIGO (ABBOTT, 2016). Todavia, essas evidências experimentais não excluem a possibilidade das extrapolações teóricas propostas pelas teorias alternativas. Isto é, a RG pode ser uma teoria com domínio de validade restrito às situações aplicadas atualmente, mas em situações nas quais vale a Mecânica Quântica, como no Big Bang e em buracos negros - onde atuam campos de extrema intensidade - uma teoria mais ampla pode ser necessária. Visa-se justamente superar aparentes limitações (como as já citadas) do ferramental teórico hoje existente.

Dessa forma, é possível descrever fenômenos - e modelos - com os quais a RG já vem há muito lidando sob a perspectiva do formalismo teleparalelo. Assim, dedicamo-nos a estudar as soluções para alguns modelos de buracos negros em regime clássico nesse contexto. Mais especificamente, são levadas em conta as soluções de Schwarzschild e de Kerr para as equações de campo de Einstein, as quais adotam simetrias e descrevem, respectivamente, buracos negros estáticos (singularidades sem informação dinâmica atreladas ao seu comportamento) e buracos negros em rotação (D'INVERNO, 1992). Encontramos as equações de campo teleparalelas e construímos os objetos matemáticos necessários para tal, verificando a equivalência entre a RG e o teleparalelismo.

II. RELATIVIDADE GERAL E SEU EQUIVALENTE TELEPARALELO

Considerando os resultados já obtidos pela RG, é possível desenvolver um formalismo alternativo capaz de recuperá-los. Tal desenvolvimento - no escopo deste artigo - parte do conceito de transformação de Gauge; é necessário, porém, levar em conta as noções básicas da relatividade de Einstein as quais visamos reproduzir.

II.1. Conceitos fundamentais da Relatividade Geral

Na Relatividade Geral, o espaço-tempo é modelado como uma variedade diferenciável 4-dimensional. As trajetórias de partículas (isto é, suas linhas de mundo) movendo-se no espaço passam, então, a ser identificadas com geodésicas. Nessa descrição, é de grande importância o estabelecimento de uma métrica - o objeto matemático responsável por

estabelecer distâncias no espaço - a qual se concretiza sob a forma do tensor métrico $g_{\mu\nu}$ com a relação

$$ds^2 = g_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu, \quad (1)$$

ds^2 , então, é o chamado "elemento de linha", intimamente ligado com as distâncias estabelecidas no espaço tempo, e $\mu = 0, 1, 2, 3$ são índices tensoriais¹.

Dessa forma, $g_{\mu\nu}$ passa a ser o objeto fundamental para descrever a gravidade (CAI, 2016), e os demais objetos matemáticos do formalismo de Einstein podem ser escritos em função do tensor métrico². Destacam-se, dentre eles, as conexões de Levi-Civita e o tensor de curvatura (ou de Riemann): as conexões surgem como consequência do caráter "curvo" que o espaço-tempo assume, podendo ser encaradas como uma forma de manter as transformações (operações de derivação) sofridas pelos demais objetos matemáticos covariantes (de forma que continue valendo a linearidade e a regra de Leibniz em sua aplicação) - daí o estabelecimento da "derivada covariante"; o tensor de curvatura, por sua vez, é o responsável por descrever a deformação espaço-temporal. Contraindo sucessivamente o tensor de Riemann com a métrica, obtém-se também o tensor de Ricci e o escalar de Ricci de maneira que, com o auxílio dos objetos citados, conseguimos escrever o chamado "tensor de Einstein", expressão relacionada com as equações de campo da RG³.

A conexão de Levi-Civita, o tensor de curvatura, o tensor e o escalar de Ricci, bem como o tensor de Einstein, são respectivamente dados por (ALDROVANDI; PEREIRA, 2012; D'INVERNO, 1992):

$$\overset{\circ}{\Gamma}{}^\sigma{}_{\mu\nu} = \frac{1}{2} g^{\sigma\rho} (\partial_\mu g_{\rho\nu} + \partial_\nu g_{\rho\mu} - \partial_\rho g_{\mu\nu}) \quad (2)$$

$$\overset{\circ}{R}{}^\rho{}_{\lambda\mu\nu} = \partial_\mu \overset{\circ}{\Gamma}{}^\rho{}_{\lambda\nu} - \partial_\nu \overset{\circ}{\Gamma}{}^\rho{}_{\lambda\mu} + \overset{\circ}{\Gamma}{}^\rho{}_{\eta\mu} \overset{\circ}{\Gamma}{}^\eta{}_{\lambda\nu} - \overset{\circ}{\Gamma}{}^\rho{}_{\eta\nu} \overset{\circ}{\Gamma}{}^\eta{}_{\lambda\mu} \quad (3)$$

$$\overset{\circ}{R}{}_{\mu\nu} = \overset{\circ}{R}{}^\rho{}_{\mu\rho\nu} \quad (4)$$

$$\overset{\circ}{R} = g^{\mu\nu} \overset{\circ}{R}{}_{\mu\nu} \quad (5)$$

$$\overset{\circ}{G}{}_{\mu\nu} = \overset{\circ}{R}{}_{\mu\nu} - \frac{1}{2} g_{\mu\nu} \overset{\circ}{R}, \quad (6)$$

em que grandezas sobrescritas por 'o' referem-se à RG.

Assim, é possível obter a formulação geral das equações de campo de Einstein, as quais assumem a seguinte forma quando escritas com índices contravariantes:

$$\overset{\circ}{R}{}^{\mu\nu} - \frac{1}{2} \overset{\circ}{R} g^{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} \Theta^{\mu\nu}. \quad (7)$$

Por se tratar de equações de movimento, da mesma forma que na Mecânica Clássica (ver (GOLDSTEIN, 2001)), essas equações podem ser obtidas a partir de uma lagrangiana. A lagrangiana em questão será $L = \overset{\circ}{L} + L_s$; o termo L_s é a lagrangiana referente à matéria

¹Os diferentes tipos de índice, bem como suas relações, serão melhor explicitados mais adiante.

²Também é comum se referir ao tensor métrico como simplesmente "métrica".

³Para uma discussão mais detalhada a respeito da construção das conexões e do tensor de curvatura, ver (D'INVERNO, 1992), (CARROLL, 2004) e (LANDAU; LIFSHITZ, 1980).

(fonte) geradora do campo, incumbida de englobar quaisquer outros campos provenientes de demais interações, enquanto $\Theta^{\mu\nu}$ é o tensor energia-momento, também relacionado à fonte do campo. \dot{L} denomina-se lagrangiana de Einstein-Hilbert, expressa por

$$\dot{L} = -\frac{c^4}{16\pi G} \sqrt{-g} \dot{R}. \quad (8)$$

II.2. O Teleparalelismo como uma teoria de Gauge para o grupo das transformações

A fim de melhor compreender os aspectos teóricos da estrutura apresentada pelo formalismo teleparalelo, são necessárias noções a respeito de transformações de Gauge e de teorias de Gauge. Conhecer certos aspectos da teoria de grupos também se faz necessário.

II.2.1 Transformações de Gauge e Teorias de Gauge

Transformações de Gauge, de acordo com (RUBAKOV, 2002) e (CAPOZZIELLO; LAURENTIS, 2011), são transformações de campo cujos parâmetros dependem dos pontos x^μ do espaço-tempo de forma arbitrária, em contraste com as transformações globais, cujos parâmetros são constantes e não dependem, portanto, dos pontos em que são avaliadas. Transformações de Gauge correspondem, assim, a transformações que levam de uma dada configuração de campos a uma outra configuração de campos.

Já uma teoria de Gauge (ou teoria de Calibre), levando ainda em conta a bibliografia citada, é uma teoria que apresenta invariância sob transformações de Gauge. Isto é, tanto os observáveis quanto as equações de campo são invariantes sob a aplicação de transformações de calibre. Fisicamente, a invariância sob transformações de Gauge está ligada à característica de que diferentes configurações dos campos (estes não observáveis) resultam nos mesmos observáveis físicos.

Como exemplo de teoria de Calibre pode ser citado o eletromagnetismo, frequentemente apresentado como a forma mais simples de uma teoria com essas características. Os campos elétrico e magnético, bem como os potenciais da teoria eletromagnética, obedecem às definições expostas anteriormente (RUBAKOV, 2002), além de possuírem demais semelhanças com teorias como o Teleparalelismo (este também uma teoria de calibre) que serão abordadas mais adiante.

II.2.2 Grupos e seus Geradores

Conforme abordado em (SCHWICHTENBERG, 2018), um grupo (G, \circ) é um conjunto G , munido de uma dada operação \circ , que obedece a certos axiomas. Estes são: (1) a operação \circ é "fechada" em G , então $\forall g_1, g_2 \in G, g_1 \circ g_2 \in G$; (2) existe um elemento identidade $e \in G$ tal que, se $g \in G$, então $g \circ e = e \circ g = g$; (3) para cada elemento $g \in G$ existe um elemento g^{-1} de forma que $g \circ g^{-1} = g^{-1} \circ g = e$; (4) vale a associatividade entre os elementos do grupo com respeito à operação \circ .

Levando em conta essas definições, a fim de exprimir o significado e o funcionamento de um "gerador", seguiremos prosseguimento análogo ao desenvolvido em (SHANKAR, 1994).

Considerando um dado grupo G , uma transformação T pertencente à G e que seja próxima da identidade \mathbf{I} pode ser escrita na forma

$$T(\varepsilon) = \mathbf{I} + \varepsilon J. \tag{9}$$

ε é algum parâmetro infinitesimal, enquanto J é o gerador. Podemos dizer que $T(\varepsilon)$ é uma transformação infinitesimal pois a transformação através dele obtida recai na ação do parâmetro ε , reforçando o aspecto de que se trata de uma transformação próxima à transformação identidade.

Aplicando $T(\varepsilon)$ sucessivas vezes, obtém-se uma transformação finita $g(\varepsilon)$, da forma

$$g(\varepsilon) = (\mathbf{I} + \varepsilon J)^k,$$

com k o número de aplicações da transformação $T(\varepsilon)$ feitas.

Considerando algum $N \in \mathbb{R}, N \gg 1$, podemos escrever $T(\varepsilon)$, de forma alternativa, como uma expressão $T(\theta)$, dada por $T(\theta) = \mathbf{I} + \frac{\theta}{N}J$; são transformações infinitesimais aquelas para as quais $N \rightarrow \infty$, caso em que o termo θ/N comporta-se como um parâmetro infinitesimal (análogo a ε). θ é um novo parâmetro em função do qual serão escritas as transformações finitas provenientes de sucessivas aplicações das transformações infinitesimais.

Considerando portanto N aplicações e tomando o limite de $N \rightarrow \infty$, obtemos as seguintes igualdades:

$$g(\theta) = \lim_{N \rightarrow \infty} \left(\mathbf{I} + \frac{\theta}{N}J \right)^N = e^{\theta J}. \tag{10}$$

Daí o nome "gerador": J "gera" as transformações finitas na medida em que, quando colocado na exponencial juntamente com o parâmetro θ , recupera como resultado uma dada transformação.

No escopo do Teleparalelismo, é de grande importância o gerador do grupo das translações, o qual é dado por $J \equiv P_a = \frac{\partial}{\partial x^a}$. Podemos verificar essa equivalência da seguinte maneira: consideremos uma transformação de translação $g(\alpha)$ cuja ação em $\psi(x, t)$, na coordenada particular $x^a \equiv x$, fornece $g(\alpha)\psi(x, t) = \psi(x + \alpha, t)$. Isto é, a aplicação da transformação desloca a função por um parâmetro espacial α . Como $g(\alpha) = e^{\alpha \frac{\partial}{\partial x}}$, usando expansão em série de potência temos

$$e^{\alpha \frac{\partial}{\partial x}} \psi(x, t) = \left(1 + \alpha \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\alpha^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \dots \right) \psi(x, t). \tag{11}$$

Realizando expansão em série de potências de $\psi(x + \alpha, t)$, vemos que

$$\begin{aligned} \psi(x + \alpha) &= \psi(x, t) + \frac{\partial \psi(x, t)}{\partial x} \alpha + \frac{\partial^2 \psi(x, t)}{\partial x^2} \frac{\alpha^2}{2} + \dots \\ &= \left(1 + \alpha \frac{\partial}{\partial x} + \frac{\alpha^2}{2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \dots \right) \psi(x, t). \end{aligned} \tag{12}$$

Como a equação (11) coincide com a equação (12), vemos que de fato $e^{\alpha \frac{\partial}{\partial x}} \psi(x, t) =$

$\psi(x + \alpha)$ e que, conseqüentemente, o gerador para o grupo das translações é P_a .

II.2.3 O Teleparalelismo Relativístico

De acordo com (ALDROVANDI; PEREIRA, 2012), o Teleparalelismo, por sua vez, considera o espaço-tempo (chamado espaço externo) - neste caso, um espaço de caráter riemanniano - como a base de um fibrado em cujos pontos são fixados espaços tangentes (chamados espaços internos), que correspondem às fibras da configuração. A relação entre esses espaços é feita por intermédio de tetradas h_a^μ, h^a_μ , atuando sobre a métrica de Minkowski η_{ab} :

$$g_{\mu\nu} = \eta_{ab} h^a_\mu h^b_\nu. \quad (13)$$

Tais tetradas são a princípio sistemas de coordenadas (campos vetoriais) inerentes à partícula que percorre dada trajetória no espaço-tempo. Assim, como possuem tanto índices da forma $\{a, b, c, \dots = 0, 1, 2, 3\}$ (índices internos) e da forma $\{\mu, \nu, \rho = 0, 1, 2, 3\}$ (índices externos), é possível contraí-las com uma dada métrica e obter a métrica correspondente no outro espaço (seja ele o espaço interno ou o espaço externo, bastando considerar a relação inversa da equação (13) e que $h^a_\mu h_a^\nu = \delta_\mu^\nu, h^a_\mu h_b^\mu = \delta_b^a$). Ou seja, da mesma forma que é possível manipular índices tensoriais internos utilizando a métrica η_{ab} , também é possível fazê-lo com índices tensoriais externos usando $g_{\mu\nu}$.

Desse modo, com o campo de tetradas definido, o Teleparalelismo corresponde a uma teoria de Gauge para o grupo das translações (ALDROVANDI; PEREIRA, 2012). Isto é, na gravitação teleparalela uma transformação de Gauge corresponde a uma translação na fibra (espaço tangente ao ponto x^μ da base) em que é feita a adição de um parâmetro $\varepsilon \equiv \varepsilon(x^\mu)$, expressa por

$$x'^a = x^a + \varepsilon^a, \quad (14)$$

enquanto os geradores das translações infinitesimais serão

$$P_a = \frac{\partial}{\partial x^a} \equiv \partial_a. \quad (15)$$

Devido ao caráter das transformações de calibre, uma transformação infinitesimal pode então ser escrita como

$$\delta x^a = \varepsilon^b P_b x^a; \quad (16)$$

se considerarmos, porém, ao invés de uma variação infinitesimal nas coordenadas, uma transformação de alguma fonte $\psi(x^a(x^\mu))$ geradora do campo, notamos que sua derivada ordinária não é covariante (pois ε não é constante):

$$\delta(\partial_\mu \psi) = \varepsilon^a \partial_a (\partial_\mu \psi) + (\partial_\mu \varepsilon^a) \partial_a \psi. \quad (17)$$

Assim, para recuperar a covariância, introduz-se o potencial de Gauge $A_\mu = A^a_\mu P_a$, o qual faz parte da álgebra de Lie do grupo das translações. Desse modo, defini-se a derivada covariante abaixo, a qual é covariante sobre transformações infinitesimais e é da forma

$$h_\mu \psi = \partial_\mu \psi + A^a{}_\mu \partial_a \psi. \quad (18)$$

Reescrevendo a equação (18) como $h_\mu \psi = h^a{}_\mu \partial_a \psi$, encontramos a expressão do campo das tetradas,

$$h^a{}_\mu = \partial_\mu x^a + A^a{}_\mu. \quad (19)$$

Além disso, tratando-se de uma transformação de Gauge, o formalismo exposto até então apresenta a propriedade de que o tensor intensidade de campo $F^a{}_{\mu\nu}$ pode ser obtido com o comutador da derivada covariante h_μ (ALDROVANDI; PEREIRA, 2012). Logo, da equação (18), temos que

$$[h_\mu, h_\nu] = F^a{}_{\mu\nu} P_a \quad (20)$$

e $F^a{}_{\mu\nu}$ é, portanto, o tensor intensidade de campo para o campo de Gauge gerado; ao expandir essa operação, por inspeção, esse termo pode então ser reconhecido como a expressão geral para a torção, $\dot{T}^a{}_{\mu\nu}$, conforme indicado por Andrade e Pereira (ANDRADE; PEREIRA, 1997a). Ou seja, há uma correspondência entre o tensor intensidade de campo e a torção, uma grandeza relativa à geometria do espaço-tempo. Assim, de acordo com Andrade e Pereira, a torção é identificada como:

$$\dot{T}^\rho{}_{\mu\nu} = h_a{}^\rho \dot{T}^a{}_{\mu\nu} = h_a{}^\rho \partial_\mu h^a{}_\nu - h_a{}^\rho \partial_\nu h^a{}_\mu \equiv \dot{\Gamma}^\rho{}_{\nu\mu} - \dot{\Gamma}^\rho{}_{\mu\nu} \neq 0. \quad (21)$$

Grandezas sobrescritas por '•' referem-se a grandezas em diferentes formalismos - não necessariamente no escopo e sob as definições da RG -, sendo usadas para indicar os objetos da Gravitação Teleparalela ou, até mesmo, em formalismos mais gerais. $\dot{\Gamma}^\rho{}_{\mu\nu}$, por exemplo, é a chamada conexão de Weitzenböck, e pode ser expressa por

$$\dot{\Gamma}^\rho{}_{\mu\nu} = h_a{}^\rho \partial_\nu h^a{}_\mu. \quad (22)$$

Trata-se da conexão teleparalela a qual pode, num contexto mais amplo, ser identificada como um caso particular da conexão de Cartan, que assume forma semelhante (ANDRADE; PEREIRA, 1997b).

Neste ponto, é interessante notar outro paralelo que pode ser traçado entre a teoria eletromagnética e o teleparalelismo, na medida em que ambas são teorias de Gauge. No eletromagnetismo também surge um tensor intensidade de campo e, assim como na equação (20), ele depende de potenciais A_μ (uma vez que $h^a{}_\mu$ depende desses potenciais, como mostra a equação (19)), podendo ser expresso na forma (RUBAKOV, 2002; GRIFFITHS, 2013)

$$F_{\mu\nu} = \partial_\mu A_\nu - \partial_\nu A_\mu. \quad (23)$$

Vemos, porém, que tanto a intensidade de campo quanto o potencial eletromagnéticos não possuem índice interno. Ou seja, em comparação com o equivalente teleparalelo, o eletromagnetismo coloca-se como um caso mais restrito de uma teoria de Gauge. Evidencia-se, assim, uma semelhança estrutural entre o teleparalelismo e a teoria eletromagnética.

Salientamos somente que a equação (23) diz respeito ao eletromagnetismo, a despeito da convenção usada para os potenciais.

Como a conexão de Weitzenböck, por sua vez, não é simétrica em seu último par de índices, a equação (21) indica uma torção não nula, diferentemente da RG, em que $\dot{\Gamma}^{\sigma}_{\mu\nu}$ (equação (2)) é simétrica no último par de índices e resulta numa torção identicamente nula,

$$\dot{T}^{\rho}_{\mu\nu} = \dot{\Gamma}^{\rho}_{\nu\mu} - \dot{\Gamma}^{\rho}_{\mu\nu} = 0. \quad (24)$$

Vale ressaltar, também, que as equações (19), (21) e (22) assumem as formas mostradas devido ao referencial adotado - o referencial inercial das tetradas. Em casos mais gerais, surgem nessas expressões a conexão de spin, identificada por $\dot{A}^a_{b\mu}$ e que representa os efeitos de uma transformação de referenciais. Para a conexão de Cartan (ver a equação (22)) na base tetrada (nosso sistema de referencial), porém, ela é nula. Ou seja, $\dot{A}^a_{b\mu} = 0$.

À vista disso, grandezas dependentes somente da conexão de spin também serão nulas (uma vez que esta o é devido ao referencial adotado). É esse o caso da curvatura, cuja expressão se dá em termos da conexão de Lorentz/spin. Considerando, então, que a curvatura pode ser escrita em função, unicamente, da conexão $\dot{A}^a_{b\mu}$ e de suas derivadas por meio de uma função da forma

$$\dot{R}^a_{b\mu\nu} = f(\dot{A}^a_{b\mu}, \partial_\nu \dot{A}^a_{b\mu}), \quad (25)$$

aferimos que, no Teleparalelismo, a curvatura é nula. Ou seja, enquanto a RG é uma teoria na qual há curvatura e a torção é identicamente nula, no formalismo teleparalelo ocorre o contrário: a gravitação é representada pela torção, e a curvatura é igual a zero.

Isto posto, é possível relacionar a conexão de Weitzenböck com a conexão de Levi-Civita por intermédio da relação

$$\dot{\Gamma}^{\rho}_{\mu\nu} = \dot{\Gamma}^{\rho}_{\mu\nu} + \dot{K}^{\rho}_{\mu\nu}, \quad (26)$$

em que $\dot{K}^{\rho}_{\mu\nu}$ é o tensor de contorção, dado por

$$\dot{K}^{\rho}_{\mu\nu} = \frac{1}{2}(\dot{T}^{\rho}_{\mu\nu} + \dot{T}^{\rho}_{\nu\mu} - \dot{T}^{\rho}_{\nu\mu}). \quad (27)$$

II.3. A lagrangiana teleparalela e suas equações de campo

De acordo com (ANDRADE; PEREIRA, 1997a), a lagrangiana para campos de Gauge para o grupo das translações (caso do Teleparalelismo), assume a forma

$$\dot{L} = \frac{hc^4}{16\pi G} \left[\frac{1}{4} \dot{T}^a_{\mu\nu} \dot{T}^b_{\theta\rho} g^{\mu\theta} N_{ab}{}^{\nu\rho} \right], \quad (28)$$

em que $\dot{T}^a_{\mu\nu}$ é a intensidade do campo e, como identificamos anteriormente, no caso da gravidade teleparalela, coincide com a torção. Além disso, $N_{ab}{}^{\nu\rho} = \eta_{ab} g^{\nu\rho} \equiv \eta_{ab} h_c{}^{\nu} h^{c\rho}$. Como temos a presença de tetradas, os índices internos (algébricos) e externos (de espaço tempo) podem ser transformados um no outro. É necessário, dessarte, incluir todas permutações

cíclicas possíveis dos índices a, b e c na equação de $N_{ab}{}^{\nu\rho}$. Realizando tais permutações e substituindo na equação (28), obtemos (ANDRADE; PEREIRA, 1997a)

$$\begin{aligned} \dot{L} &= \frac{hc^4}{16\pi G} \dot{T}^a{}_{\mu\nu} \dot{T}^b{}_{\theta\rho} \delta^{\mu\theta} \left[\frac{1}{4} h_c{}^\nu h^{c\rho} \eta_{ab} + \frac{1}{2} h_a{}^\rho h_b{}^\nu - h_a{}^\nu h_b{}^\rho \right] \\ &= \frac{hc^4}{16\pi G} \left[\frac{1}{4} \dot{T}^\rho{}_{\mu\nu} \dot{T}^{\mu\nu} + \frac{1}{2} \dot{T}^\rho{}_{\mu\nu} \dot{T}^{\nu\mu}{}_\rho - \dot{T}^\rho{}_{\mu\rho} \dot{T}^{\nu\mu}{}_\nu \right]. \end{aligned} \quad (29)$$

Essa é a lagrangiana teleparalela; ou seja, as equações de campo de partículas, no referencial inercial das tetradas, sob o formalismo teleparalelo, podem ser obtidas a partir da equação (29).

Usando as definições da curvatura com a conexão de Weitzenböck (a qual é nula) e a equação (26), é possível encontrar a relação entre \dot{L} e a lagrangiana de Einstein-Hilbert:

$$\dot{L} = \dot{L} - \partial_\mu \left(\frac{c^4 h}{8\pi G} \dot{T}^{\nu\mu}{}_\nu \right). \quad (30)$$

Isto é, a despeito de um termo de divergência, a lagrangiana teleparalela é equivalente à lagrangiana da RG (Einstein-Hilbert).

Considerando, então, uma lagrangiana da forma $L = \dot{L} + L_s$, e usando leis de conservação (teoria de Noether), escrevemos o equivalente teleparalelo das equações de campo na equação (7) (ALDROVANDI; PEREIRA, 2012):

$$\partial_\sigma (h \dot{S}_a{}^{\rho\sigma}) - kh \dot{J}_a{}^\rho = kh \Theta_a{}^\rho, \quad (31)$$

em que $k = 8\pi G/c^4$, $\dot{S}_a{}^{\rho\sigma}$ é chamado superpotencial e $\dot{J}_a{}^\rho$ é a corrente de Gauge, dados respectivamente por

$$\dot{S}_a{}^{\rho\sigma} = \dot{K}^{\rho\sigma}{}_a - h_a{}^\sigma \dot{T}^{\theta\rho}{}_\theta + h_a{}^\rho \dot{T}^{\theta\sigma}{}_\theta, \quad (32)$$

$$\dot{J}_a{}^\rho = \frac{1}{k} h_a{}^\mu \dot{S}_c{}^{\nu\rho} \dot{T}^c{}_{\nu\mu} - \frac{h_a{}^\mu}{h} \dot{L}. \quad (33)$$

Usando a identidade na equação (26) é possível, também, relacionar a equação de campo em (31) com grandezas da RG, ao mostrar como o membro esquerdo da equação teleparalela obedece à relação

$$\partial_\sigma (h \dot{S}_a{}^{\rho\sigma}) - k (h \dot{J}_a{}^\rho) = h (\dot{R}_a{}^\rho - 1/2 h_a{}^\rho \dot{R}). \quad (34)$$

III. ALGUMAS SOLUÇÕES PARA BURACOS NEGROS EM REGIME CLÁSSICO

Devido à não linearidade das equações de campo deduzidas por Einstein (equação (7)), encontrar soluções exatas que as satisfaçam torna-se um trabalho bastante difícil (D'INVERNO, 1992). Um caminho para encontrar soluções de forma analítica (não numérica) passa a ser, portanto, adotar simetrias inerentes aos problemas considerados. É nesse

contexto que se encontram os modelos de Schwarzschild e de Kerr para buracos negros na perspectiva clássica, que são soluções para as equações (7) e se edificam sobre a suposição de simetrias a respeito da constituição da métrica.

III.1. A Solução de Schwarzschild

A solução de Schwarzschild para as equações de campo de Einstein descreve, do ponto de vista de uma interpretação física, um buraco negro estático; isto é, uma singularidade sem qualquer variável dinâmica atrelada ao seu comportamento. Tal solução surge, conforme dito anteriormente, como fruto da adoção de simetrias a respeito da métrica considerada - neste caso, a simetria mais simples possível, a esférica.

Assim, foi sob as condições de uma simetria esférica e de uma métrica estacionária e estática que, pouco tempo após a publicação dos trabalhos que traziam as equações de campo de Einstein, Schwarzschild conseguiu deduzir sua solução (SCHWARZSCHILD, 1916)⁴.

Seguindo, então, o procedimento exposto em (D'INVERNO, 1992) para a dedução dessa solução, podemos considerar, antes de assumir as particularidades impostas à solução de Schwarzschild, uma solução geral em coordenadas esféricas,

$$(x^\mu) = (x^0, x^1, x^2, x^3) = (t, r, \theta, \phi). \quad (35)$$

Como queremos uma solução de caráter esférico, assumimos que transformações nas coordenadas θ e ϕ , do tipo $\theta \rightarrow \pi - \theta$, $\phi \rightarrow -\phi$, deixam a métrica invariante. Não aparecerão, portanto, termos cruzados $d\theta d\phi$ no elemento de linha, que será dado por

$$ds^2 = A(t, r)dt^2 - 2B(t, r)dtdr - C(t, r)dr^2 + D(t, r)(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2), \quad (36)$$

na qual A , B , C e D são funções de r e t ; não dependem de θ e ϕ pois, como discutido, há invariância ao longo dessas coordenadas (e dependem de t pois aqui tratamos do caso geral, sem levar em consideração, ainda, o caráter estático que a solução deverá ter).

Já os termos com dr^2 e $d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2$ são oriundos do elemento de linha de uma superfície esférica bidimensional, quando consideradas somente as componentes espaciais. Ou seja, de fato a equação (36) descreve uma simetria esférica na medida em que leva em conta todos os termos possíveis, tanto temporais quanto espaciais, que poderiam aparecer na expressão de acordo com os limites impostos pela hipótese de simetria esférica.

Realizando mudanças de coordenadas convenientes e reescrevendo os coeficientes de cada termo diferencial⁵, é possível reduzir o elemento de linha à forma

$$ds^2 = e^p dt^2 - e^q dr^2 - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2), \quad (37)$$

⁴A tradução para o Inglês do artigo original, publicado em Alemão, pode ser encontrada em (SCHWARZSCHILD, 1999).

⁵A realização dessas operações, passo a passo, podem ser conferidas em (D'INVERNO, 1992).

em que $p = p(t, r)$ e $q = q(t, r)$ ⁶.

Para determinar os valores dos coeficientes p e q usamos as equações de campo de Einstein (no vácuo) - ponto a partir do qual as considerações específicas do modelo de Schwarzschild passam a ser levados em conta. Assim, por inspeção percebemos que ao elemento de linha na equação (37) se associa à métrica covariante

$$g_{\mu\nu} = \text{diag}(e^p, -e^q, -r^2, -r^2 \sin^2 \theta). \quad (38)$$

De posse da métrica acima, podemos então usar a equação (6), juntamente com as definições de conexão, tensor de curvatura e escalar de Ricci, para calcular o tensor de Einstein. Ao fazê-lo, nota-se que suas componentes não nulas G_0^0 , G_0^1 , G_1^1 e G_2^2 levam a três equações independentes,

$$\begin{aligned} e^{-p} \left(\frac{p'}{r} - \frac{1}{r^2} \right) + \frac{1}{r^2} &= 0; \\ e^{-p} \left(\frac{q'}{r} + \frac{1}{r^2} \right) - \frac{1}{r^2} &= 0; \\ \dot{\lambda} &= 0. \end{aligned} \quad (39)$$

Nessa última expressão, pontos representam a derivação em relação ao tempo, enquanto linhas representam derivadas sobre o raio.

Resolvendo essas equações, encontramos os valores de e^p e e^q e, conseqüentemente, chegamos à Solução de Schwarzschild nas coordenadas (t, r, θ, ϕ) ⁷, resultando em

$$ds^2 = \left(1 - \frac{2m}{r} \right) dt^2 - \left(1 - \frac{2m}{r} \right)^{-1} dr^2 - r^2 (d\theta^2 + \sin^2 \theta d\phi^2); \quad (40)$$

aqui, $m = GM$ (ou $m = GMc^{-2}$, em unidades não relativísticas) é a chamada massa geométrica.

Ou seja, deixamos de ter a forma mais geral possível para um elemento de linha com simetria esférica, como na equação (37), e obtivemos a solução esférica mais geral possível para as equações de campo de Einstein. Isso é verdade pois determinamos os valores das variáveis p e q por intermédio do tensor de Einstein (o qual está intimamente ligado com as equações de campo no vácuo, uma vez que $G_{\mu\nu} = 0$ é um caso particular da equação (7)).

Nota-se a existência de uma indeterminação em

$$r = 2m. \quad (41)$$

Trata-se da única singularidade intrínseca - não removível com mudanças de coordenadas - da solução na equação (40) de forma que $r = 2m$ é chamado 'Raio de Schwarzschild'. É o ponto no qual o caráter das componentes g_{00} e g_{11} se invertem, passando de tipo-tempo

⁶Por convenção, a notação das coordenadas utilizadas foi mantida: não escrevemos t', r', \dots após as mudanças de coordenadas.

⁷Mais uma vez, a notação das variáveis foi mantida a mesma, por convenção, a despeito de quaisquer redefinições das coordenadas.

para tipo-espaço, e vice-versa. Por esse motivo os cones de luz curvam-se, no diagrama espaço-temporal, para o interior da singularidade, não havendo mais 'futuro' possível para a partícula que ultrapasse esse ponto além daquele voltado para a singularidade. É a superfície onde há o ponto de 'não-retorno' da partícula.

Uma forma alternativa de escrever a solução de Schwarzschild é tentar aproximá-la, tanto quanto possível, de um espaço euclidiano tridimensional. Para isso, usamos coordenadas $X^{\mu'}$ de caráter esférico, estático e isotrópico. Com esse objetivo escrevemos (D'INVERNO, 1992) (PEREIRA, 2001)

$$\begin{aligned} ds^2 &\equiv g_{\mu'\nu'} dX^{\mu'} dX^{\nu'} = C(\rho) dt^2 - D(\rho)(d\rho^2 + \rho^2 d\Omega^2); \\ d\Omega &= d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2, \end{aligned} \quad (42)$$

que é a "solução de Schwarzschild em coordenadas isotrópicas". ρ é a variável ligada à coordenada radial de $X^{\mu'}$; $C(\rho)$ e $D(\rho)$ são os coeficientes que acompanham os diferenciais e possibilitam uma aproximação, em forma, da expressão do elemento de linha com um espaço euclidiano. Essa aproximação se evidencia ao escrever os termos que acompanham $D(\rho)$ nas coordenadas $X^{\mu'}$, caso em que obtemos a expressão $ds^2 = C(\rho) dt^2 - D(\rho)[(dX^{1'})^2 + (dX^{2'})^2 + (dX^{3'})^2]$.

Nas coordenadas de caráter esférico $X^{\mu'}$ as componentes espaciais são tais que

$$\begin{aligned} X^{1'} &= \rho \sin\theta \cos\phi; \\ X^{2'} &= \rho \sin\theta \sin\phi; \\ X^{3'} &= \rho \cos\theta. \end{aligned} \quad (43)$$

No entanto, as coordenadas em (35), frequentemente chamadas de "coordenadas de Schwarzschild", também possuem uma singularidade em $r = 2m$. Para um observador externo, uma partícula caindo em direção ao buraco negro parece levar uma quantidade infinita de tempo para atingir a superfície delimitada pela raio de Schwarzschild. Suas linhas de mundo radiais, isto é, a trajetória que a partícula descreve, possuem comportamento assintótico.

Mas esse evento não é percebido no referencial da partícula, o qual leva em conta o tempo próprio e não a coordenada t de um observador externo. Ou seja, no referencial da partícula, ela consegue atingir $r = 2m$ e $r = 0$ em um tempo finito. Assim, é possível realizar uma mudança na coordenada temporal para corrigir esse comportamento, que é fruto de uma limitação das coordenadas adotadas, e não um reflexo concreto do real comportamento físico do evento.

Fazendo $t \rightarrow \bar{t}$ (ver (D'INVERNO, 1992)), conseguimos contornar a singularidade e estender a solução de $2m < r < \infty$ para $0 < r < 2m$. Reescrevendo o elemento de linha na equação (40) com essa nova coordenada, encontramos a chamada "Forma de Eddington Finkelstein" da solução de Schwarzschild. Contudo, se usarmos $v = \bar{t} + r$ (chamado parâmetro temporal avançado) no lugar de simplesmente \bar{t} , é possível escrever o elemento de linha resultante de maneira mais simples.

Obtemos, assim, a solução de Schwarzschild em "coordenadas avançadas de Eddington-Finkelstein", ($v = \bar{t} + r, r, \theta, \phi$):

$$ds^2 = \left(1 - \frac{2m}{r}\right) dv^2 - 2dvdr - r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2). \quad (44)$$

III.2. Buracos Negros em Rotação e a Solução de Kerr

A solução de Kerr, por sua vez, agrega caráter dinâmico ao comportamento da fonte do campo por ela descrito. Sob a perspectiva da interpretação física, refere-se a um buraco negro com rotação constante - modelo que só foi possível após a elaboração da solução, por Kerr, quase cinco décadas após a dedução da Solução de Schwarzschild (KERR, 1963).

É possível deduzir tal equação utilizando o método de Newman Janis - também chamado de algoritmo de Newman Janis -, o qual usa complexificação de coordenadas a fim de chegar até a solução encontrada por Kerr (D'INVERNO, 1992; NEWMAN; JANIS, 1965; DRAKE; SZEKERES, 1998).

Dessa forma notamos, então, que é possível recuperar os coeficientes não nulos da métrica da equação (44) na forma

$$g^{\mu\nu} = l^\mu n^\nu + l^\nu n^\mu - m^\mu \bar{m}^\nu - m^\nu \bar{m}^\mu \quad (45)$$

se usarmos as tetradas (D'INVERNO, 1992; CANONICO, 2012)

$$\begin{aligned} l^\mu &= (0, 1, 0, 0) = \delta_1^\mu; \\ n^\mu &= (-1, -1/2(1 - 2m/r), 0, 0) = -\delta_0^\mu - 1/2(1 - 2m/r)\delta_1^\mu; \\ m^\mu &= \frac{1}{r\sqrt{2}} \left(0, 0, 1, \frac{i}{\sin\theta}\right) = \frac{1}{r\sqrt{2}} \left(\delta_2^\mu + \frac{i}{\sin\theta}\delta_3^\mu\right); \\ \bar{m}^\mu &= \frac{1}{r\sqrt{2}} \left(0, 0, 1, \frac{-i}{\sin\theta}\right) = \frac{1}{r\sqrt{2}} \left(\delta_2^\mu - \frac{i}{\sin\theta}\delta_3^\mu\right), \end{aligned} \quad (46)$$

com \bar{m}^μ o complexo conjugado de m^μ . Se permitirmos que r assuma valores complexos (artifício que faz parte do método de Newman-Janis) as tetradas acima podem ser reescritas como

$$\begin{aligned} l^\mu &= \delta_1^\mu; \\ n^\mu &= -\delta_0^\mu - 1/2 \left[1 - m \left(\frac{1}{r} + \frac{1}{\bar{r}}\right)\right] \delta_1^\mu; \\ m^\mu &= \frac{1}{\bar{r}\sqrt{2}} \left(\delta_2^\mu + \frac{i}{\sin\theta}\delta_3^\mu\right); \\ \bar{m}^\mu &= \frac{1}{r\sqrt{2}} \left(\delta_2^\mu - \frac{i}{\sin\theta}\delta_3^\mu\right). \end{aligned} \quad (47)$$

Ao fazer, então, as mudanças de coordenadas $v \rightarrow v' = v + ia \cos\theta$, $r \rightarrow r' = r + ia \cos\theta$, $\theta \rightarrow \theta'$ e $\phi \rightarrow \phi'$, são obtidas componentes l'^μ , n'^μ , m'^μ e \bar{m}'^μ que correspondem à solução de Kerr quando aplicadas numa relação na forma da equação (45) (quando fazemos $g'^{\mu\nu} = l'^\mu n'^\nu + l'^\nu n'^\mu - m'^\mu \bar{m}'^\nu - m'^\nu \bar{m}'^\mu$). Com isso, obtemos a solução de Kerr em coordenadas avançadas de Eddington-Finkelstein:

$$ds^2 = \left(1 - \frac{2mr}{\rho^2}\right) dv^2 - 2dvdr + \frac{2mr}{\rho^2} (2a \sin^2 \theta) dv d\bar{\phi} + 2a \sin^2 \theta dr d\bar{\phi} - \rho^2 d\theta^2 + \quad (48)$$

$$- \left((r^2 + a^2) \sin^2 \theta + \frac{2mr}{\rho^2} (a^2 \sin^4 \theta) \right) d\bar{\phi}^2;$$

$$\rho^2 = r^2 + a^2 \cos^2 \theta. \quad (49)$$

Reitera-se que, mais uma vez, foi mantida a notação $(v, r, \theta, \bar{\phi})$ por convenção e que $\bar{\phi} = -\phi' = -\phi$. Além disso, aparece o parâmetro temporal v pois, na dedução do elemento de linha na equação (48), partimos da solução de Schwarzschild em coordenadas de Eddington-Finkelstein (equação (44)).

Para recuperar, então, as coordenadas esféricas, é necessária uma mudança de coordenadas da forma $(v, r, \theta, \bar{\phi}) \rightarrow (t, r, \theta, \phi)$. Para isso, são feitas as transformações

$$dv = d\bar{t} + dr = dt + \frac{2mr + \Delta}{\Delta} dr;$$

$$d\bar{\phi} = d\phi + \frac{a}{\Delta} dr;$$

$$\Delta = r^2 - 2mr + a^2. \quad (50)$$

Obtemos, então, a chamada solução de Kerr na forma de Boyer-Lindquist:

$$ds^2 = \frac{\Delta}{\rho^2} (dt - a \sin^2 \theta d\phi)^2 - \frac{\sin^2 \theta}{\rho^2} [(r^2 + a^2) d\phi - a dt]^2 - \frac{\rho^2}{\Delta} dr^2 - \rho^2 d\theta^2. \quad (51)$$

O coeficiente a , introduzido durante a utilização do método de Newman-Janis e até então uma constante qualquer, está relacionado com a velocidade angular da fonte - ou seja, do buraco negro em rotação. Mais especificamente, a pode ser identificado como o momento angular por unidade de massa (CARROLL, 2004; MISNER, 1973). Até o ponto em que consideramos o conjunto de tetradas na equação (47), tratávamos de transformações ainda relativas à solução de Schwarzschild. Já a partir da equação (48), passamos a nos referir a um corpo que gira, uma vez que foi introduzido a . Nota-se como o caso de Schwarzschild é recuperado quando $a = 0$, indicativo de uma rotação nula (se a fonte não gira, volta a valer a solução de Schwarzschild).

Além disso, a equação (51) é estacionária e axialmente simétrica. A única singularidade intrínseca do modelo, que ocorre quando $\rho = 0$, implica em uma singularidade em formato de anel com raio a no plano equatorial $z = 0$ - uma consequência matemática de ρ ser nulo - e m continua a ser identificado como a massa geométrica, assim como o era na equação de Schwarzschild da qual partimos (D'INVERNO, 1992).

IV. DINÂMICA DOS BURACOS NEGROS NO CONTEXTO TELEPARALELO

Com o ferramental desenvolvido até aqui - o formalismo teleparalelo - podemos, então, tentar achar o equivalente alternativo às equações de campo para os buracos negros de

Schwarzschild e de Kerr. Para tal é necessário, primeiramente, encontrar a forma que assumem as tetradas em cada modelo. Com elas será possível calcular as conexões e, conseqüentemente, as componentes não nulas da torção. Assim, teremos os ingredientes necessários para construir as equações de campo.

IV.1. Modelo de Schwarzschild

No caso de Schwarzschild, considera-se inicialmente a forma isotrópica da solução (equação (42)), em que aparecem os coeficientes $C(\rho)$ e $D(\rho)$. Segundo Hayashi, em um sistema estático isotrópico como o $X^{\mu'}$ adotado, podemos assumir, sem perda de generalidade, que as tetradas são diagonais (HAYASHI; SHIRAFUJI, 1979). Assim, levando em conta as equações (42) e (13), inferimos que as tetradas serão dadas por

$$h^a{}_{\mu'} = \begin{pmatrix} \sqrt{C} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{D} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \sqrt{D} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \sqrt{D} \end{pmatrix}. \quad (52)$$

É possível ver como a tetrada acima obedece às condições necessárias ao notar que, usando a forma matricial, se contrairmos $h^a{}_{\mu'}$ por ela mesma e pela matriz da métrica de Minkowski $\eta_{\mu\nu}$, recuperamos a métrica $g_{\mu'\nu'}$ do elemento de linha de Schwarzschild - procedimento descrito pela equação (13). Já a forma diagonal é permitida pois não há perda de generalidade em adotá-la, como apontado por Hayashi. A matriz inversa $h_a{}^{\mu'}$ pode ser obtida invertendo cada um dos elementos de $h^a{}_{\mu'}$, por se tratar de uma matriz diagonal.

Além disso, nas coordenadas de Schwarzschild (indicadas na equação (35)), vemos que o elemento de linha na equação (40) é da forma

$$ds^2 = g_{00}dt^2 + g_{11}dr^2 - r^2d\theta^2 - r^2\sin^2\theta d\phi^2, \quad (53)$$

enquanto g_{00} e g_{11} são componentes da métrica de Schwarzschild, a qual pode ser obtida diretamente a partir do elemento de linha na equação (40).

Assim, comparando termo a termo os elementos de linha da solução de Schwarzschild em coordenadas esféricas (equação (53)) e em coordenadas isotrópicas (equação (42)), encontramos a correspondência entre as componentes das coordenadas $X^{\mu'}$ e as coordenadas esféricas (PEREIRA, 2001),

$$C(\rho)dt^2 = g_{00}dt^2 \Rightarrow C(\rho) = g_{00}; \quad (54)$$

$$-D(\rho)\rho^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) = -r^2(d\theta^2 + \sin^2\theta d\phi^2) \Rightarrow \rho\sqrt{D(\rho)} = r; \quad (55)$$

$$-D(\rho)d\rho^2 = g_{11}dr^2 \Rightarrow \frac{\partial\rho}{\partial r} = \sqrt{\frac{-g_{11}}{D(\rho)}}. \quad (56)$$

Como $x^\mu = (t, r, \theta, \phi)$ e $X^{\mu'} = (X^0, X^1, X^2, X^3) = (t, \rho \sin\theta \cos\phi, \rho \sin\theta \sin\phi, \rho \cos\theta)$ é possível, dessarte, usar a transformação geral de coordenadas

$$h^a{}_{\mu} = \frac{\partial X^{\nu'}}{\partial x^{\mu}} h^a{}_{\nu'} \quad (57)$$

para encontrar a tetrada $h^a{}_{\mu}$ no sistema de coordenadas esférico. Ou seja, estamos levando a tetrada $h^a{}_{\nu'}$, escrita em termos das coordenadas isotrópicas $X^{\nu'}$, até a tetrada $h^a{}_{\mu}$, escrita em termos das coordenadas esféricas x^{μ} . A operação de mudança de coordenadas é feita termo a termo. Por exemplo, para $a = 1$ e $\mu = 3$, temos

$$\begin{aligned} h^1{}_3 &= \frac{\partial X^{0'}}{\partial \phi} h^1{}_{0'} + \frac{\partial X^{1'}}{\partial \phi} h^1{}_{1'} + \frac{\partial X^{2'}}{\partial \phi} h^1{}_{2'} + \frac{\partial X^{3'}}{\partial \phi} h^1{}_{3'} \\ &= \frac{\partial(\rho \sin \theta \cos \phi)}{\partial \phi} h^1{}_{1'} = -r \sin \theta \sin \phi. \end{aligned} \quad (58)$$

Conseqüentemente, se definirmos $\gamma_{00} \equiv \sqrt{g_{00}}$ e $\gamma_{11} \equiv \sqrt{-g_{11}}$, as tetradas $h^a{}_{\mu}$ e $h_a{}^{\mu}$ no sistema x^{μ} serão

$$h^a{}_{\mu} = \begin{pmatrix} \gamma_{00} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_{11} \sin \theta \cos \phi & r \cos \theta \cos \phi & -r \sin \theta \sin \phi \\ 0 & \gamma_{11} \sin \theta \sin \phi & r \cos \theta \sin \phi & r \sin \theta \cos \phi \\ 0 & \gamma_{11} \cos \theta & -r \sin \theta & 0 \end{pmatrix}; \quad (59)$$

$$h_a{}^{\mu} = (h^a{}_{\mu})^{-1} = \begin{pmatrix} \gamma_{00}^{-1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \gamma_{11}^{-1} \sin \theta \cos \phi & r^{-1} \cos \theta \cos \phi & -(r \sin \theta)^{-1} \sin \phi \\ 0 & \gamma_{11}^{-1} \sin \theta \sin \phi & r^{-1} \cos \theta \sin \phi & (r \sin \theta)^{-1} \cos \phi \\ 0 & \gamma_{11}^{-1} \cos \theta & -r^{-1} \sin \theta & 0 \end{pmatrix}. \quad (60)$$

Com as expressões para as componentes das tetradas, é possível usar a equação (22) a fim de encontrar as componentes não nulas da conexão de Weitzenböck para o caso de Schwarzschild, uma vez que esta é definida como uma contração das tetradas e de suas derivadas. Por exemplo, para $\dot{\Gamma}^0{}_{01}$ temos

$$\dot{\Gamma}^0{}_{01} = h_a{}^0 \partial_1 h^a{}_0 = \frac{1}{\sqrt{g_{00}}} \partial_r \sqrt{g_{00}} = \partial_r [\ln \sqrt{g_{00}}]. \quad (61)$$

Ao todo, as conexões não nulas são:

$$\begin{aligned} \dot{\Gamma}^0{}_{01} &= \partial_r [\ln \sqrt{g_{00}}]; & \dot{\Gamma}^2{}_{12} &= \dot{\Gamma}^3{}_{13} = \frac{\sqrt{-g_{11}}}{r}; \\ \dot{\Gamma}^1{}_{11} &= \partial_r [\ln \sqrt{-g_{11}}]; & \dot{\Gamma}^2{}_{21} &= \dot{\Gamma}^3{}_{31} = \frac{1}{r}; \\ \dot{\Gamma}^1{}_{22} &= -\frac{r}{\sqrt{-g_{11}}}; & \dot{\Gamma}^2{}_{33} &= -\sin \theta \cos \theta; \\ \dot{\Gamma}^1{}_{33} &= \dot{\Gamma}^1{}_{22} (\sin \theta)^2; & \dot{\Gamma}^3{}_{23} &= \dot{\Gamma}^3{}_{32} = \cot \theta. \end{aligned} \quad (62)$$

Seguem diretamente das conexões não nulas e da equação (21), assim como em (PEREIRA, 2001), os termos não nulos de torção oriundos de uma subtração de conexões com os últimos dois índices permutados:

$$\begin{aligned} \dot{T}^0_{01} &= -\partial_r[\ln \sqrt{g_{00}}]; & \dot{T}^0_{10} &= \partial_r[\ln \sqrt{g_{00}}]; \\ \dot{T}^2_{21} &= -\frac{(1 - \sqrt{-g_{11}})}{r}; & \dot{T}^2_{12} &= \frac{(1 - \sqrt{-g_{11}})}{r}; \\ \dot{T}^3_{31} &= -\frac{(1 - \sqrt{-g_{11}})}{r}; & \dot{T}^3_{13} &= \frac{(1 - \sqrt{-g_{11}})}{r}. \end{aligned} \tag{63}$$

As conexões na equação (62) evidenciam como a conexão de Weitzenböck não é simétrica no último par de índices, sendo permitida a existência de termos de torção diferentes de zero. Estes, por sua vez, indicam na equação (63) como, de fato, a torção é antissimétrica em seu último par de índices.

Por conseguinte, de posse das expressões dos objetos matemáticos calculados até então (tetradas, conexões e torção) e conhecendo as componentes não nulas da métrica de Schwarzschild (equações (40) e (53)), conseguimos calcular o equivalente teleparalelo às equações de campo de Einstein (equação (31)). Isso é possível pois tanto $\dot{S}_a^{\rho\sigma}$ (equação (32)) e \dot{J}_a^ρ (equação (33)) são dados em função dos objetos matemáticos citados.

Usando as tetradas encontradas nas equações (59) e (60), nós calculamos, por intermédio da equação (29), a expressão da lagrangiana para a Solução de Schwarzschild no contexto teleparalelo, a qual é um dos constituintes do termo \dot{J}_a^ρ :

$$\begin{aligned} \dot{L} &= \frac{c^4 h}{8\pi G} g_{00} (\dot{T}^0_{10} \dot{T}^2_{12} + \dot{T}^0_{10} \dot{T}^3_{13} + \dot{T}^2_{12} \dot{T}^3_{13}) \\ &= \frac{c^4 h}{8\pi G} g_{00} \left(2 \frac{1 - \sqrt{-g_{11}}}{r} \partial_r [\ln \sqrt{g_{00}}] + \left[\frac{1 - \sqrt{-g_{11}}}{r} \right]^2 \right). \end{aligned} \tag{64}$$

Ademais, ressalta-se que, como estamos tratando de soluções no vácuo - isto é, caso em que na RG o tensor de Einstein (ver equação (6)) é nulo e, conseqüentemente, o tensor energia-momento também o é -, não há campos referentes à matéria. Por conseguinte, também trataremos de soluções para regiões no espaço onde não há matéria e as linhas de campo manifestam-se no vácuo. É suficiente, portanto, considerar equações de campo na forma $\partial_\sigma (h \dot{S}_a^{\rho\sigma}) - kh \dot{J}_a^\rho = 0$, com o segundo membro da equação igual a zero - membro com o tensor energia-momento, aqui igual a zero.

Nota-se que há somente um índice repetido - chamado índice mudo - na expressão da equação de campo descrita acima, designado por σ . Pela convenção de Einstein, haverá soma com respeito a esse índice em cada uma das equações de campo possíveis. Os demais índices, a e ρ - chamados índices livres -, podem assumir qualquer valor dentro de suas definições, resultando em 16 diferentes possíveis equações de campo cuja fórmula geral é

$$\partial_0(h\dot{S}_a^{\rho 0}) + \partial_1(h\dot{S}_a^{\rho 1}) + \partial_2(h\dot{S}_a^{\rho 2}) + \partial_3(h\dot{S}_a^{\rho 3}) - kh\dot{J}_a^\rho = 0. \quad (65)$$

a e ρ podem ter os valores $a = (0, 1, 2, 3)$, $\rho = (0, 1, 2, 3)$. No caso em que $a = 0$ e $\rho = 0$, por exemplo, nós calculamos a seguinte equação de campo teleparalela:

$$\partial_r(\ln h) + \partial_r(\ln \sqrt{g_{00}}) + \partial_r(\ln \dot{T}_{12}^2) = \frac{1}{2} \dot{T}_{12}^2; \quad (66)$$

substituindo as componentes da torção, indicadas na equação (63), podemos expressar a equação de campo (66) da seguinte maneira (com os elementos da métrica deduzidos a partir do elemento de linha na equação (40)):

$$\partial_r(\ln h) + \partial_r(\ln \sqrt{g_{00}}) + \partial_r \left[\ln \left(\frac{1 - \sqrt{-g_{11}}}{r} \right) \right] = \frac{1 - \sqrt{-g_{11}}}{2r} \quad (67)$$

IV.2. Modelo de Kerr

Analogamente ao caso de Schwarzschild, é possível escrever o equivalente teleparalelo às equações de campo para a solução de Kerr, bem como encontrar as conexões não nulas e as componentes não nulas da torção. Aqui, exploramos a obtenção destes últimos objetos matemáticos.

A tetrad que recupera a equação (51) é, segundo (PEREIRA, 2001) e (ALDROVANDI; PEREIRA, 2012), dada pela matriz

$$h^a{}_\mu \equiv \begin{pmatrix} \gamma_{00} & 0 & 0 & \eta \\ 0 & \gamma_{11} \sin \theta \cos \phi & \gamma_{22} \cos \theta \cos \phi & -k \sin \phi \\ 0 & \gamma_{11} \sin \theta \sin \phi & \gamma_{22} \cos \theta \sin \phi & k \cos \phi \\ 0 & \gamma_{11} \cos \theta & -\gamma_{22} \sin \theta & 0 \end{pmatrix}, \quad (68)$$

cuja inversa $h_a{}^\mu$ é

$$h_a{}^\mu \equiv \begin{pmatrix} \gamma_{00}^{-1} & 0 & 0 & 0 \\ -k g^{03} \sin \phi & \gamma_{11}^{-1} \sin \theta \cos \phi & \gamma_{22}^{-1} \cos \theta \cos \phi & -k^{-1} \sin \phi \\ k g^{03} \cos \phi & \gamma_{11}^{-1} \sin \theta \sin \phi & \gamma_{22}^{-1} \cos \theta \sin \phi & k^{-1} \cos \phi \\ 0 & \gamma_{11}^{-1} \cos \theta & -\gamma_{22}^{-1} \sin \theta & 0 \end{pmatrix}. \quad (69)$$

Nas equações (68) e (69), $k^2 = \eta^2 - g_{33}$ e $\eta = \frac{g_{03}}{\gamma_{00}}$, com $\gamma_{00} = \sqrt{g_{00}}$ e $\gamma_{ii} = \sqrt{-g_{ii}}$, $i \in \{1, 2, 3\}$. Ressalta-se que, tratando-se da solução de Kerr, os elementos $g_{\mu\nu}$ e $g^{\mu\nu}$ referem-se, naturalmente, à métrica do elemento de linha na equação (51).

É possível verificar que as tetradas nas equações (68) e (69) de fato recuperam a métrica de Kerr com o auxílio da equação (13) e da relação $h^a{}_\mu h_b{}^\mu = \delta_b^a$ (ambas satisfeitas neste caso).

Repetindo o procedimento da seção anterior, a equação (22) fornece as seguintes conexões não nulas:

$$\begin{aligned}
 \dot{\Gamma}^0_{01} &= \partial_r[\ln \sqrt{g_{00}}]; & \dot{\Gamma}^0_{13} &= kg^{03}\gamma_{11} \sin \theta; \\
 \dot{\Gamma}^0_{23} &= kg^{03}\gamma_{22} \cos \theta; & \dot{\Gamma}^0_{31} &= \frac{\partial_r(\eta)}{\gamma_{00}} + \frac{1}{2}\partial_r(k^2)g^{03}; \\
 \dot{\Gamma}^1_{11} &= \partial_r[\ln \sqrt{-g_{11}}]; & \dot{\Gamma}^0_{32} &= \frac{\partial_\theta(\eta)}{\gamma_{00}} + \frac{1}{2}\partial_\theta(k^2)g^{03}; \\
 \dot{\Gamma}^1_{12} &= \partial_\theta[\ln \sqrt{-g_{11}}]; & \dot{\Gamma}^1_{22} &= -\frac{\gamma_{22}}{\gamma_{11}}; \\
 \dot{\Gamma}^1_{33} &= -\frac{k \sin \theta}{\gamma_{11}}; & \dot{\Gamma}^2_{12} &= \frac{\gamma_{11}}{\gamma_{22}}; \\
 \dot{\Gamma}^2_{21} &= \partial_r[\ln \sqrt{-g_{22}}]; & \dot{\Gamma}^2_{22} &= \partial_\theta[\ln \sqrt{-g_{22}}]; \\
 \dot{\Gamma}^2_{33} &= -\frac{k \cos \theta}{\gamma_{22}}; & \dot{\Gamma}^3_{13} &= \frac{\gamma_{11} \sin \theta}{k}; \\
 \dot{\Gamma}^3_{23} &= \frac{\gamma_{22} \cos \theta}{k}; & \dot{\Gamma}^3_{31} &= \partial_r[\ln k]; \\
 \dot{\Gamma}^3_{32} &= \partial_\theta[\ln k].
 \end{aligned} \tag{70}$$

As componentes não nulas da torção correspondentes são, conseqüentemente (mais uma vez, foi usada a equação (21)):

$$\begin{aligned}
 \dot{T}^0_{01} &= -\partial_r[\ln \sqrt{g_{00}}]; & \dot{T}^1_{21} &= \partial_\theta[\ln \sqrt{-g_{11}}]; \\
 \dot{T}^0_{10} &= \partial_r[\ln \sqrt{g_{00}}]; & \dot{T}^2_{12} &= \partial_r[\ln \sqrt{-g_{22}}] - \frac{\gamma_{11}}{\gamma_{22}}; \\
 \dot{T}^0_{13} &= \frac{\partial_r(\eta)}{\gamma_{00}} + kg^{03}(\partial_r(k) - \gamma_{11} \sin \theta); & \dot{T}^2_{21} &= -\partial_r[\ln \sqrt{-g_{22}}] + \frac{\gamma_{11}}{\gamma_{22}}; \\
 \dot{T}^0_{31} &= -\frac{\partial_r(\eta)}{\gamma_{00}} - kg^{03}(\partial_r(k) - \gamma_{11} \sin \theta); & \dot{T}^3_{13} &= \frac{1}{k}(\partial_r(k) - \gamma_{11} \sin \theta); \\
 \dot{T}^0_{23} &= \frac{\partial_\theta(\eta)}{\gamma_{00}} + kg^{03}(\partial_\theta(k) - \gamma_{22} \cos \theta); & \dot{T}^3_{31} &= \frac{1}{k}(\gamma_{11} \sin \theta - \partial_r(k)); \\
 \dot{T}^0_{32} &= -\frac{\partial_\theta(\eta)}{\gamma_{00}} - kg^{03}(\partial_\theta(k) - \gamma_{22} \cos \theta); & \dot{T}^3_{23} &= \frac{1}{k}(\partial_\theta(k) - \gamma_{22} \cos \theta); \\
 \dot{T}^1_{12} &= -\partial_\theta[\ln \sqrt{-g_{11}}]; & \dot{T}^3_{32} &= \frac{1}{k}(\gamma_{22} \cos \theta - \partial_\theta(k)).
 \end{aligned} \tag{71}$$

Vale pontuar que algumas das conexões calculadas na equação (70) apresentaram discrepâncias em relação aos resultados expostos pela referência consultada (PEREIRA, 2001). Mais especificamente, houve discordância entre alguns sinais das conexões $\dot{\Gamma}^0_{23}$, $\dot{\Gamma}^0_{32}$ e $\dot{\Gamma}^0_{31}$. Conseqüentemente, quatro das componentes da torção na equação (71) (\dot{T}^0_{13} , \dot{T}^0_{31} , \dot{T}^0_{23} e \dot{T}^0_{32}) também diferiram das expressões presentes na referência citada. Dessa forma, os possíveis motivos dessas discrepâncias ainda são objeto de investigação, instigando possíveis discussões futuras.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho descrevemos um formalismo - o Equivalente Teleparalelo da Relatividade Geral - responsável por modelar a interação gravitacional como uma teoria de calibre. Nesse sentido, demonstramos como é possível elaborar uma teoria alternativa à RG capaz de descrever corretamente a dinâmica dos eventos físicos considerados (no caso os modelos de buracos negros de Schwarzschild e Kerr) e recuperar resultados análogos aos já obtidos pela relatividade de Einstein (quando considerado o domínio da Física Clássica).

Nessa perspectiva, ao estabelecer a identidade (26) foram obtidas, conseqüentemente, uma série de equivalências entre essas diferentes teorias. Foi mostrado, por exemplo, como a lagrangiana de Einstein-Hilbert e a lagrangiana teleparalela diferem somente por termos de divergência; dessa correspondência seguiu, por sua vez, a íntima relação entre as equações de campo teleparalelas (também frutos da utilização da equação (26)) e as grandezas da RG, materializada na equação (34).

Sob tais considerações, obtivemos o equivalente das equações de campo para a solução de Schwarzschild (a exemplo da equação (67)), bem como os objetos matemáticos necessários para tal. Isso possibilitou a visualização, de maneira mais concreta, de alguns aspectos já previstos pela teoria desenvolvida anteriormente. Da equação (67) é evidente, por exemplo, uma característica inerente à solução de Schwarzschild também na RG: nota-se que a indeterminação (singularidade) em $r = 0$ persiste, uma vez que o limite da equação alternativa encontrada quando $r \rightarrow 0$ é indeterminado.

Outro ponto cuja visualização foi concretizada devido à realização desses cálculos foi a percepção de como, ao considerar a gravitação como uma teoria de Gauge para o grupo das translações, não mais a métrica $g_{\mu\nu}$ é a responsável por atuar como bloco fundamental de construção da teoria. Utilizando tetradas (equação (19)) inferimos como estas, juntamente com as conexões de Cartan (equação (22)) passam a ser os ingredientes com os quais podemos definir os demais objetos matemáticos: componentes da torção, superpotenciais, a lagrangiana do sistema físico em questão, as próprias equações de campo, etc. (como indicado em (CAI, 2016)).

Não se deve, porém, pensar que o escopo das aplicações e elaborações do formalismo teleparalelo se restrinja à reescrever as equações de campo desses modelos. É possível utilizar o formalismo desenvolvido para a descrição de demais modelos teóricos (não necessariamente de buracos negros), a exemplo do equivalente teleparalelo da Teoria de Kaluza Klein ou da construção do gravitomagnetismo (ver (ANDRADE, 2000a) e (SPANIOL; ANDRADE, 2009) para maiores detalhes).

Além disso, a propriedade do Equivalente Teleparalelo de recuperar as bem sucedidas previsões já corroboradas pela RG é somente parte do grande potencial das teorias alternativas. Visa-se justamente, ao considerar esse tipo de teoria, buscar alguma descrição teórica mais ampla capaz de superar as aparentes limitações da teoria da Relatividade Geral (como já citado anteriormente) a fim de melhor descrever eventos cosmológicos ou áreas da gravitação em si.

Nesse contexto tem-se, portanto, uma série de teorias que vão além da proposta teórica exposta no presente trabalho. As teorias $f(T)$, por exemplo, consideram uma função não linear do escalar T na lagrangiana; de forma análoga, teorias $f(R)$ levam em consideração

funções não lineares do escalar de Ricci R . Com escopo mais geral ainda há, também, as chamadas teorias $f(R, T)$; estas, diferentemente da RG e do teleparalelismo - quando os efeitos gravitacionais são frutos, única e respectivamente, da curvatura do espaço-tempo e da torção - levam em conta ambas grandezas em sua formalização. Dessarte, segue com ampla extensão a lista de teorias alternativas à RG investigadas atualmente (como descrito em (CAPOZZIELLO; LAURENTIS, 2015)) que resultam na mesma dinâmica, porém com novas interpretações e ganhos do ponto de vista formal.

Outrossim, por mais que exista uma correspondência entre o teleparalelismo e a RG em regime clássico, ressalta-se como essas teorias divergem quando considerados certos domínios de validade: casos em que vale a Física Quântica (como no Big Bang), situações em que há campos extremos (singularidades de buracos negros) ou mesmo aproximações em regime semiclássico. Justamente aí reside parte da motivação em estudar teorias alternativas, pois há certa liberdade de alterar as bases teóricas ao tentar descrever os fenômenos observados.

Por razões como essas, em certas teorias mais gerais, quando são levadas em conta a torção e a curvatura do espaço-tempo, supõe-se que a torção pode ser acoplada aos spins referente à rotação da matéria. Ou seja, há previsões teóricas de que a torção, além da curvatura, produziria efeitos gravitacionais observáveis no comportamento de corpos massivos - porém em baixa intensidade (HEHL, 1976). Por se tratar de um efeito bastante pequeno, ainda não foi observado experimentalmente; com o avanço da astrofísica observacional e a obtenção de medidas cada vez mais precisas, entretanto, abrem-se novas possibilidades para a eventual detecção de fenômenos como esse.

Vemos, então, como o campo de teorias alternativas mostra-se uma área bastante prolífica para possíveis avanços na compreensão do universo - em especial, da interação gravitacional e de suas consequências. Sua aplicação aos modelos mais simples de buracos negros nos permite perceber aparentes vantagens em adotá-las - como a proximidade com as outras interações fundamentais (também formuladas como teorias de Gauge). Os buracos negros apresentam-se, desse modo, com diferentes faces - como dançarinos num baile de máscaras cosmológico - na medida em que podem ser descritos sob a perspectiva de diferentes formalismos.

As fronteiras da gravitação estendem-se, porém, muito além de simplesmente obter resultados já verificados usando novas teorias (como exposto ao longo do texto). Dessa forma, se admirar as diferentes faces dos buracos negros no baile cósmico é uma maneira de obter um vislumbre de como cada fenômeno físico pode ser compreendido a partir de diferentes perspectivas, estudar as demais teorias alternativas, em contextos mais amplos, coloca-se como uma tentativa de aprender e admirar os passos da dança cósmica que é a evolução do universo e o funcionamento da gravitação em si.

VI. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao ProIC/DPG/UnB pela realização do Programa de Iniciação Científica, edital PIBIC 2019/2020, ao longo do qual foi desenvolvido o projeto a partir do qual construímos o presente trabalho.

Agradecemos, também, à contrapartida UnB pelo apoio financeiro, por intermédio do

fornecimento de bolsa de Iniciação Científica durante a vigência do edital PIBIC 2019/2020.

REFERÊNCIAS

ABBOTT, B. P.; ABBOTT, R.; ABBOTT, T.; ABERNATHY, M.; ACERNESE, F.; ACKLEY, K.; ADAMS, C.; ADAMS, T.; ADDESSO, P.; ADHIKARI, R. et al. Observation of gravitational waves from a binary black hole merger. *Physical review letters*, APS, v. 116, n. 6, p. 061102, 2016. 371

ALDROVANDI, R.; PEREIRA, J. G. *Teleparallel Gravity: An Introduction*. Dordrecht: Springer Science & Business Media, 2012. v. 173. 370, 372, 375, 376, 378, 387

ALDROVANDI, R.; PEREIRA, J. G. *An Introduction to Geometrical Physics*. 2. ed. New Jersey: World scientific, 2016. 370

ANDRADE, V. D.; GUILLEN, L.; PEREIRA, J. *Teleparallel Equivalent of the Kaluza-Klein Theory*. 2000. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/gr-qc/9909004>>. Acesso em: 09/12/2021. 389

ANDRADE, V. D.; GUILLEN, L.; PEREIRA, J. *Teleparallel Gravity: An Overview*. 2000. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/gr-qc/0011087>>. Acesso em: 09/12/2021. 370

ANDRADE, V. D.; PEREIRA, J. *Gravitational Lorentz Force and the Description of the Gravitational Interaction*. 1997. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/gr-qc/9703059>>. Acesso em: 09/12/2021. 376, 377, 378

ANDRADE, V. D.; PEREIRA, J. *Riemannian and Teleparallel Descriptions of the Scalar Field Gravitational Interaction*. 1997. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/gr-qc/9706070>>. Acesso em: 09/12/2021. 376

CAI, Y.-F.; CAPOZZIELLO, S.; LAURENTIS, M. D.; SARIDAKIS, E. N. *f(T) teleparallel gravity and cosmology*. 2016. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1511.07586>>. Acesso em: 10/12/2021. 370, 371, 372, 389

CANONICO, R.; PARISI, L.; VILASI, G. et al. The newman janis algorithm: A review of some results. In: INSTITUTE OF BIOPHYSICS AND BIOMEDICAL ENGINEERING, BULGARIAN ACADEMY OF *Proceedings of the Twelfth International Conference on Geometry, Integrability and Quantization*. [S.l.], 2012. p. 159–169. 382

CAPOZZIELLO, S.; LAMBIASE, G. *Open problems in gravitational physics*. 2014. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1409.3370>>. Acesso em: 10/12/2021. 370

CAPOZZIELLO, S.; LAURENTIS, M. D. *Extended Theories of Gravity*. 2011. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/1108.6266>>. Acesso em: 10/12/2021. 373

CAPOZZIELLO, S.; LAURENTIS, M. D. Extended gravity: State of the art and perspectives. In: WORLD SCIENTIFIC. *THE THIRTEENTH MARCEL GROSSMANN MEETING: On Recent Developments in Theoretical and Experimental General Relativity, Astrophysics and Relativistic Field Theories*. [S.l.], 2015. p. 1097–1112. 371, 390

- CARROLL, S. M. *An Introduction to General Relativity: Spacetime and Geometry*. San Francisco: Addison Wesley, 2004. 372, 383
- D'INVERNO, R. A. *Introducing Einstein's Relativity*. [S.l.]: Clarendon Press, 1992. 371, 372, 378, 379, 381, 382, 383
- DRAKE, S. P.; SZEKERES, P. *An Explanation of the Newman-Janis Algorithm*. 1998. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/gr-qc/9807001>>. Acesso em: 10/12/2021. 382
- GOLDSTEIN, H.; POOLE, C.; SAFKO, J. *Classical Mechanics*. 3. ed. [S.l.]: Addison Wesley, 2001. 372
- GRIFFITHS, D. J. *Introduction to Electrodynamics*. 4. ed. [S.l.]: Pearson Education, 2013. 376
- HAYASHI, K.; SHIRAFUJI, T. New general relativity. *Physical Review D*, APS, v. 19, n. 12, p. 3524, 1979. 384
- HEHL, F. W.; HEYDE, P. Von der; KERLICK, G. D.; NESTER, J. M. General relativity with spin and torsion: Foundations and prospects. *Reviews of Modern Physics*, APS, v. 48, n. 3, p. 393, 1976. 390
- KERR, R. P. Gravitational field of a spinning mass as an example of algebraically special metrics. *Physical review letters*, APS, v. 11, n. 5, p. 237, 1963. 382
- LANDAU, L. D.; LIFSHITZ, E. M. *The Classical Theory of Fields: Volume 2*. 4. ed. [S.l.]: Butterworth-Heinemann, 1980. v. 2. 372
- MISNER, C. W.; THORNE, K. S.; WHEELER, J. A. *Gravitation*. San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1973. 383
- NEWMAN, E. T.; JANIS, A. Note on the kerr spinning-particle metric. *Journal of Mathematical Physics*, American Institute of Physics, v. 6, n. 6, p. 915–917, 1965. 382
- PEREIRA, J.; VARGAS, T.; ZHANG, C. Axial-vector torsion and the teleparallel kerr spacetime. *Classical and Quantum Gravity*, IOP Publishing, v. 18, n. 5, p. 833, 2001. 381, 384, 386, 387, 388
- RUBAKOV, V. *Classical Theory of Gauge Fields*. New Jersey: Princeton University Press, 2002. 373, 376
- SCHUTZ, B. *A First Course in General Relativity*. 2. ed. [S.l.]: Cambridge University Press, 2009. 370
- SCHWARZSCHILD, K. Über das gravitationsfeld eines massenpunktes nach der einsteinschen theorie. *SPAW*, p. 189–196, 1916. 379
- SCHWARZSCHILD, K. *On the Gravitational Field of a Mass Point according to Einstein's Theory*. 1999. Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/physics/9905030>>. Acesso em: 10/12/2021. 379
- SCHWICHTENBERG, J. *Physics from Symmetry*. 2. ed. [S.l.]: Springer, 2018. 373

SHANKAR, R. *Principles of Quantum Mechanics*. 2. ed. New York: Plenum Press, 1994. 373

SPANIOL, E. P.; ANDRADE, V. C. D. *Gravitomagnetism in Teleparallel Gravity*. 2009.
Disponível em: <<https://arxiv.org/abs/0802.2697>>. Acesso em: 10/12/2021. 389



ELETROGAME, O JOGO: UMA MANEIRA DIDÁTICA E DIVERTIDA DE ESTUDAR A ELETRODINÂMICA

ELETROGAME, THE GAME: A DIDACTIC AND FUN WAY TO STUDY ELECTRODYNAMICS

M. SILVA¹, F. MAGNO²

¹Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Salesiana do Trabalho

²Faculdade de Física, Universidade Federal do Pará

Resumo

Diversos autores apontam como dificuldade à aprendizagem aulas alicerçadas na passividade dos alunos e no protagonismo do professor. Este trabalho, um jogo de tabuleiro denominado Eletrogame, busca o resgate da ludicidade através da produção e uso de jogos lúdicos que, quando utilizado como metodologia alternativa de ensino, tem o poder de melhorar o convívio e a inclusão entre os estudantes, facilitando o ensino-aprendizagem tornando o processo de construção do conhecimento mais prazeroso. A pesquisa, sobre o tema Eletrodinâmica, foi aplicada para uma turma de estudantes do 3º ano do Ensino Médio, em 2019, dividida em 3 (três) etapas; inicialmente, foram ministradas aulas remotas, a seguir foi aplicado o jogo e, finalmente, um questionário de opiniões e sugestões. Os estudantes aprovaram a metodologia, classificando-a como atrativa e envolvente, admitindo que precisavam desenvolver ou melhorar habilidades como a comunicação, autorreflexão, autoconhecimento e responsabilidade consigo para melhorar a performance no jogo.

Palavras-chave: Eletrodinâmica. Eletrogame. Jogo de Tabuleiro.

Abstract

Several authors point out as a difficulty in learning classes based on the passivity of the students and the protagonism of the teacher. This work, a board game called Eletrogame, seeks to rescue ludicity through the production and use of playful games that, when used as an alternative teaching methodology, have the power to improve coexistence and inclusion among students, facilitating teaching. -learning making the process of knowledge construction more pleasurable. The research, on the topic of Electrodynamics, was applied to a group of students from the 3rd year of High School, in 2019, divided into 3 (three) stages; initially, remote classes were given, then the game was applied and, finally, a questionnaire of opinions and suggestions. The students approved the methodology, classifying it as attractive and engaging, admitting that they needed to develop or improve skills such as communication, self-reflection, self-knowledge and responsibility

with themselves to improve their performance in the game.

Keywords: *Electrodynamics. Eletrogame. Board game.*

I. INTRODUÇÃO

A palavra metodologia tem origem no idioma grego, da junção de duas palavras, a saber: meta, que vem do grego *methodos*, que significa objetivo ou finalidade, e ainda *hodos*, significando caminho ou intermediação. Ao acoplarmos a estas duas a nomenclatura -logia reporta-nos, então, à conhecimento, estudo. Portanto, metodologia liga-nos ao estudo dos métodos, dos caminhos a serem percorridos com o objetivo de alcançarmos uma meta ou finalidade (FARIAS et al, 2019).

Quando empregamos uma determinada metodologia no ensino, normalmente, esta pode ser compreendida como um conjunto de procedimentos, técnicas e métodos didáticos de ensino. Todos têm como finalidade alcançar um determinado objetivo com a melhor eficácia e desempenho no processo de construção do conhecimento.

A Física é uma das ciências mais antigas e interessantes. Ela é a resposta de inúmeros fenômenos que ocorrem na natureza, desde a estrutura molecular até a origem e evolução do Universo. Estudar Física auxilia a conhecer e compreender fenômenos naturais e também a tecnologia que está em constante mudança. É de fundamental importância estudar a Física, pois ela coloca o aluno frente a frente à inúmeras situações reais e concretas do dia a dia. No Brasil, esta ciência começa a ser estudada nas series finais do Ensino Fundamental, mas só é estudada detalhadamente a partir do primeiro ano do Ensino Médio e já constatamos uma grande dificuldade encontrada pelos discentes nesta disciplina. Isto ocorre devido à imagem negativa que os alunos fazem desta matéria, antes mesmo de conhecê-la, não obstante por relatos de experiências de amigos que já estudaram Física no Ensino Médio.

Outro fator que contribui para a dificuldade do aprendizado em Física, segundo alunos e professores, é “a má alfabetização matemática” que os alunos adquirem no Ensino Fundamental, ou nas series anteriores, aliada à “difícil linguagem matemática” que a Física utiliza.

Segundo especialistas da área do Ensino de Física, não é somente estes fatores citados anteriormente que contribuem para um baixo rendimento em aprender esta disciplina: a grande distância do que é ensinado dentro da sala de aula e o mundo fora dela, a distância na relação professor-aluno e a ausência da interdisciplinaridade, aumenta ainda mais o desinteresse e o desestímulo do aluno com o ensino, causando dificuldade no seu aprendizado.

Kishimoto (2003) e Brougère (1998) enfatizam a relevância em elaborar jogos lúdicos no ensino, por serem que estimulam o raciocínio e aprimoram a construção de conhecimentos científicos. Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008) ressaltam que os jogos didáticos não são capazes de substituir outras formas e estratégias de ensino, mas são uma alternativa que permite uma forma de educar plural e diversa, assentindo quer seja aos discentes quanto aos docentes novas formas de apreender e ensinar.

II. A UTILIZAÇÃO DOS JOGOS COMO FERRAMENTA DIDÁTICA

Quando desejamos propiciar divertimento no ambiente educacional, sua motivação intrínseca pode ser aumentada, estimulando sentimentos positivos, com a atividade sendo realizada em interesse próprio e, ainda, classificando-a como importante, fascinante ou geradora de satisfação (BORUCHOVITCH; BZUNECK, 2009). O objetivo de grande parte dos jogos didáticos é promover no jogador sentimentos de sucesso, que são obtidos ao se acertar um desafio no jogo, fato que melhora a motivação do praticante (ROUSE, 2013).

A ferramenta da implementação das atividades lúdicas, através de jogos didáticos, pode contribuir para o êxito, tanto para quem ensina, como para quem aprende, que precisam ser significativos e contextualizados, características que serão destacadas pelo professor motivador e inovador, e que não deixará o aluno apenas como mero observador, realizando tarefas passivamente, ou mesmo alienado à aula.

O jogo está presente na vida do ser humano desde a sua infância. Segundo Kishimoto (1996), definir o conceito de jogo é algo complicado, por mais que não nos pareça, pois esta definição varia de acordo com a coletividade em que está inserido, notando-se a influência entre o jogo e a cultura. O autor argumenta ainda que:

Quando se pronuncia a palavra jogo, cada um pode entendê-la de modo diferente. Pode-se estar falando de jogos políticos, de adultos, crianças, animais, ou amarelinha, xadrez, adivinhas, contar histórias, futebol, dominó, quebra-cabeça, construir barquinho, brincar na areia e uma infinidade de outros. (KISHIMOTO, 1996)

Kishimoto (1996) ainda explica que os jogos têm, além de suas regras, configurações e características, duas importantes funções: uma função lúdica e uma educativa. Ambas funções devem estar presentes durante a aplicação em sala de aula, pois se a parte lúdica prevalecer, temos apenas um jogo corriqueiro; caso a parte educativa prevaleça, há apenas o material didático.

O jogo de tabuleiro não necessita de logística complexa e nem de ambiente diferente das salas de aulas atuais, o que o torna fácil e prático de ser aplicado. É importante que os estudantes entrem em contato com os conceitos científicos através de uma discussão e apresentação de concepções dos fenômenos para a classe, a fim de que possam, com a interação do professor, equalizar os entendimentos, para que se estabeleça uma base comum obtendo, então, a construção do conhecimento.

A utilização do jogo de tabuleiro trata de uma perspectiva metodológica que se apresenta não só como possibilidade de mediar a aprendizagem, mas também de fazer com que o aluno desenvolva sua capacidade de analisar, de criar estratégias, de produzir significados, de abstrair e de generalizar fenômenos da realidade.

Finalizamos esta parte com a conclusão de Lopes (2001) sobre a importância que tem o jogo educativo para o aprendizado e o divertimento:

É muito mais eficiente aprender por meio de jogos e, isso é válido para

todas as idades, desde o maternal até a fase adulta. O jogo em si, possui componentes do cotidiano e o envolvimento desperta o interesse do aprendiz, que se torna sujeito ativo do processo. (LOPES, 2001).

II.1. A Produção de Jogos Direcionada para o Ensino de Física

A disciplina Física, considerada difícil pela maioria dos estudantes, sendo as maiores reclamações relacionadas às equações e cálculos, muitas vezes fundamentais, além de conceitos teóricos, ocasiona, eventualmente, a perda de interesse dos discentes. Isto provoca a necessidade da procura por aulas dinâmicas, fugindo das discursivas e memorísticas, onde o professor é o centro das atenções (BRANCO; MOUTINHO, 2015).

Quando professores procuram por algum experimento de Física, eles procuram práticas que, de fato, assegurem a aprendizagem dos conceitos. Muitos, porém, buscam por procedimentos que poderiam melhorar o rendimento do aluno. Porém, isso não é trivial, e podem incluir os jogos educativos (PEREIRA; FUSINATO; NEVES, 2009).

Segundo Starepravo (1999), “os jogos não proporcionam ‘grandes milagres’, a produtividade do trabalho depende diretamente do encaminhamento dado pelo professor”, pois assim como os jogos educacionais direcionados à Física podem ser simples, como aqueles constituídos de exercícios e práticas, também podem ser ricos e complexos; porém, todos têm em comum o mesmo objetivo, provocar o interesse dos alunos pelos conteúdos e originar um ambiente propício para o ensino-aprendizagem.

Os jogos lúdicos conseguem despertar o interesse dos estudantes, por transmitirem os conteúdos de Física de forma totalmente diferente do que é feito nas salas de aula das escolas tradicionais, onde são explicados os temas, normalmente, de forma expositiva, ocasionando um melhor ensino-aprendizagem.

No processo de construção do conhecimento, o uso de jogos de tabuleiros, voltados ao ensino das Ciências, em particular a Física, pode ser de grande importância para a interação social dos alunos troca de conhecimentos, propiciar o ensino-aprendizagem, provocar o aprimoramento pessoal, favorecer o aprendizado da relação aluno-aluno e aluno-professor, no desenvolvimento cognitivo, e favorecer um aprendizado investigativo, divertido e prazeroso.

III. O JOGO DE DESENVOLVIDO: ELETROGAME

Esta pesquisa faz parte do trabalho desenvolvido no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF), da Universidade Federal do Pará (Polo 37), e buscou-se elaborar um jogo de tabuleiro para turmas de Física sobre o tema Eletrodinâmica para, utilizando-se deste entretenimento orientado e produzido manualmente, possibilitar aos alunos a aprendizagem deste conceito.

III.1. Eletrogame: Peças

O Eletrogame é um jogo de tabuleiro que faz alusão aos jogos dos anos 80 e 90 que perderam espaço para os eletrônicos. Estes eram jogos que instigavam o raciocínio lógico e



Figura 1: Livro em formato físico.



Figura 2: Gibi em formato físico.

a capacidade de pensar e agir do brincante, além de contar com um pouco de sorte, tais como Banco Imobiliário, WAR, Detetive, Imagem e Ação, Jogo da Vida, entre outros.

Com a criação do Eletrogame o pensamento é desmistificar o medo que o aluno tem com a disciplina Física, ou pelo menos diminuir as dificuldades existentes nesta matéria considerada uma, ou talvez a mais difícil pela maioria dos alunos. Com a utilização do lúdico, que é uma ferramenta interessante e atual, a função é tornar a educação, e em particular a disciplina Física, mais atrativa e interessante, despertando a curiosidade do aluno e automaticamente fazendo-o aprender. O teor do jogo é a Eletrodinâmica Básica, aliando o estudo de conceitos básicos deste tema com a magia da diversão.

III.1.1 O livro de apoio ao jogo (Gibi ou HQ)

É a peça inicial e fundamental do jogo. Sua leitura é indispensável para o jogador obter êxito em uma partida de Eletrogame, pois não é possível começar a jogar sem antes ler o Gibi, porque além de municiar e reforçar o conhecimento do jogador, também é uma leitura divertida e descontraída.

Esta importante peça, visualizada nas Figuras 1 e 2, disponível em sua forma física e, na Figura 3, de maneira virtual, nos *smartphones* ou *tablets* dos jogadores, em ambos os casos, com a permissão do pesquisador.

III.1.2 Os tabuleiros

O jogo possui dois tabuleiros, que indicam de que maneira os jogadores preferem jogar (vide Figuras 4 e 5).

A Figura 4 mostra o Tabuleiro 1, em cujas casas as cores são contínuas e obedecem a uma sequência cronológica dos assuntos estudados remotamente e lidos no Gibi (Livro de Apoio). Neste, cada cor representa um tópico de Eletrodinâmica Básica, com o jogador avançando de nível ou tópico (apenas) gradativamente. É a forma de jogar indicada e recomendada para quem é apresentado ao jogo pela primeira vez.

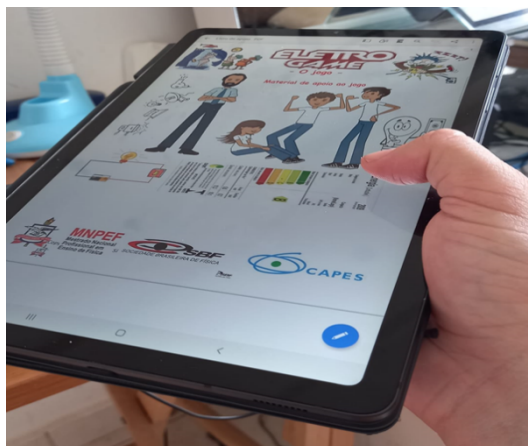


Figura 3: O Livro de Apoio (Gibi ou HQ), em formato PDF, em um tablet. Fonte: Acervo dos Autores

Na Figura 5 é exibido o Tabuleiro 2, com as mesmas cores, porém, dispostas de forma aleatória, ou seja, não obedecendo a uma ordem cronológica dos assuntos estudados e lidos no Gibi. O jogador pode avançar ou regredir de tópico diversas vezes à medida que lança os dados. É a forma de jogar indicada para quem já conhece o jogo e já participou dele algumas vezes.

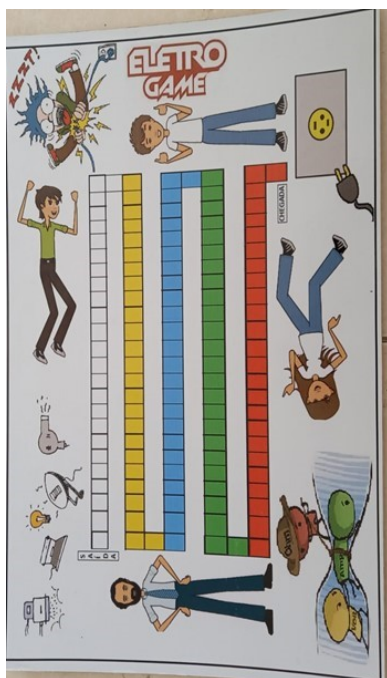


Figura 4: Tabuleiro 1.



Figura 5: Tabuleiro 2.

III.1.3 Pinos e Dados

Cada jogador ficará representado pelo seu pino, peça que irá percorrer as casas do tabuleiro a medida que os dois dados do jogo forem lançados. São 5 pinos de cores distintas representando cada jogador.



Figura 6: *Pinos e Dados.* Fonte: Acervo dos Autores.

De cada partida do Eletrogame poderá participar, no mínimo, duas pessoas e, no máximo, cinco, como mostra a Figura 6; a soma dos resultados dos dois dados indicará a quantidade de casas que o pino percorrerá.

III.1.4 Cartas de Perguntas

No jogo Eletrogame são abordados 5 tópicos de Eletrodinâmica Básica:

1. Potencial Elétrico e Diferença de Potencial (DDP);
2. Corrente Elétrica;
3. Resistores Elétricos e suas Associações;
4. Potência Elétrica; e
5. Energia Elétrica.

Cada tópico citado acima é representado por uma cor que estampará as cartas de perguntas, conforme a Tabela 1; cada indagação terá 3 alternativas de respostas, sendo uma correta; cada tópico possui 25 cartas de demandas, totalizando 125 cartas de questionamentos no jogo, como mostra a Figura 7.

Tabela 1: *Cores relacionadas aos tópicos de Eletrodinâmica.*

Cor	Tópico Relacionado
Branco	Potencial Elétrico e DDP
Amarelo	Corrente Elétrica
Azul	Resistores Elétricos e Associação
Verde	Potência Elétrica
Vermelho	Energia Elétrica

Fonte: Fonte: Acervo dos Autores.



Figura 7: Cartas de Perguntas.

III.1.5 Cartão Resposta

Como o jogador saberá se sua resposta foi correta ou não? Basta verificar se sua resposta condiz com o gabarito que consta no cartão resposta.

As cartas de perguntas são numeradas. Então, após sua resposta, o jogador verificará no cartão resposta o número e o gabarito da pergunta (vide Figura 8).

ELETROGAME				
Cartão de respostas				
Branco	Amarelo	Azul	Verde	Vermelho
1 c	1 a	1 a	1 a	1 a
2 b	2 b	2 b	2 b	2 b
3 a	3 a	3 a	3 a	3 a
4 b	4 b	4 c	4 b	4 c
5 a	5 b	5 b	5 b	5 b
6 a	6 b	6 b	6 b	6 a
7 c	7 a	7 a	7 b	7 b
8 c	8 c	8 c	8 c	8 c
9 c	9 c	9 a	9 b	9 c
10 b	10 c	10 c	10 a	10 c
11 b	11 c	11 b	11 c	11 c
12 b	12 b	12 a	12 a	12 b
13 a	13 b	13 a	13 a	13 c
14 b	14 a	14 a	14 b	14 a
15 c	15 c	15 b	15 a	15 a
16 a	16 a	16 c	16 a	16 c
17 a	17 b	17 a	17 c	17 c
18 c	18 a	18 b	18 a	18 a
19 b	19 b	19 c	19 c	19 b
20 a	20 a	20 b	20 a	21 c
21 c	21 b	21 a	21 c	21 c
22 b	22 b	22 b	22 c	22 b
23 c	23 a	23 b/c	23 b	23 a
24 a	24 b	24 a	24 b	24 b
25 a	25 a	25 a	25 a	25 a

Figura 8: Cartão respostas ou Gabarito. Fonte: Acervo dos Autores.

III.1.6 Roletas Bônus e Ônus

Ao verificar sua resposta no cartão respostas ou gabarito, o jogador saberá se acertou ou errou a resposta fornecida à pergunta tendo, então, duas opções:

1. Caso tenha acertado a resposta, ele irá girar a Roleta Bônus (Figura 9), para saber o prêmio por ter acertado; ou



Figura 9: Roleta Bônus. Fonte: Acervo dos Autores.



Figura 10: Roleta Ônus. Fonte: Acervo dos Autores

2. Caso tenha errado a resposta, rodará a Roleta Ônus (Figura 10), que indicará o ônus que sofrerá pelo erro.

III.2. Eletrogame: Regras do Jogo

O jogo Eletrogame contém:

1. 5 livros de apoio em formato físico, podendo também serem disponibilizados em PDF pelo professor;
2. 2 tabuleiros, sendo 1 de cores cronológicas e 1 de cores aleatórias;
3. 2 dados;
4. 125 cartas de perguntas;
5. 1 cartão de respostas ou gabarito; e
6. 2 roletas (1 bônus e 1 ônus).

Quanto às regras do jogo, estas são as seguintes:

1. O jogo se inicia quando um grupo de, no mínimo, dois e, no máximo, cinco jogadores estipulam um tempo para ler o livro de apoio (15 a 20 minutos). Esta leitura pode ser realizada através do livro físico ou do livro virtual, em PDF;
2. Após o tempo de leitura, o grupo escolhe de que maneira pretende jogar Eletrogame, se com o tabuleiro de cores contínuas ou com o tabuleiro de cores aleatórias. É recomendado, para quem está participando deste jogo pela primeira vez, o tabuleiro de cores contínuas;

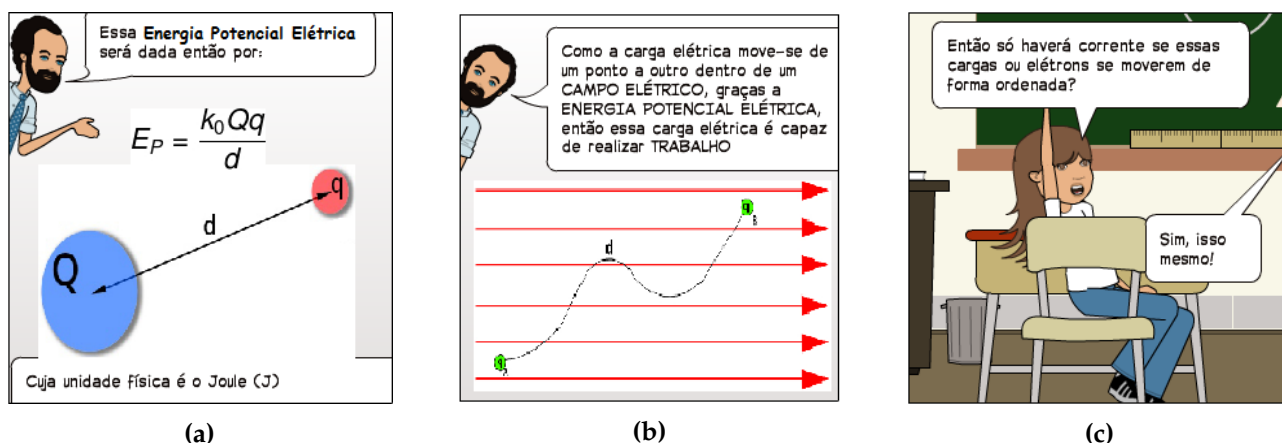


Figura 11: Alternativas.

3. A seguir, cada jogador escolhe um pino da cor de sua preferência para representá-lo no tabuleiro, e decide-se quem começa a lançar os dois dados;
4. A soma dos dois dados indica quantas casas o jogador deverá empurrar com o seu pino;
5. A cor da casa em que o pino parou é a cor da carta que o jogador deverá retirar da sacola (mesma cor) sem olhar qual carta irá retirar;
6. Na carta haverá uma pergunta que o jogador deverá ler em voz alta e escolher qual alternativa (A, B ou C) é a sua opção como resposta correta (os jogadores devem estipular qual o tempo para que possam pensar e responder; geralmente de 30 segundos a 1 minuto) (Figuras 11a, 11b e 11c);
7. Escolhida sua solução, o jogador irá confirmar através do cartão respostas ou gabarito se sua resposta está correta ou errada:
 - a) Se estiver correta ele irá girar a Roleta Bônus; ou
 - b) Se estiver errada então irá girar a Roleta Ônus.

Este processo acontecerá com todos os participantes do jogo até o momento em que o primeiro chegar ao fim das casas ou do tabuleiro; este participante vence a partida/jogo.

IV. METODOLOGIA DA PESQUISA

IV.1. Contexto Social e Local de Aplicação

A pandemia deflagrada no Brasil em março de 2020, causada pelo vírus COVID-19 (SarsCov) fez com que este Trabalho de pesquisa tivesse uma parte de sua aplicação adaptada para virtual.

O público-alvo foram alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola pública situada em um bairro periférico da cidade de Belém, do Estado do Pará, local em que um dos pesquisadores exerce suas funções como docente (Figura 12).



Figura 12: Pátio de Recreação da Escola onde foi feita a pesquisa. Fonte: Acervo dos Autores

A Escola onde foi feita a pesquisa possui Ensino Técnico e Ensino Regular, contando com várias turmas do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental e também 1º e 2º anos do Ensino Médio. Possui, ainda, 6 turmas do 3º ano do Ensino Médio (três matutinas e três vespertinas), cada uma com 30 alunos, em média. A escola possui três quadras esportivas e piscina, além de uma ótima equipe de professores e coordenadores pedagógicos.

Primeiramente foi ministrado todo o conteúdo de Eletrodinâmica Básica necessário para as perguntas, para toda a turma e, então, realizamos a aplicação, para um grupo de alunos que foram convidados a se fazerem presentes à Escola. Todavia, as aulas ministradas não foram realizadas de forma presencial, devido a suspensão deste tipo de atividades, em virtude da pandemia, mas sim remotamente, ou seja, virtuais usando aplicativos como *Google Class*, *Google Meet* e *Whatsap*, aplicativo de textos e mensagens. Estes aplicativos permitem que o estudante acesse as aulas do professor, gravadas ou ao vivo, aplicações de atividades avaliativas, sugestões e servem, também, como uma forma de diminuir a distância professor-aluno.

IV.2. Aplicação da Pesquisa

A aplicação da pesquisa foi dividida em 3 (três) etapas, sendo o público-alvo os estudantes do 3º ano do Ensino Médio, segundo mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Etapas da aplicação da Pesquisa.

Etapa	Atividade	Público
Etapa 1	Explanação dos tópicos através das aulas remotas	Alunos do 3º ano (todos)
Etapa 2	Aplicação da pesquisa (leitura e jogo)	4 alunos selecionados do 3º ano
Etapa 3	Opinião particular a respeito do jogo	4 alunos selecionados do 3º ano

Fonte: Fonte: Acervo dos Autores

A primeira etapa iniciou nas aulas em que o pesquisador ministrou, para todos os alunos, para que estivessem aptos a participarem da aplicação do jogo. Para melhor entendimento e

facilitação neste processo, as aulas ministradas foram gravadas e postadas na plataforma *Google Class* usando o aplicativo *Google Meet*. Desta forma, o aluno poderia assistir no seu melhor horário e quantas vezes achasse necessário.

Na Tabela 3 são elencadas a quantidade de aulas ministradas remotamente, com suas respectivas pautas:

Tabela 3: *Tópicos de Eletrodinâmica ministrados remotamente.*

Aula	Conteúdo ministrado
Aula 1	Potencial Elétrico e Diferença de Potencial (DDP)
Aula 2	Eletrodinâmica: Corrente elétrica
Aula 3	Eletrodinâmica: Resistores elétricos
Aula 4	Eletrodinâmica: Associação de resistores elétricos
Aula 5	Eletrodinâmica: Potência elétrica
Aula 6	Eletrodinâmica: Energia elétrica

Fonte: Fonte: Acervo dos Autores

Cada aula gravada possuía, em média, 45 minutos, onde o pesquisador explanou o conteúdo, relacionando-o com o cotidiano, e fez aplicações através de um ou dois exercícios, com exceção da aula 4, em que precisou de um pouco mais de tempo para explicar, relacionar e exemplificar resistores associados, ou seja, uma aula tradicional realizada de maneira virtual.

Após a realização de todas as aulas, teve início a segunda etapa, onde o pesquisador solicitou a presença de 10 alunos (5 pela manhã e 5 à tarde) que tivessem assistido às aulas remotas, para comparecerem na Escola, com suas máscaras e obedecendo todas as normas de segurança sanitária, com o intuito de jogar o jogo Eletrogame.

IV.3. O Jogo Eletrogame

De posse dos conhecimentos adquiridos ao assistir as aulas remotas, os alunos selecionados ficaram aptos a jogar o Eletrogame.

O jogo começa quando o pesquisador ofereceu um tempo de 15 a 20 minutos para que o grupo de jogadores leia de forma descontraída o Livro/Gibi ou HQ contendo todos os tópicos estudados nas aulas remotas, ou seja, a leitura deste HQ é um reforço descontraído para que o aluno assimile e se prepare ainda mais para começar a jogar. Cada jogador terá seu próprio HQ para ler. Após o tempo de leitura, os participantes, enfim, começarão a jogar o Eletrogame (Figura 13).

Há duas maneiras de jogarmos o Eletrogame; a primeira é obedecendo a uma sequência cronológica dos assuntos estudados remotamente e lidos no Livro ou Gibi. Neste caso, usamos o tabuleiro das casas de cores contínuas, Figura 4, onde o jogo começa pelas casas de cor branca, passando pelas casas de cor amarela, azul, verde e finalizando nas casas de cor vermelha, onde cada cor representa um tópico de Eletrodinâmica estudado e lido no



Figura 13: O jogo Eletrogame. Fonte: Acervo dos Autores.

Gibi; por exemplo, a casa vermelha representa cartas vermelhas, cujo tópico trata-se somente de Energia Elétrica (Tabela 4).

Tabela 4: Cores do jogo com seus respectivos tópicos de Eletrodinâmica.

Cor	Tópico Referente
Branco	Potencial Elétrico e Diferença de Potencial (DDP)
Amarelo	Corrente Elétrica
Azul	Resistores Elétricos
Verde	Potência Elétrica
Vermelho	Energia Elétrica

Fonte: Fonte: Acervo dos Autores.

A outra forma de jogar é quando é utilizamos o Tabuleiro 2 (Figura 5) com as mesmas cores, porém dispostas de forma aleatória no tabuleiro, ou seja, não obedecendo a uma ordem cronológica dos assuntos estudados e lidos no Gibi. Então, antes dos participantes começarem a jogar, é necessário escolher de qual maneira será escolhida a forma do jogo.

O jogo é simples: o participante começa jogando os dois dados, onde a soma de seus resultados indica a quantidade de casas que deverá ser percorrida com sua peça; a cor da casa representa a cor da sacola da qual o jogador deverá tirar a carta sem olhar (o participante deverá apanhar apenas uma carta) e responder à pergunta dentre as três opções disponíveis. Se acertar, o jogador gira a roleta colorida, Roleta Bônus, indicando seu bônus conquistado; se errar, girará a roleta escura, Roleta Ônus, indicando o seu ônus sofrido.

Os participantes poderão saber o resultado de suas respostas utilizando a carta-resposta, que indicará a alternativa correta através da cor e do número da carta-pergunta. Todos os participantes passarão pelas regras do jogo até o momento em que o primeiro chegar ao final das casas do tabuleiro, quando, então, este jogador vence a partida e o jogo termina.

IV.4. Aplicação do Questionário de Opinião e Sugestões

Finalizando o jogo, teremos a terceira e última etapa da Pesquisa, ou seja, a solicitação para que os 10 alunos que participaram expressassem suas opiniões e sugestões a respeito

do jogo Eletrogame.

Nesta etapa foi aplicado um Questionário de Opiniões e Sugestões para que os estudantes se manifestassem sobre o jogo, quer na parte metodológica, quer como divertimento, ou seja, se houve aprendizagem no decorrer do jogo, se existiram momentos divertidos e interessantes, se a forma que foi conduzida a segunda etapa foi fácil ou difícil de assimilar e outras ideias.

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em uma das aulas remotas, o pesquisador fez o convite a 10 estudantes para que, caso possível, se fizessem presentes na Escola com o objetivo de participar da aplicação da pesquisa do jogo Eletrogame. Os requisitos para participar eram simples: ter assistido atentamente à todas as aulas remotas sobre Eletrodinâmica e ler em casa o Livro de Apoio disponibilizado em PDF pelo professor-pesquisador.

Na tarde do dia 18 de junho de 2021, apenas 4 (quatro), dos 10 (dez) alunos, compareceram na Escola, portando máscaras e álcool em gel, conforme solicitação do professor, para participarem do jogo. Infelizmente, por motivos variados, os outros estudantes faltaram ao encontro e, embora houvessem discentes querendo substituí-los, isto ficou inviável, pois não haveria tempo para que lessem a Cartilha com maior atenção e calma, uma vez que a aplicação do jogo seria naquele momento (Figura 14).

Embora os quatro alunos presentes tenham assistido todas as aulas remotas e, principalmente, tenham lido a Cartilha em suas residências, solicitaram mais tempo extra para a lerem novamente em sala de aula, pedido que foi prontamente atendido pelo pesquisador.



Figura 14: Alunos participando da aplicação do jogo. Fonte: Acervo dos Autores.

Ao longo do jogo, os alunos puderam mostrar seus conhecimentos em relação aos tópicos de Eletrodinâmica Básica, estudados e lidos através do material de apoio; e, por diversas vezes, o espírito de competição foi evidenciado, através da vibração ao acertar uma pergunta ou através da frustração por ter errado outra. O espírito de competição também foi percebido por eles através do fator sorte, quando lançavam os dados (quanto maior a

soma dos dados, mais próximo da linha de chegada) e também ao resultado das roletas Bônus e Ônus.

V.1. Análise dos Resultados

Neste tópico faremos uma análise dos resultados alcançados com a aplicação da pesquisa. Faremos isto de acordo com as observações feitas pelo pesquisador durante o momento da aplicação do jogo e pelo Questionário de Opinião e Sugestões que foi aplicado após o jogo.

Quatro jogadores participaram da aplicação do jogo; estes serão denominados por números de 1 a 4. Na Tabela 5, mostramos a quantidade de cartas de perguntas utilizadas por cada jogador durante o jogo, até o momento em que o primeiro dos quatro chega no fim das casas e vencerá a partida.

Tabela 5: Quantidade de cartas de perguntas usadas (por tópico) por cada aluno ao longo da partida.

Cor / Tópico	Alunos e quantidade de Cartas Usadas			
	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4
Branco / Potencial elétrico e DDP	8	5	7	5
Amarelo / Corrente Elétrica	6	5	6	5
Azul / Resistores e Associações	7	5	5	5
Verde / Potência Elétrica	6	4	5	4
Vermelho / Energia Elétrica	0	3	2	3

Fonte: Fonte: Acervo dos Autores

Na aplicação da pesquisa, o Aluno 2 venceu. Se analisarmos a Tabela 5, a quantidade total de cartas de perguntas usadas pelo Aluno 2 foi a mesma usada pelo Aluno 4. Entretanto, o Aluno 2 venceu pois teve mais sorte do que os demais no lançamento dos dados e no giro da Roleta Bônus, além de capturar conhecimento no momento em que seus oponentes leram em voz alta uma pergunta junto com as alternativas de respostas. Segundo o Aluno 2, isso contribuiu como ajuda para responder suas perguntas no momento em que chegou sua vez de jogar, pois haviam perguntas semelhantes ou que remetiam às perguntas anteriores já respondidas.

É obvio que no decorrer do jogo houveram algumas respostas em que ele respondeu erradamente e, provavelmente, foram punidas com a Roleta Ônus, mas, de modo geral, ele estava bem preparado e errou poucas vezes ao longo da partida, culminando com a sua vitória.

Aqui percebemos um exemplo da principal ideia da Teoria Sócio Interacionista de Vygotsky: a interação social com outros indivíduos com o intuito de obter conhecimento, aliando o que o aluno sabe com o que pode saber, imerso em um ambiente em que a

comunicação ocorre de modo com que o estudante interaja também com os problemas, os assuntos, as estratégias, a informação e os valores de um sistema que o inclui.

Analisando novamente a Tabela 5 percebemos que o Aluno 1 foi o jogador que mais utilizou as cartas de perguntas, levando-o a ficar em último lugar no jogo e, pelo fato de não ter tido oportunidade de usar as cartas vermelhas (Energia Elétrica), pois o vencedor do jogo já havia chegado no fim do tabuleiro, concluímos que o Aluno 1 não foi para o jogo bem preparado, ou seja, errou muitas perguntas e foi bastante punido pela Roleta Ônus.

A Tabela 6 indica o vencedor do jogo e respectivos segundo, terceiro e quarto lugares.

Tabela 6: Vencedor e as posições de seus oponentes.

Posição	Aluno
1°	Aluno 2
2°	Aluno 4
3°	Aluno 3
4°	Aluno 1

Fonte: Fonte: Acervo dos Autores

Ao analisarmos as principais perguntas do Questionário de Opiniões e Sugestões aplicado pós-jogo, temos a considerar o seguinte:

1. A primeira pergunta “Você gosta da disciplina Física?”, dois alunos responderam que gostam, um que não e um respondeu “Um pouco”. Embora não seja necessário nomear o Questionário, esta pergunta, provavelmente, deixa o aluno inibido e receoso, em virtude de experiências negativas com a disciplina, vivenciada por ele ou por alguém conhecido;
2. Na pergunta número 3, “Para você, como as aulas de Física poderiam facilitar a compreensão do aluno?”, todos os alunos, em sua resposta, tentaram transmitir a ideia de que o professor deve ministrar aulas com algo a mais do que simplesmente as aulas tradicionais, tais como utilizando o quadro e o pincel; a ideia é de que o docente aplique metodologias mais interessantes, curiosas, para que seja despertado no estudante o prazer e a vontade de estudar Física (Figura 15);
3. Na pergunta 4, onde é questionado “Você acredita que este Projeto, baseado em jogos de tabuleiro, contribui para o aprendizado em Física? Você acredita que este projeto pode ser aplicado a outros tópicos de Física? Justifique” A metodologia presente no jogo começou a mostrar sinais positivos, ao despertar certo interesse e curiosidade nos alunos. Todos concordaram que o jogo de tabuleiro aplicado é um instrumento forte e poderoso para estudar Física, pois estavam brincando e simultaneamente aprendendo, o que nos entusiasmou bastante com o resultado obtido;
4. Sobre as perguntas 5 e 6, “Quais os pontos positivos e negativos deste jogo de tabuleiro para você?” e “Qual a parte mais divertida/fácil do jogo de tabuleiro? E a mais monótona/difícil?” Os estudantes manifestaram suas opiniões pessoais a respeito do jogo, sendo discutida a questão do aprender brincando ou brincar

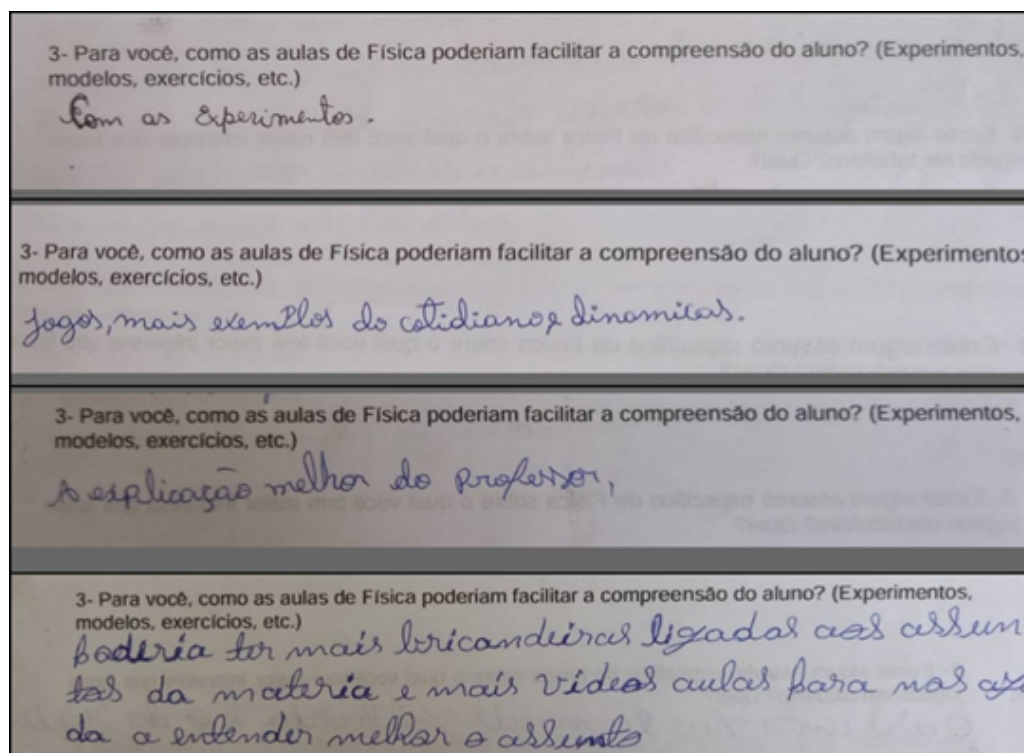


Figura 15: Pergunta 3 do Questionário Fonte: Acervo dos Autores.

aprendendo, da interação social com seus colegas e a oportunidade de se divertir com a disciplina Física, mas também mencionaram alguns pontos negativos, como a aversão a algumas perguntas do jogo, que afirmaram serem difíceis, pois envolviam fórmulas matemáticas. É interessante esclarecer que o jogo “Eletrogame”, em alguns momentos, utiliza formalismo matemático, em algumas cartas de perguntas, pois este preceito faz parte do conteúdo estudado e está dentro do Plano Curricular do Ensino Médio. Então, é impossível deixar de lado este “momento matemático” do jogo, embora, mais uma vez, tenha ficado comprovado que os discentes sentem grande dificuldade na aplicação de fórmulas, sendo esta uma das causas da rejeição à Física (MORO; DULLIUS, 2020) (Figura16);

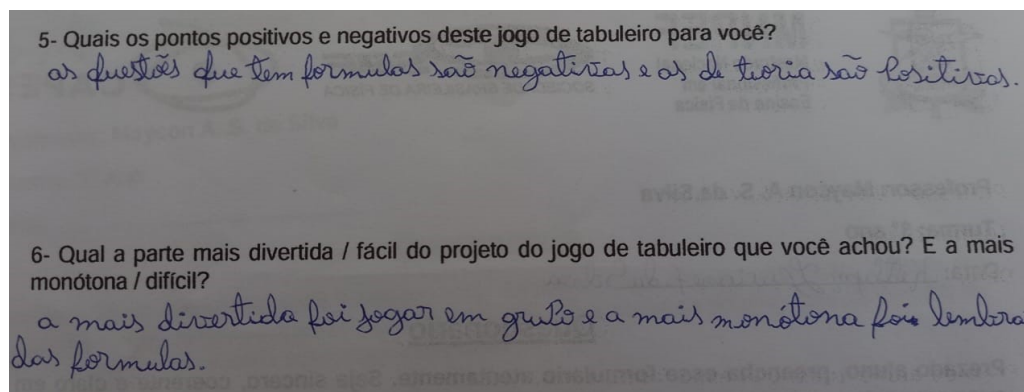


Figura 16: Perguntas 5 e 6 do Questionário. Fonte: Acervo dos Autores.

5. Em relação à pergunta número 7, “Se este projeto de jogo de tabuleiro fosse re-aplicado para qualquer outro assunto, o que você melhoraria nele?”, dois alunos se manifestaram sobre o tempo prolongado do jogo. Em alguns poucos momentos ficou evidenciado a monotonia do jogo. O pesquisador explicou que isto se devia aos erros em relação à resposta das perguntas e ao castigo da Roleta Ônus, que deixavam o participante mais longe do fim do jogo; que talvez se preparando um pouco mais, lendo com atenção a Cartilha ou material de apoio do jogo, isto não aconteça;
6. Por fim, a pergunta número 9 solicita que o discente “Dê uma nota de 1 a 10 para este jogo de tabuleiro”. Cada aluno expressou uma nota para o Projeto Eletrogame. As notas e resultados manifestados pelos estudantes deixaram os Autores bastante motivados.

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ideia de criar um jogo de tabuleiro tendo a Eletrodinâmica Básica como enredo foi uma tentativa de facilitar a construção do conhecimento para os estudantes, pois ao unir o aprendizado natural que os jogos já trazem consigo, é também uma tentativa de nova metodologia educacional no sentido de se alinhar com o estilo dos discentes da atualidade, pois eles estão, atualmente, ávidos por novidades em todos os ramos, inclusive no educacional, e sabemos que existem dificuldades nas instituições de ensino para se alinharem com a realidade dos alunos, mergulhados em um universo diferente daquele em que a Escola foi projetada.

O jogo trouxe elementos para que, simultaneamente à brincadeira, os alunos construíssem o conhecimento, assimilando assim o conteúdo com mais facilidade. E é justamente isso que o autor do Projeto defende: Por que não aprender brincando e vice-versa? A alegria e diversão são sentimentos que fazem muito bem a quem os sente. Sendo assim, por que não usá-los a favor da construção do conhecimento e aprendizagem?

Esta pesquisa, em sua proposta, vai além de exaltar a ludicidade, tal como reconhecer que o êxito do jogo depende dos conhecimentos existentes anteriormente para adquirir novos conhecimentos, o que foi comprovado pelos estudantes.

A pesquisa mostrou que é possível afirmar que a proposta de inserir jogos educacionais como metodologia de ensino-aprendizagem foi eficiente. O Projeto teve boa receptividade entre os alunos e apesar da tensão que o jogo causou inicialmente por trazer novidade, a ludicidade, a nova metodologia transformou-se em atraente, estimulante, curiosa, prazerosa e divertida; isto foi corroborado pelas notas que os alunos participantes deram ao jogo. Entretanto, como toda prática desenvolvida no decorrer das pesquisas de ensino de Física, ela necessita de aprimoramentos, como tudo que é novo, alunos e professores precisam de tempo para entenderem a nova proposta.

Os discentes demonstraram que aprovaram a forma como o Projeto foi aplicado, assim como da contextualização dos assuntos; os estudantes reconheceram que precisavam desenvolver ou melhorar habilidades como a comunicação, autorreflexão, autoconhecimento e responsabilidade consigo mesmos para melhorar a performance no jogo.

REFERÊNCIAS

- BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. *A motivação do aluno: Contribuições da psicologia contemporânea*. 4. Ed. Petrópolis: Vozes, 2009.
- BRANCO, A. R. M. C.; MOUTINHO, P. E. O Lúdico no Ensino de Física: O uso de gincana envolvendo experimentos físicos como método de ensino. *Caderno de Física da UEFS*. 13, 2, 2601-2608 (2015).
- BROUGÈRE, G. *Jogo e Educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- FARIAS, J. D. A.; RODRIGUES, J. R. M.; SILVA, P. C. A. da; MOTA, G. V. S. As casas da Física. Um jogo como ferramenta facilitadora no ensino de Física. *Scientia Plena*. 15, 7, 1-9 (2019).
- KISHIMOTO, T. M. *O Jogo e a educação infantil*. São Paulo: Pioneira, 1994.
- KISHIMOTO, T. M. *Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação*. São Paulo: Cortez, 1996.
- LOPES, M. G. *Jogos na Educação: Criar, fazer, jogar*. São Paulo: Cortez, 2001.
- MORO, F. T.; DULLIUS, M. M. Formação continuada de professores nas Ciências da Natureza: Uma análise das publicações em periódicos. *Interfaces da Educação*. 438-460, 2020.
- PEREIRA, R. F.; FUSINATO, P. A.; NEVES, M. C. D. Desenvolvendo um Jogo de Tabuleiro para o Ensino de Física. *VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis. 2009.
- ROUSE, K. E. *Gamification in Science Education: The Relationship of Educational Games to Motivation and Achievement*. 2013. Dissertations. 622, Disponível em: <https://aquila.usm.edu/dissertations/622>, acesso em 16 de junho de 2020.
- STAREPRAVO, A. R. *O jogo e a Matemática no Ensino Fundamental*. Curitiba: Renascer, 1999.
- VILELA, E. M.; MENDES, I. J. M. Interdisciplinaridade e saúde: estudo bibliográfico. *Revista Latino Americana de Enfermagem*. 2003. 11, 4, 525-531. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692003000400016 &lang=pt. Acesso em: 23 mar. 2021.
- ZANON, D. A. V; GUERREIRO, M. A S.; OLIVEIRA, R. C. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. *Ciências & Cognição*, 13, 1, 72-81 (2008).



Expediente

Office Staff

OLAVO LEOPOLDINO DA SILVA FILHO*¹, MARCELLO FERREIRA¹

¹Instituto de Física – Universidade de Brasília

Resumo

A revista Physicae Organum conta com diversos colaboradores que tornaram possível a realização deste número. A seguir, apresentamos sua lista e os papéis que cumpriram no processo editorial do presente número.

Palavras-chave: Expediente.

Abstract

The journal Physicae Organum has several contributors who made this issue possible. Below, we present their list and the roles they played in the editorial process of this issue.

Keywords: Office Staff.

*olavolsf@unb.br

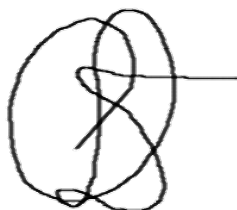
I. CONTRIBUIDORES DESTES NÚMERO

Nome	Papéis	ORCID
Olavo Leopoldino da Silva Filho	- Editor Gerente; - Editor da Revista; - Editor de Seção; - Editor de Layout.	< https://orcid.org/0000-0001-8078-3065 >
Marcello Ferreira	- Editor da Revista; - Editor de Seção.	< https://orcid.org/0000-0001-5187-4195 >
Marcos Rogério Martins Costa	- Editor Convidado; - Editor de Seção (Ciência é 10!).	< https://orcid.org/0000-0002-4627-9989 >
André Luis de Oliveira Batista	- Editor Júnior; - Editor de Layout.	< https://orcid.org/0000-0002-2490-8609 >
Ester Costa Nascimento	- Editora Júnior; - Editora de Layout.	< https://orcid.org/0000-0003-3027-7206 >
Israel da Silva Oliveira	- Editor Júnior; - Editor de Layout.	< https://orcid.org/0000-0003-1449-5254 >
Marcos Vinícius Silva de Paula	- Editor Júnior; - Editor de Layout.	< https://orcid.org/0000-0003-4288-5399 >

Tabela 1: Contribuidores deste número.

Os dados desta tabela servem como certificado de participação nas funções ali indicadas.

Atenciosamente,



Olavo Leopoldino da Silva Filho
Editor Gerente da Physicae Organum