



**Universidade de Brasília (UnB)
Curso de Especialização em Ensino de Ciências
(Ciência é 10)**

**O AR ATMOSFÉRICO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA
INVESTIGATIVA**

**Autora: Raissa Freire Santos de Paiva
Orientadora: Vanessa Carvalho de Andrade**

**Brasília-DF
2021**

RAISSA FREIRE SANTOS DE PAIVA

O AR ATMOSFÉRICO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA

Monografia submetida ao curso de pós-graduação *lato sensu* (especialização) em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão.

Orientador: PhD Vanessa Carvalho de Andrade

**Brasília-DF
2021**

Sa Santos de Paiva, Raissa Freire
O AR ATMOSFÉRICO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA /
Raissa Freire Santos de Paiva; orientador Vanessa Carvalho
de Andrade. -- Brasília, 2021.
34 p.

Monografia (Especialização - Especialização em Ensino de
Ciências (Ciências é 10)) -- Universidade de Brasília, 2021.

1. Ensino de Ciências por Investigação. I. Andrade,
Vanessa Carvalho de , orient. II. Título.



O AR ATMOSFÉRICO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA
THE ATMOSPHERIC AIR: INVESTIGATIVE DIDACTIC SEQUENCE

Raissa Freire Santos de Paiva

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão do curso de especialização em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, em 13 / 11 / 2021, apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof. PhD Vanessa Carvalho de Andrade, UnB
Orientador

Prof. Ma. Any Caroline Ferreira, UnB
Membro Convidado

Prof. Me. Roberto Vinícios Lessa do Couto, UnB
Membro Convidado

Brasília-DF
2021

Dedico este trabalho ao meu pai Nelson Freire da Silva e à minha mãe Darlene Gomes Rodrigues dos Santos pela educação e valores ensinados, ao meu esposo Luciano de Freitas Paiva pelo apoio e incentivo, e aos meus irmãos, Larissa Freire Rodrigues e Nelson Freire Silva Filho, por fazerem parte da minha caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me conceder o dom da vida, e estar sempre me guiando em todos os momentos da minha vida.

Ao Luciano, meu esposo, companheiro e amigo que esteve sempre ao meu lado me incentivando e me apoiando em todos os momentos. Minha sincera gratidão pelo apoio e força!

Aos meus pais, Nelson Freire e Darlene, pelo exemplo de vida e pelos princípios ensinados que foram fundamentais para a formação do meu caráter. Minha gratidão por toda dedicação que me concederam!

Aos meus irmãos, Larissa e Nelson, pela amizade e alegria dos momentos bons. Obrigada por compartilhar sorrisos comigo!

A minha orientadora Vanessa, pela atenção, dedicação e orientações que foram fundamentais para a construção deste trabalho. Meu sincero agradecimento!

A todos os professores do programa de especialização *lato sensu* em Ensino de Ciências (Ciências é 10). Meu agradecimento por compartilharem seus conhecimentos!

À gestão e coordenação da escola que autorizaram a realização das atividades, e aos alunos que se prontificaram em colaborar com esta pesquisa. Minha gratidão!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) por apoiar este programa de especialização *lato sensu*. Obrigada!

“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui, nunca desista de seus objetivos mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a vitoriosa.

(Albert Einstein)

RESUMO

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) é uma abordagem ativa que visa formar um aluno crítico, reflexivo e protagonista. O EnCI é alvo de autores como Ana Maria Pessoa de Carvalho e Lúcia Helena Sasseron. As relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA) conversam entre si, sendo o Ar atmosférico um bom tema para contemplar todos estes eixos. Esta pesquisa buscou investigar como o EnCI e a abordagem CTSA aplicados em uma sequência didática investigativa podem promover aos alunos do ensino fundamental dos anos finais a aprendizagem da conceituação e caracterização do ar atmosférico. O público alvo para aplicação da Sequência de ensino investigativa (SEI) foram alunos do 8º e 9º ano de um colégio de tempo integral da rede estadual de Goiás. O desenvolvimento da SEI ocorreu de forma remota. Pôde-se perceber que os alunos desenvolveram mais interações durante a aplicação da SEI, adquiriram conhecimentos e contextualizaram as informações.

Palavras-chave: Ensino de Ciências por Investigação. CTSA. Ar atmosférico.

ABSTRACT

The Teaching Science as Investigations (TSI). is an active approach that aims to train a critical, reflective and protagonist student. TSI is the target of authors such as Ana Maria Pessoa de Carvalho and Lúcia Helena Sasseron. Science-Technology-Society-Environment Approach (CTSA) relations speak to each other, with atmospheric air being a good topic to contemplate all these axes. This research sought to investigate how the TSI and the CTSA approach applied in an investigative didactic sequence can promote the learning of the conceptualization and characterization of atmospheric air to elementary school students in the final years. The target audience for the application of the Sequences of Investigative Teaching (SEI) were students from the 8th and 9th grade of a full-time school in the state network of Goiás. The development of SEI took place remotely. It could be seen that students developed more interactions during the application of the SEI, acquired knowledge and contextualized the information.

Keywords: Teaching Science by Investigation. CTSA. Atmospheric air.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
1.1 ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO	12
1.2 ABORDAGEM CTSA: CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE.	14
1.3 AR ATMOSFÉRICO	15
2. CASO DE PESQUISA	16
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	17
4. RESULTADOS	22
5. ANÁLISE	29
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	30
REFERÊNCIAS	31
ANEXO A	34
ANEXO B	35
ANEXO C	36
ANEXO D	37
ANEXO E	38

INTRODUÇÃO

A atual sociedade tem requerido cada vez mais pessoas capacitadas e aptas a desempenhar funções que exigem habilidades e competências que excedem às que fazem parte das matrizes curriculares das unidades escolares. “Desde meados do século XX a educação sofre câmbios significativos, seguindo bem de perto as modificações ocorridas em nossa sociedade” (CARVALHO, 2013, p. 1). A educação prepara o indivíduo para atuar na sociedade de forma crítica e autônoma e isto não é diferente nas relações de trabalho. “Atualmente, não se admite mais a existência de trabalhadores que desempenhem apenas tarefas mecânicas” (CNE, 2013, p. 207).

Segundo o Conselho Nacional de Educação - CNE (2013, p.209), atualmente é “exigido dos trabalhadores, em doses cada vez mais crescentes, maior capacidade de raciocínio, autonomia intelectual, pensamento crítico, iniciativa própria e espírito empreendedor, bem como capacidade de visualização e resolução de problemas”. Diante de tal realidade, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2018) e o Documento Curricular para Goiás – DC-GO (2018) expõe dez competências gerais da educação básica para a melhor formação do ser humano em sua totalidade, sendo a segunda,

“Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.” (BNCC, 2018, p. 9) e (DC-GO, 2018, p.43).

Durante muitos anos, segundo Carvalho (2013), o conhecimento era passado para a próxima geração através de aulas expositivas realizadas pelos professores, nas quais, o aluno era um mero receptor de informações que apenas decorava o conteúdo. Porém, este processo de transferência do conhecimento se modificou por dois motivos: o aumento exponencial do conhecimento, não sendo mais possível ensinar tudo, dando prioridade à qualidade do ensino ao invés da quantidade; e os trabalhos de teóricos, como Piaget e Vigotsky, que demonstraram como se constrói o conhecimento tanto individualmente, quanto socialmente (CARVALHO, 2013).

Neste contexto, o Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) surge como possibilidade de auxiliar na promoção de uma efetiva aprendizagem, em busca do

despertar da curiosidade do alunado às percepções e concepções de mundo. Neste trabalho iremos abordar o EnCI associado a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA) como promoção da aprendizagem dos alunos do Ensino Fundamental anos finais de conceitos explanados em uma sequência didática sobre o tema ar. Para isto, segue a pergunta que norteará a pesquisa: Como o Ensino de Ciências por Investigação e a abordagem CTSA aplicado em uma sequência didática investigativa pode promover aos alunos do ensino fundamental dos anos finais a aprendizagem da conceituação e caracterização do ar atmosférico?

Para isto, será necessário analisar os aspectos teórico-conceituais que sustentam a abordagem do ensino por investigação na Educação Básica; descrever as bases teórico-conceituais que sustentam a relação Ciências, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA); identificar e elencar conceitos básicos do Ar atmosférico que podem ser trabalhados no Ensino Fundamental anos finais; analisar os impactos positivos e fragilidades da aplicação da sequência didática investigativa para mediação do processo de ensino-aprendizagem de conceitos relacionados ao tema Ar atmosférico no Ensino Fundamental anos finais.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1 ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO

“Se o objetivo é inovação, falar em ensino de ciências por investigação é quase senso comum em países da América do Norte e Europa” (MUNFORD, LIMA; 2007; p. 91). “No Brasil, essa abordagem tem ganhado força há pelos menos 20 anos e variadas compreensões sobre o termo *problema* têm surgido no ensino aliada a ideias que desenvolvam no aluno um espírito crítico de investigação” (SOLINO e SASSERON, 2018, p. 105). Alguns autores são destaques no estudo do Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) no Brasil, como Ana Maria Pessoa de Carvalho (CARVALHO, 2013) e Lúcia Helena Sasseron (SASSERON, 2015). O EnCI traz algumas atividades fundamentais para a construção efetiva do conhecimento, sendo estas descritas por Carvalho (p. 9, 2013),

“Assim, uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades-chave: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e

ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é a praticada de preferência por meio da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relatado no texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois, nesse momento, eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social.” (CARVALHO, p. 9, 2013).

“Ao trabalhar na implementação de SEI, o professor precisa garantir que tanto a atividade experimental quanto a leitura de textos, por exemplo, sejam igualmente investigativas, ou seja, tenham por trás um problema claro que precise ser resolvido” (SASSERON, 2015, p. 59). Pérez, et al (2001) indica que as práticas experimentais por si só não garantem a construção do conhecimento, pois estas precisam estar sobre a luz de um paradigma, ou seja, é necessário um embasamento da literatura para significar todo o processo experimental. Carvalho (p. 10, 2013) ressalta que,

“[...] qualquer que seja o tipo de problema escolhido, este deve seguir uma sequência de etapas visando dar oportunidade 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, p. 10, 2013).

Zômpero e Laburú (2011) evidenciam que o ensino por investigação tem a finalidade de desenvolver habilidades cognitivas nos alunos, realizar procedimentos como elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados, e desenvolver a capacidade de argumentação. Seguindo a mesma linha, Sasseron (2015, p. 58) complementa,

“a investigação em sala de aula deve oferecer condições para que os estudantes resolvam problemas e busquem relações causais entre variáveis para explicar o fenômeno em observação, por meio do uso de raciocínios do tipo hipotético-dedutivo, mas deve ir além: deve possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos” (SASSERON, 2015, p. 58).

Na etapa de resolução de problemas pelos alunos, Carvalho (2013, p. 11) afirma que “o importante não é o conceito que se quer ensinar, mas as ações manipulativas que dão condições aos alunos de levantar hipóteses (ou seja, ideias para resolvê-lo) e os testes dessas hipóteses (ou seja, pôr essas ideias em prática)”. Sendo assim, a partir das hipóteses, há a oportunidade de construir o conhecimento em pequenos grupos, até mesmo as hipóteses erradas contribuem, pois estas reafirmam quais hipóteses eram realmente verdadeiras (CARVALHO, 2013).

Finalizada a etapa de resolução de problemas, inicia-se a sistematização. Para isto, se desfaz os pequenos grupos e organiza-se a sala em um grande grupo para o debate, envolvendo todos os alunos e o professor, sendo o ideal um grande círculo onde todos consigam ver uns aos outros (CARVALHO, 2013). Neste momento, “o professor busca a participação dos alunos, levando-os a tomar consciência da ação deles”, afirma Carvalho (2013, p.12), que também sugere a leitura de textos durante a sistematização para que o aluno tenha contato com uma linguagem mais formal e para repassar os principais conceitos.

Carvalho (2013) ainda explana que após a sistematização coletiva é importante ter um momento para a sistematização individual do conhecimento, onde o professor pode pedir aos alunos que escrevam ou desenhem sobre o conhecimento que adquiriram na aula, realçando a construção pessoal do conhecimento.

Sasseron (2015, p. 59) “denota o papel do professor de propositor de problemas, orientador de análises e fomentador de discussões, independente de qual seja a atividade didática proposta”. Já o aluno deve estar engajado nas propostas trazidas pelo professor para que haja aprendizado sobre os conteúdos, assim o aluno será capaz de desenvolver liberdade e autonomia intelectual (SASSERON, 2015).

A avaliação da aprendizagem do aluno ocorre durante todo processo de aplicação da SEI, em momentos no qual o professor observa se os alunos colaboram entre si na busca da solução do problema, se participam e interagem nos debates; mas ao final é sugerido que se faça uma avaliação, seja no formato de um questionário, ou até mesmo usando outros meios como uma cruzadinha ou a construção de um painel (CARVALHO, 2013).

1.2 ABORDAGEM CTSA: CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE

Carvalho (2013) discorre em seu texto sobre a importância de inserir no cotidiano dos alunos das séries iniciais da educação básica aspectos da cultura científica, pois os estudantes quando participam de investigações científicas desenvolvem melhor a compreensão de conceitos e adquirem conhecimento acerca da natureza da Ciência.

Assim, os “processos da construção do conhecimento científico são importantes para propiciar aos alunos a inserção a uma cultura científica, que faça parte dos processos de enculturação ou, ainda, de alfabetização científica”, afirma Carvalho (2013, p. 117), que destaca a compreensão das relações existentes entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

A tecnologia se relaciona diretamente com a ciência, elas coexistem e cooperam entre si para o desenvolvimento do conhecimento humano. Esta relação proporciona o movimento CTSA, que estimula a inclusão de temas no ensino de ciências sobre a sociedade, ciência, tecnologia e ambiente (CARVALHO, 2013).

Em uma sequência didática, segundo Sasseron e Carvalho (2017, p. 5), “é a argumentação que nos fornecerá evidências concretas de como os alunos se posicionam e como pensam nas relações que envolvem CTSA em sala de aula”. Para Sasseron e Carvalho (2017, p. 5),

“a argumentação como todo e qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados” (SASSERON, CARVALHO, 2017, p. 5).

Sasseron e Carvalho (2017) acreditam que os alunos ficam mais motivados a se envolverem na sequência investigativa quando o foco são temas que aproximam do interesse deles, assim sendo possível trabalhar a argumentação sobre assuntos que englobam as Ciências Naturais, a Sociedade, as Tecnologias e o Meio-Ambiente.

1.3 AR ATMOSFÉRICO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê, para o ensino fundamental anos finais, unidades temáticas como “Terra e Universo” e “Vida e evolução” que abordam conceitos relacionados ao ar atmosférico. Sendo alguns dos objetos do conhecimento: Fenômenos naturais e impactos ambientais; Composição do ar; Efeito estufa; Camada de ozônio; Preservação da biodiversidade. Desenvolver habilidades que contemplem estes conteúdos são fundamentais para a formação CTSA do aluno, visando a conscientização das consequências da ação humana sobre a natureza.

Neste contexto, a proposta de sequência investigativa tem como tema o ar atmosférico, sendo pertinente a realidade de todos os alunos, por ser um assunto de interesse global. Este tema permite explicar vários conceitos importantes, como o Aquecimento Global, o Efeito Estufa, as mudanças climáticas, a qualidade do ar, os danos causados pelas indústrias sobre o ar atmosférico, dentre outros.

2. CASO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento desta pesquisa escolheu-se o Centro de Ensino em Período Integral Padre Trindade que está localizado na região urbana de Anápolis. Situa-se em um bairro de região centralizada, a vizinhança do colégio é mista entre comércios e residências. O CEPI Padre Trindade oferta o ensino para alunos que estão na fase Ensino Fundamental anos finais. Esta pesquisa em específico foi realizada em quatro turmas, sendo duas do 8º ano e as outras duas do 9º ano.

O CEPI Padre Trindade recebe alunos de diversos bairros, principalmente de setores periféricos. Os alunos pertencem às classes socioeconômicas diversificadas, predominando classe média baixa. Em sua maioria, todos tem acesso à celular, televisão, rádio, computador e outros. Um fato relevante que deve ser exposto é o desafio que o ensino no ano de 2021, bem como no ano de 2020, vivenciou no Brasil e no mundo; foi um momento de pandemia no qual as aulas no CEPI Padre Trindade durante o desenvolvimento desta pesquisa ocorreram de forma remota, além do atendimento aos alunos ter sido realizado através de aplicativos.

A escola campo por ser de tempo integral conta com o Núcleo Comum que é composto pelas seguintes disciplinas – Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História, Geografia, Língua Inglesa, Educação Física e Ensino Religioso, e o Núcleo Diversificado que é composto pelas disciplinas – Eletiva, Iniciação Científica, Práticas Experimentais, Protagonismo, Estudo Orientado 1, Estudo Orientado 2, Numeramento, Letramento e Atividades de Convivência, Hábitos de Higiene e Alimentares.

A escola campo, assim como as outras unidades escolares de tempo integral, segue as diretrizes da Superintendência de Tempo Integral que visa formar o indivíduo em sua totalidade. Assim, objetiva-se o desenvolvimento crítico e reflexivo do aluno,

que seja capaz de argumentar e ser protagonista não somente dentro da escola, mas em sua comunidade. Em consonância com a proposta da escola, esta pesquisa foi acolhida, houve uma concordância com o objetivo desta pesquisa com a finalidade da escola de formar um agente ativo na sociedade.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Nesta pesquisa fez-se um embasamento teórico a partir de bibliografias como artigos, monografias, teses, livros, revistas e outros. Para a execução da pesquisa foi necessário a aplicação de uma sequência didática junto aos discentes das séries 8º e 9º ano do Centro de Ensino em Período Integral Padre Trindade localizado na cidade de Anápolis - GO. A partir da coleta dos dados do estudo de campo, traçou-se evidências da contribuição do EnCI e da relação CTSA na aprendizagem dos alunos.

Trata-se de uma pesquisa de natureza básica e aplicada. Básica porque gera novos conhecimentos para o ensino de conteúdos relacionados ao Ar atmosférico, utilizando uma abordagem investigativa no ensino fundamental anos finais. E aplicada pois converge com a literatura já existente conforme paradigmas dos pares. Quanto à abordagem, utilizou-se a pesquisa qualitativa que analisa o parecer dos participantes à luz do referencial teórico (GIL, 2002). Quanto aos objetivos, verifica-se como descritiva, pois aplicou-se uma sequência didática de aulas investigativas, e explicativa, pois houve a análise dos dados coletados (Gil, 2002).

Esta pesquisa, quanto aos procedimentos técnicos, foi bibliográfica, documental e baseada em estudo de campo. Bibliográfica pois realizou-se o embasamento teórico na literatura sobre o Ensino de Ciências por Investigação e a abordagem CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente. Documental pois analisou-se o Documento Curricular para Goiás – DC-GO (2018) e a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (2018), documentos que norteiam as diretrizes da Educação Básica. E por fim, baseada em estudo de campo pois houve aplicação de uma sequência didática e em seguida análise dos aspectos positivos e negativos da utilização da abordagem investigativa na aprendizagem dos alunos.

Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se uma sequência didática de aulas investigativas aplicada a alunos das séries 8º e 9º ano do Ensino Fundamental,

com a finalidade de analisar as contribuições da utilização da abordagem EnCI e da relação CTSA na aprendizagem dos alunos.

A aplicação da sequência de aulas investigativas foi realizada em quatro turmas, sendo duas do 8º ano e duas do 9º ano. Em cada turma, para execução da sequência didática, os alunos tiveram 6 aulas de 40 minutos de Práticas Experimentais e 3 aulas de 40 minutos de Iniciação Científica. As aulas de Práticas Experimentais foram destinadas à execução e análise dos experimentos e debates. Enquanto as de Iniciação Científica foram usadas para introdução do conteúdo a ser explorado e fechamento da sequência com a sistematização, e também debates.

A aplicação da sequência de aulas investigativas ocorreu no intervalo de 01/02/2021 a 12/03/2021 com a modalidade de ensino de forma remota através da plataforma do Google Meet, que permitia um ambiente de diálogo entre os participantes. Houve também a possibilidade de os alunos tirarem dúvidas fora do horário das aulas através do aplicativo WhatsApp.

A sequência didática iniciou-se com uma aula de Iniciação Científica com o tema “Fazendo as contas da poluição do ar”, na qual realizou-se um debate e discussões a respeito da temática, conforme o Quadro 1. Na primeira aula foram levantados alguns questionamentos como: *“Em quais atividades humanas é possível identificar a poluição atmosférica? A poluição atmosférica afeta o planeta Terra em quais aspectos? A poluição atmosférica interfere no efeito estufa? Afinal, a poluição atmosférica provoca mortes?”*.

Em seguida, os alunos foram estimulados a experimentação para a caracterização do ar atmosférico, conforme o Quadro 1. Na sequência responderam a alguns questionamentos. Estas aulas aconteceram na disciplina de Práticas Experimentais: a 2ª e 3ª aula tiveram como tema *“O ar ocupa espaço?”*, a 4ª e 5ª aula com o tema *“Quais os componentes do ar?”*, e a 6ª e 7ª aula com o tema *“O ar pesa?”*. Os roteiros dos experimentos estão disponíveis no Anexos A, B e C, retirados da apostila “Todo dia é dia de ciência: ar, água e solo” de Santos, et al (2016). Após a realização de cada experimento houve a aplicação de questões abertas para verificar o aprendizado do aluno, os questionamentos utilizados estão no Quadro 1.

Para a sistematização do conhecimento, realizou-se a 8ª e 9ª aula dentro da disciplina de Iniciação Científica, conforme o Quadro 1. Fez-se a leitura e análise dos textos “Poluição mata mais de 100 mil pessoas por ano no Brasil, diz relatório” (Anexo D) e “Quantificando o muito pequeno” (Anexo E), disponíveis em Condeixa, et al

(2018). A escolha destes textos ocorreu pela facilidade de acesso pelos alunos, pois os mesmos estavam com o livro de Condeixa, et al (20018) em mãos.

Quadro 1. Sequência didática investigativa

Sequência didática investigativa		
Tema	Aula	Roteiro
Fazendo as contas da poluição atmosférica		Apresentação do tema <i>20 minutos</i> Debate e contextualização da temática “Fazendo as contas da poluição atmosférica”.
	Aula 01	Perguntas investigativas <i>20 minutos</i> <i>Em quais atividades humanas é possível identificar a poluição atmosférica? A poluição atmosférica afeta o planeta Terra em quais aspectos? A poluição atmosférica interfere no efeito estufa? Afinal, a poluição atmosférica provoca mortes?</i>
O ar ocupa espaço?	Aula 02	Perguntas investigativas <i>10 minutos</i> <i>Afinal, o que é o ar? Como você o percebe? O ar ocupa espaço?</i>
		Experimento 1 <i>30 minutos</i> Realização do experimento por parte dos alunos, roteiro anexo A. Registros individuais no caderno.
		Debate <i>10 minutos</i> Discussão e levantamento de hipóteses que explique o observado no experimento 1. Análise coletiva.
	Aula 03	Sistematização <i>10 minutos</i> Exposição de conceitos para aperfeiçoamento e enriquecimento da aprendizagem do aluno.
		Questionário <i>20 minutos</i> Aplicação de questões abertas para verificar a aprendizagem do aluno: <i>O ar ocupa espaço? Explique.</i> <i>Quais são os componentes do ar atmosférico?</i>

Quais os componentes do ar atmosférico?	Pergunta investigativa	<i>Quais os componentes do ar atmosférico?</i>
	Aula 04	Experimento 2 <i>10 minutos</i> <i>30 minutos</i>
		Realização do experimento por parte dos alunos, roteiro anexo B. Registros individuais no caderno.
		Debate <i>10 minutos</i>
		Discussão e levantamento de hipóteses que explique o observado no experimento 2. Análise coletiva.
	Sistematização <i>10 minutos</i>	Exposição de conceitos para aperfeiçoamento e enriquecimento da aprendizagem do aluno.
	Aula 05	Questionário <i>20 minutos</i>
		Aplicação de questões abertas para verificar a aprendizagem do aluno: <i>Foi o ar que acabou ou algum dos gases que está no ar que acabou? Que gás é esse? Por que ele acabou? Houve a formação de um novo gás? Que gás deve ser esse? Quais os componentes do ar atmosférico?</i>
O ar pesa?	Perguntas investigativas	<i>Existe diferença entre massa e peso? Afinal, o ar pesa? O que a gravidade relaciona com o peso? O seu peso aqui na Terra é o mesmo se você estivesse na Lua?</i>
	Aula 06	Experimento 3 <i>30 minutos</i>
		Realização do experimento por parte dos alunos, roteiro anexo C. Registros individuais no caderno.
		Debate <i>10 minutos</i>
	Aula 07	Discussão e levantamento de hipóteses que explique o observado no experimento 3. Análise coletiva.

		Sistematização <i>10 minutos</i>	Exposição de conceitos para aperfeiçoamento e enriquecimento da aprendizagem do aluno.
		Questionário <i>20 minutos</i>	Aplicação de questões abertas para verificar a aprendizagem do aluno: <i>Defina e diferencie os conceitos físicos: massa e peso.</i> <i>O ar pesa? Explique.</i> <i>Calcule o seu peso na Terra e na Lua.</i>
Fazendo as contas da poluição atmosférica	Aula 08	Sistematização <i>40 minutos</i>	Relação CTSA com a temática: Leitura e debate do texto <i>“Poluição mata mais de 100 mil pessoas por ano no Brasil, diz relatório”</i> , disponível anexo D.
	Aula 09	Sistematização <i>40 minutos</i>	Relação CTSA com a temática: Leitura e debate do texto <i>“Quantificando o muito pequeno”</i> , disponível anexo E.

Fonte: Autores.

Durante as aulas foram levantadas questões interativas a serem respondidas pelos alunos. Assim, tivemos (I) para o 1º Experimento: *“Final, o que é o ar? Como você o percebe? Quais são os componentes do ar atmosférico? O ar ocupa espaço?”*; (II) para o 2º Experimento: *“Foi o ar que acabou ou algum dos gases que está no ar que acabou? Que gás é esse? Por que ele acabou? Houve a formação de um novo gás? Que gás deve ser esse?”*; (III) para o 3º Experimento: *“Existe diferença entre massa e peso? Final, o ar pesa? O que a gravidade relaciona com o peso? O seu peso aqui na Terra é o mesmo se você estivesse na Lua?”*.

Os três experimentos utilizados nas aulas de Práticas Experimentais são simples e fáceis de executar, considerando que a maioria dos alunos provavelmente tenha os materiais necessários em casa. Cada experimento pode ser realizado em cerca de 30 minutos, os materiais necessários e os procedimentos estão descritos nos respectivos anexos A, B e C. Os três experimentos não oferecem riscos aos alunos. No Experimento 2 foi orientado aos alunos que tomassem cuidado ao manusear o isqueiro ou fósforos.

Para os alunos que não conseguiram acompanhar as aulas pelo Google Meet devido a dificuldades com acesso à internet, foi gravado com antecedência os experimentos e colocado à disposição na plataforma do YouTube, nos links: https://youtu.be/Wc_tWZKfx8g - Experimento 1, <https://youtu.be/5k3-4f9dWvM> - Experimento 2, e <https://youtu.be/hBOYbOi-j9E> - Experimento 3.

Nesta sequência didática de ensino investigativo foi possível abordar diversos conceitos como: A composição do ar atmosférico; A estrutura da matéria (átomo); Massa e peso; Efeito estufa; Gases poluentes; Aquecimento global; Mudanças climáticas; Material particulado; Poluição atmosférica; Consequências na saúde da poluição; entre outros. Estes assuntos foram explanados e discutidos principalmente na 8ª e 9ª aula, abordando a relação CTSA.

4. RESULTADOS

A sequência de investigação aplicada justifica-se pela necessidade de os alunos terem uma formação consciente sobre a nossa atmosfera terrestre, compreender que o ar é composto de gases e partículas em suspensão, e que por isso tem massa e, portanto, pesa. Além de perceber que a emissão de gases poluentes na atmosfera pelo ser humano tem contribuído para a intensificação do efeito estufa, tendo como consequência diversas alterações climáticas no nosso planeta inclusive o aquecimento global. E por fim, não menos relevante, justifica-se pela abordagem em relação ao enfrentamento dos danos à saúde humana que a poluição tem provocado em todo o mundo.

O aluno foi capaz de, mediante experimentos simples, contextualizar as descobertas científicas, levantar hipóteses e argumentar de forma reflexiva sobre o observado; comprovar a existência do ar, evidenciando que ele ocupa espaço, portanto tem massa, e por isso é matéria; verificar que apesar de incolor e inodoro, o ar está presente e pesa; verificar a presença do oxigênio e do gás carbônico como componentes do ar atmosférico; organizar informações básicas sobre a poluição do ar, as mudanças climáticas e os efeitos na saúde humana; avaliar a pertinência e a contabilidade de uma variedade de fontes de informação e de estratégias de busca.

A seguir, no Quadro 2 tem-se algumas falas dos alunos perante os questionamentos realizados durante a sequência didática investigativa.

Quadro 2. Respostas dos alunos aos questionamentos prévios

Sequência didática investigativa	
Tema	Aula
	<p>Questionamentos prévios</p> <p><i>Em quais atividades humanas é possível identificar a poluição atmosférica? A poluição atmosférica afeta o planeta Terra em quais aspectos? A poluição atmosférica interfere no efeito estufa? Afinal, a poluição atmosférica provoca mortes?</i></p>
Fazendo as contas da poluição atmosférica	<p>Aula 01</p> <p>Falas de alguns alunos</p> <p><i>“A poluição atmosférica provoca o aquecimento global”.</i></p> <p><i>“A poluição atmosférica é a responsável pelo derretimento das geleiras do oceano”.</i></p> <p><i>“A extinção de alguns animais é por causa da poluição atmosférica”.</i></p> <p><i>“Os veículos e as indústrias emitem muito gás carbônico, poluindo a atmosférica”.</i></p> <p><i>“A temperatura do nosso planeta está subindo com a poluição atmosférica”.</i></p>
	<p>Questionamentos</p> <p><i>Afinal, o que é o ar? Como você o percebe? Quais os componentes do ar atmosférico? O ar ocupa espaço?</i></p>
O ar ocupa espaço?	<p>Experimento 1 - Relatos de alguns alunos</p> <p><i>“O ar é o oxigênio”.</i></p> <p>Aula 02 e 03</p> <p><i>“Percebo o ar quando o vento toca o meu rosto”.</i></p> <p><i>“Percebo o ar quando estou viajando de carro e coloco a mão do lado de fora para sentir o vento”.</i></p> <p>Os alunos em sua maioria citaram o oxigênio e o gás carbono como componentes do ar atmosférico e ao tentarem responder se ocupava espaço ou não, em todas as turmas foi possível notar a divisão de ideias. Alguns afirmaram que sim e outros que não.</p>

<p>Quais os componentes do ar atmosférico?</p>	<p>Aula 04 e 05</p>	<p>Questionamentos</p> <p><i>Foi o ar que acabou ou algum dos gases que está no ar que acabou? Que gás é esse? Por que ele acabou? Houve a formação de um novo gás? Que gás deve ser esse?</i></p> <hr/> <p>Experimento 2 - Relatos de alguns alunos</p> <p><i>“O fogo apagou por que o ar acabou”.</i></p> <p>Mais de 70% dos alunos não conseguiram citar qual é o gás que se forma com a combustão.</p>
<p>O ar pesa?</p>	<p>Aula 06 e 07</p>	<p>Questionamentos</p> <p><i>Existe diferença entre Massa e Peso? Afinal, o ar pesa? Como a gravidade se relaciona com o peso? O seu peso aqui na Terra é o mesmo se você estivesse na Lua?</i></p> <hr/> <p>Experimento 3 - Relatos de alguns alunos</p> <p>Os alunos em sua totalidade responderam que não havia diferença entre massa e peso.</p> <p>Alguns alunos foram capazes de associar ao conhecimento adquirido no Experimento 1 de que o ar possuía massa, portanto ele é matéria e por isso tem peso. A relação entre peso e gravidade foi apresentada aos alunos, que conseguiram encontrar qual seria o seu peso estando na Lua e relacionar com o seu peso na Terra.</p>
<p>Fazendo as contas da poluição atmosférica</p>	<p>Aula 08 e 09</p>	<p>Sistematização do conhecimento</p> <p>Conscientização, através da leitura e do debate, sobre os impactos que o ser humano tem provocado sobre o meio ambiente e a necessidade de repensar em novas estratégias para conservação dos recursos naturais do nosso planeta Terra.</p>

Fonte: Autores.

A sequência investigativa iniciou-se na Aula 1 com questionamentos relacionados ao meio ambiente como *“Quais atividades humanas que podemos identificar a poluição atmosférica? A poluição atmosférica afeta o planeta Terra em quais aspectos? A poluição atmosférica afeta o efeito estufa? Afinal, a poluição atmosférica provoca mortes?”*. Ao responderem as indagações levantadas, os alunos

demonstraram já possuírem um certo conhecimento em relação aos danos que a poluição provoca ao meio ambiente, sendo algumas das afirmações feitas pelos alunos, conforme o Quadro 2: “*A poluição atmosférica provoca o aquecimento global*”, “*A poluição atmosférica é a responsável pelo derretimento das geleiras do oceano*”, “*A extinção de alguns animais é por causa da poluição atmosférica*”, “*Os veículos e as indústrias emitem muito gás carbônico, poluindo a atmosférica*”, “*A temperatura do nosso planeta está subindo com a poluição atmosférica*”. Com os debates, nota-se que os alunos já demonstram uma conscientização de como a poluição afeta todo o nosso planeta.

Seguindo a sequência investigativa, os alunos foram incentivados a realizar experimentos em suas residências com a supervisão de um responsável. Foram destinadas as aulas experimentais para o estudo do ar atmosférico, visto sua relevância, pois este é fundamental para a manutenção da vida na Terra.

Em questionamentos prévios aplicados oralmente, através de um debate, anterior aos experimentos, notou-se no Experimento 1, que entorno de 50% da turma não acreditava que o ar possuía massa e que ocupava espaço, talvez pelo fato de não ser possível vê-lo; no Experimento 2, ao questionar os alunos sobre quais gases estão presentes em nossa atmosfera, eles conseguiram citar os mais conhecidos como oxigênio e carbono. Questionou-se também sobre qual gás predominava, a maioria respondeu sendo o oxigênio, talvez pelo fato de ser o primordial para manutenção da vida; e no Experimento 3, cerca de 70% da turma acreditava que o ar pesa, porém eles não conseguiram diferenciar peso de massa, pois ainda não haviam tido contato com o conceito físico de peso.

No desenvolvimento do Experimento 1, conforme o Quadro 2, primeiro questionou-se aos alunos “*O que é o ar? E como você o percebe?*”, obteve-se algumas respostas como “*o ar é o oxigênio*”, “*percebo o ar quando o vento toca o meu rosto*”, “*percebo o ar quando estou viajando de carro e coloco a mão do lado de fora para sentir o vento*”. Em seguida, questionou-se aos alunos “*Quais são os componentes do ar atmosférico? O ar ocupa espaço?*”, os alunos em sua maioria citaram o oxigênio e o gás carbono como componentes do ar atmosférico e ao tentarem responder se ocupava espaço ou não, em todas as turmas foi possível notar a divisão de ideias. Alguns afirmaram que sim e outros que não. A partir dos relatos dos alunos e a execução do experimento foi sendo construído o conhecimento a respeito da existência do ar, tecendo as informações para que ficasse claro aos alunos

que, apesar de invisível, os gases que compõem nossa atmosfera são formados por átomos que é matéria, portanto, ocupa espaço.

Para o desenvolvimento do Experimento 2, conforme o Quadro 2, primeiro questionou-se aos alunos se *“Foi o ar que acabou ou algum dos gases que está no ar que acabou? Que gás é esse?”*. Alguns responderam *“o fogo apagou por que o ar acabou”* e isso evidenciou a necessidade de explicar como ocorre a combustão e que esta é dependente do oxigênio, além do que ela gera como produto o gás carbono. Outros questionamentos foram explanados, também, como *“Por que ele acabou? Houve a formação de um novo gás? Que gás deve ser esse?”*. Nesse momento mais de 70% dos alunos não conseguiram citar qual é o gás que se forma com a combustão. Destarte, no decorrer dos questionamentos prévios e a execução do experimento, construiu-se conhecimentos a respeito dos principais gases que estão presentes em nossa atmosférica.

No Experimento 3, conforme o Quadro 2, iniciou-se com o questionamento *“Existe diferença entre Massa e Peso?”*. Neste momento os alunos responderam que não havia diferença, sendo possível a partir desta resposta perceber que os alunos ainda não haviam tido contato com os conceitos físicos em relação a Massa e Peso, dessa forma, foi apresentado aos alunos de forma contextualizada os respectivos conceitos. Os alunos de posse do conhecimento, realizaram a seguinte pergunta *“Final, o ar pesa?”*. Neste instante alguns alunos foram capazes de associar ao conhecimento adquirido no Experimento 1 de que o ar possuía massa, portanto ele é matéria e por isso tem peso. Em seguida foram apresentados aos alunos os questionamentos *“Como a gravidade se relaciona com o peso? O seu peso aqui na Terra é o mesmo se você estivesse na Lua?”*. Tais perguntas proporcionaram a contextualização e o reforço da conceituação de Peso, de que esta é uma força resultante da ação da gravidade, no qual o valor gravitacional de um corpo celeste está intimamente ligado à sua Massa, por isso sendo a gravidade da Terra maior do que a da Lua. Finalmente, a relação entre peso e gravidade foi apresentada: o peso (P) é a força obtida pela multiplicação entre a massa (m) do objeto e a gravidade (g) do corpo celeste ($P = m * g$). Assim, os alunos conseguiram encontrar qual seria o seu peso estando na Lua e relacionar com o seu peso na Terra.

No decorrer da sequência didática foi proposto aos alunos a execução dos experimentos em suas próprias residências com a supervisão de um adulto, pois as aulas ocorreram de forma remota. A seguir, alguns registros feitos pelos alunos da

execução dos experimentos, sendo as Figuras 1 e 2 referentes ao Experimento 1, e as Figuras 3 à 9 referentes ao Experimento 2.

Figuras 1 e 2. Registros de fotos do 1º Experimento realizados pelos alunos



Fonte. Registro fotográfico dos alunos participantes da pesquisa.

Figuras 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9. Registros de fotos do 2º Experimento realizados pelos alunos

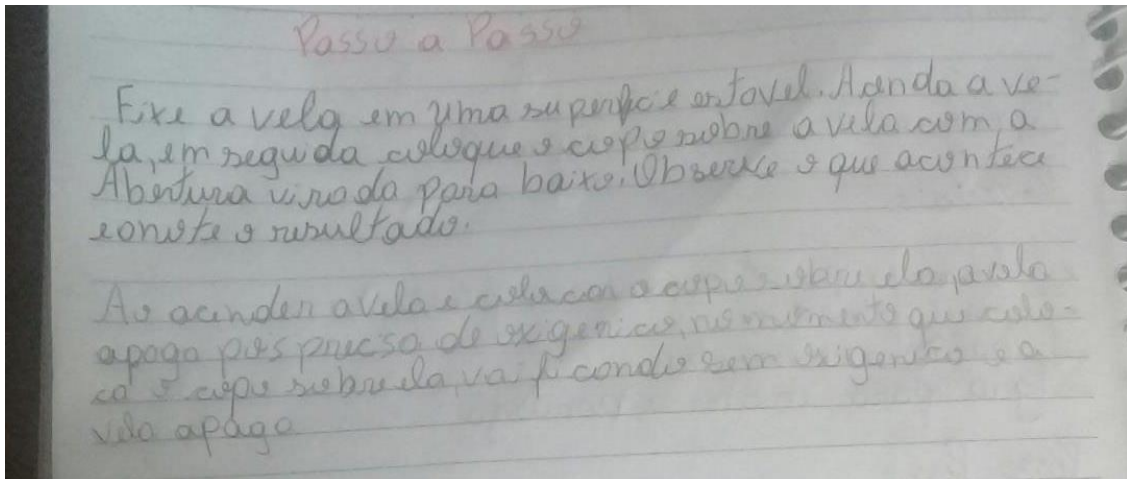


Fonte. Registro fotográfico dos alunos participantes da pesquisa.

Observando as Figuras 1 ao 9, teve-se o maior retorno de registros fotográficos do Experimento 2, talvez por ser o de mais fácil execução, além de ter sido perceptível o maior interesse dos alunos em desenvolverem este experimento. Vale destacar a dificuldade de se obter registros fotográficos dos experimentos e dos cadernos dos alunos neste período de ensino remoto.

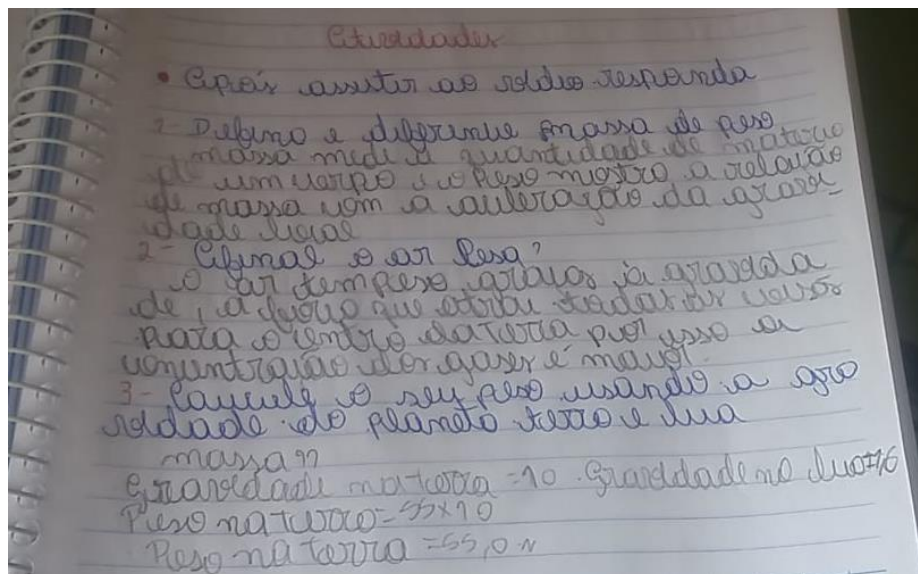
Durante o desenvolvimento dos experimentos, foi pedido aos alunos que fizessem os registros no caderno. Na Figura 10 tem-se o relato de um aluno sobre o que acontece com a chama da vela quando submetida ao Experimento 2. Já na Figura 11, tem-se a resolução do questionário do Experimento 3 feito por um aluno participante da pesquisa.

Figura 10. Relato de um aluno sobre o 2º Experimentos



Fonte. Registro fotográfico dos alunos participantes da pesquisa.

Figura 11. Foto da resolução do questionário do 3º Experimento de um aluno



Fonte. Registro fotográfico dos alunos participantes da pesquisa.

Os três experimentos realizados tiveram a finalidade de caracterizar o ar atmosférico, para que o aluno fosse capaz de perceber a interferência que a poluição causa na atmosfera. Para a sistematização foram realizadas duas aulas nas quais houve a leitura e análise de textos “Poluição mata mais de 100 mil pessoas por ano no Brasil, diz relatório” e “Quantificando o muito pequeno”, disponível em Condeixa, et al (2018). Nesta finalização, houve a conscientização sobre os impactos que o ser humano tem provocado sobre o meio ambiente e a necessidade de repensar em novas estratégias para conservação dos recursos naturais do nosso planeta Terra. O aluno teve a oportunidade de debater sobre as atividades do ser humano que geram gases poluentes para a atmosfera, percebendo que estes intensificam o efeito estufa e como consequência aumentam o aquecimento global.

Percebeu-se no decorrer do desenvolvimento desta sequência didática investigativa que os alunos desenvolveram habilidades e competências como o pensamento reflexivo, a capacidade de argumentar, a autonomia nas atividades propostas, o protagonismo nos debates e a interação social.

5. ANÁLISE

Ao final dessa SEI, o aluno foi capaz de apropriar-se corretamente de conceitos relacionados a nossa atmosfera terrestre, bem como perceber as mudanças climáticas causadas pela interferência humana sobre a natureza, verificando que “o ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas, podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos” (SASSERON, 2015, p. 58).

Uma sequência de ensino investigativa, segundo Sasseron (2015, p.59), “é o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados”. Neste trabalho o tema em investigação foi o ar atmosférico. Os alunos foram estimulados através da experimentação a perceber a existência do ar, assim como, associar sua existência ao fato dele ser formado por átomos, portanto possuir massa e peso. Foi sugerido aos alunos, através

de debates, relacionar o ar atmosférico com as interferências causadas pelo ser humano na natureza, verificando conceitos como camada de ozônio, efeito estufa e aquecimento global e incentivando a argumentação entre eles, assim como sugere Sasseron e Carvalho (2017).

A SEI iniciou-se com indagações realizadas pelo professor aos alunos a respeito do ar atmosférico, assim como afirma Carvalho (2013, p.126), “é o professor que propõe problemas a serem resolvidos, que irão gerar ideias que, sendo discutidas, permitirão a ampliação dos conhecimentos prévios”. Essas ideias caracterizam as hipóteses e são geradas em meio aos debates em sala de aula. Segundo Sasseron (2015, p. 55) “a construção e o teste de hipóteses, a busca por evidências e justificativas também perpassam as ações do fazer científico, e a divulgação das ideias pauta-se, muitas vezes, na tentativa de convencimento do que se propõe”.

A sistematização proposta por Carvalho (2013) prevê a utilização de recursos que provoque a contextualização, a sensação de pertencimento e a relação com a CTSA. Com esse objetivo, foi utilizada a leitura de textos relacionados ao ar atmosférico e a conservação do meio ambiente. Para o fechamento de cada experimento realizado, foi aplicado um questionário para verificação da aprendizagem dos alunos, assim como sugere Carvalho (2013).

A partir das respostas dos estudantes e de toda a dinâmica da aplicação foi possível observar indícios de efetiva aprendizagem dos estudantes, tanto quanto às questões conceituais como à postura mais investigativa e crítica. O debate contribuiu para a apropriação da linguagem científica pelos estudantes.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensino de Ciências por Investigação é uma abordagem que tem ganhado força nos últimos anos no Brasil, principalmente com os estudos realizados por autores como Ana Maria Pessoa de Carvalho e Lúcia Helena Sasseron, sendo uma possibilidade para estimular habilidades e competências nos alunos.

Durante o desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa os alunos foram capazes de participar ativamente na construção do seu conhecimento, levantando hipóteses, debatendo ideias e sistematizando os conceitos. O professor

como orientador e mediador do conhecimento, proporcionou aos alunos um ambiente favorável para uma formação crítica e reflexiva.

Por fim, verificou-se que a SEI permitiu o aumento do interesse dos alunos pelas aulas, assim como a interação entre os mesmos e possibilitou a contextualização do tema de tal forma que o mesmo se aproximou do cotidiano por meio da relação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.

O tema desta sequência investigativa é pertinente, visto que há a necessidade de conscientização sobre as consequências das ações humanas nas mudanças climáticas e como estas interferem no planeta Terra. Este tema tem sido discutido e debatido por cientistas. Este ano, 2021, o prêmio Nobel de Física foi destinado a três cientistas, sendo dois deles o Syukuro Manabe e o Klaus Hasselmann por desenvolverem um modelo físico do clima da Terra que prevê o avanço do aquecimento global através da quantificação da variabilidade do tempo.

Além da discussão da Ciência em si, nesta sequência, dá-se oportunidade à conscientização das crianças a respeito dos impactos da ação humana no ambiente atmosférico. Pode-se discutir sobre as mudanças climáticas documentadas, por exemplo, no relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), e toda a repercussão política por ele motivada na Organização das Nações Unidas (ONU) que acaba gerando acordos para a mitigação dos efeitos climáticos e estabilidade ambiental, algo fundamental para a sociedade, pensando nas futuras gerações.

A SEI proposta não teve caráter aberto, sendo os estudantes muito dependentes dos comandos da professora. Isso ocorre exatamente por eles não terem familiaridade com essa condução metodológica. Mas que introduzir paulatinamente elementos de investigação à sala de aula, como o que se propôs esse trabalho, irá abrir caminho para essa postura de autonomia de forma que consigam cada vez mais percorrer as etapas de uma SEI de maneira independente e crítica.

REFERÊNCIAS

BRASIL. 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**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em:

http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 14 nov. 2021.

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

CONDEIXA, Maria Cecília Guedes; et al. **Conhecer e Transformas: [Projetos Integradores] 8 e 9**. – 1. Ed. – São Paulo: Editora do Brasil, 2018.

GIL, Antonio Carlos. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª ed., Editora Atlas, São Paulo, 2002.

FREIRE, Raissa. O ar ocupa espaço? (Experimento). Youtube, 22 fev. 2021. Disponível em: https://youtu.be/Wc_tWZKfx8g. Acesso em: 14 nov. 2021.

FREIRE, Raissa. Quais os componentes do ar atmosférico? (experimento). Youtube, 02 mar. 2021. Disponível em: <https://youtu.be/5k3-4f9dWvM>. Acesso em: 14 nov. 2021.

FREIRE, Raissa. O ar pesa? (Experimento). Youtube, 10 mar. 2021. Disponível em: <https://youtu.be/hBOYbOi-j9E>. Acesso em: 14 nov. 2021.

GOIÁS. Secretaria de Estado da Educação. **Documento Curricular para Goiás**. Goiânia, 2018. Disponível em: <https://cee.go.gov.br/wp-content/uploads/2019/08/Documento-Curricular-para-Goi%C3%A1s.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2021.

MUNFORD, Danusa; LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Revista Ensaio**, v.09, n.01, p. 89-111, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172007090107>. Acesso em: 23 out. 2021.

PÉREZ, Daniel Gil; et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, p.125-153, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/DyqhTY3fY5wKhzFw6jD6HFJ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 14 nov. 2021.

SANTOS, et al. **Todo dia é dia de ciência: ar, água e solo**. Universidade Estadual de Goiás, 2016. Disponível em: http://cdn.ueg.edu.br/source/editora_ueg/conteudo_compartilhado/11012/Todo_dia_e_dia_de_ciencia_livro_1_agua_ar_solo.pdf. Acesso em: 14 nov. 2021.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, v. 17 (especial), p. 49 – 67, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 nov. 2021.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino por CTSA: almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**. 2017. Disponível em: <http://axpfep1.if.usp.br/~profis/arquivos/vienpec/CR2/p487.pdf>. Acesso em: 23 out. 2021.

SOLINO, Ana Paula; SASSERON, Lúcia Helena. Investigando a significação de problemas em sequências de ensino investigativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, p. 104-129, 2018. Disponível em:

<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/995/pdf>. Acesso em: 14 nov. 2021.

ZÔMPERO, Andreia Freitas; LABURÚ, Carlos Eduardo. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 03, p. 67-80, 2011. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/epec/a/LQnxWqSrmzNsrRzHh3KJYbQ/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 14 nov. 2021.

ANEXO A

SANTOS, et al. **Todo dia é dia de ciência: ar, água e solo**. Universidade Estadual de Goiás, 2016. Disponível em:

http://cdn.ueg.edu.br/source/editora_ueg/conteudo_compartilhado/11012/Todo_dia_e_dia_de_ciencia_livro_1_agua_ar_solo.pdf. Acesso em: 14 nov. 2021.

1) O AR OCUPA ESPAÇO?

OBJETIVO

Comprovar a existência do ar, evidenciando que ele ocupa espaço, portanto tem massa, é matéria.

ESTRUTURA DA ATIVIDADE

Inicialmente pergunte aos alunos o que é o ar? Como vocês o percebem?

Do que o ar é composto?

A partir das respostas você poderá indagar sobre como poderiam comprovar a existência do ar?

Montar o experimento 1 e indagar sobre o que acontecerá com o papel no fundo do copo quando ele for mergulhado na água.

VOCÊ IRÁ PRECISAR DE:

- 1 copo plástico descartável (transparente)
- 1 lenço de papel ou guardanapo para cobrir o fundo do copo
- 1 bandeja plástica (ou bacia plástica)
- 1 funil plástico
- 1 balão de borracha (bexiga)
- Anilina colorida
- Água para encher a bandeja até um pouco acima da metade. A água deverá quase cobrir o copo quando este for mergulhado na bandeja. Acrescentar gotas de anilina na água para facilitar a visualização.

Anote no quadro as hipóteses levantadas. Peça aos alunos para verificarem o papel no fundo do copo. Ele continuou seco?

Realize o segundo experimento e peça aos alunos para comentarem o observado nos dois experimentos. A que conclusões eles chegaram? Faça os comentários necessários.

PROCEDIMENTOS

EXPERIMENTO 1

Amasse a folha de papel e coloque no fundo do copo seco, preenchendo todo o fundo.

Em seguida mergulhe o copo verticalmente de boca para baixo na bandeja plástica.

Retire o copo na mesma posição. Peça aos alunos para verificar o papel.

EXPERIMENTO 2

Prenda um balão vazio no bico de um funil e em seguida mergulhe verticalmente o funil de boca para baixo na bandeja com água.

DURAÇÃO

50 minutos

ANEXO B

SANTOS, et al. **Todo dia é dia de ciência: ar, água e solo**. Universidade Estadual de Goiás, 2016. Disponível em:

http://cdn.ueg.edu.br/source/editora_ueg/conteudo_compartilhado/11012/Todo_dia_e_dia_de_ciencia_livro_1_agua_ar_solo.pdf. Acesso em: 14 nov. 2021.

3) OS COMPONENTES DO AR

OBJETIVO

Verificar a presença do oxigênio e do gás carbônico como componentes do ar atmosférico, mediante experimentos simples; contextualizar as descobertas científicas, a história da Ciência e o cotidiano; levantar hipóteses e argumentar sobre o observado.

ESTRUTURA DA ATIVIDADE

Com experimentos simples e sistematizados, você poderá trabalhar com os alunos a percepção do ar atmosférico; que mesmo invisível é fundamental para a manutenção da vida. Você poderá realizar as atividades na sua mesa e solicitar a alguns alunos que o auxiliem. É importante que levante uma questão no início da atividade perguntando o que deverá acontecer e pedindo que levantem hipóteses. Depois comente com os alunos o observado em cada experimento.

No primeiro experimento, peça aos alunos que tentem explicar o porquê a chama da vela ter se apagado. Explore esta atividade para que os alunos cheguem e apliquem a noção do ar como uma mistura de gases que pode se alterar e modificar suas proporções. Questionem sobre qual é o componente do ar que mantém a vela acesa.

VOCÊ IRÁ PRECISAR DE:

- 2 velas (cortadas para que caiba na vertical dentro do béquer ou copo de vidro)
- caixa de fósforos
- 1 béquer de vidro de 250 ml (ou copo de vidro)
- 1 colher de sopa cheia de bicarbonato de sódio e 100 ml de água (solução)
- 50 ml de vinagre (ácido acético) e 50 ml de água

ANEXO C

SANTOS, et al. **Todo dia é dia de ciência: ar, água e solo**. Universidade Estadual de Goiás, 2016. Disponível em:

http://cdn.ueg.edu.br/source/editora_ueg/conteudo_compartilhado/11012/Todo_dia_e_dia_de_ciencia_livro_1_agua_ar_solo.pdf. Acesso em: 14 nov. 2021.

2) O AR PESA?

OBJETIVO

Verificar que apesar de incolor e inodoro, o ar está presente e pesa.

ESTRUTURA DA ATIVIDADE

A demonstração pode ser feita solicitando o auxílio de alguns alunos. Você poderá levantar algumas questões após o esvaziamento de um dos balões, como por exemplo: O que acontece quando esvaziamos uma das bexigas? Nós podemos equilibrá-las novamente? Por que quando uma das bexigas está vazia o cabide pende para o lado da bexiga cheia? Nós podemos ver o ar e senti-lo?

VOCÊ IRÁ PRECISAR DE:

- 2 balões
- 1 pedaço de barbante
- 1 cabide
- 1 palito de dente

PROCEDIMENTO

EXPERIMENTO 3

1. Encha os dois balões e amarre bem.
2. Prenda os balões um de cada lado do cabide.
3. Amarre um pedaço de barbante no meio do cabide. Prenda o cabide em uma maçaneta ou mesmo segure de forma a manter o equilíbrio entre os dois balões.
4. Com o auxílio de um palito de dentes, perfure um dos balões. Se achar melhor apenas amarre os balões com um cordão e depois desamarre um deles para esvaziá-lo.
5. Questione os alunos sobre o observado.

DURAÇÃO

Cerca de 10 minutos.

ANEXO D

CONDEIXA, Maria Cecília Guedes; et al. **Conhecer e Transformar: [Projetos Integradores] 8 e 9.** – 1. Ed. – São Paulo: Editora do Brasil, 2018.

Poluição mata mais de 100 mil pessoas por ano no Brasil, diz relatório

A poluição matou 101 739 pessoas no Brasil em 2015, o que equivale a 7,49% do total de mortes no país durante o período.

Essa é a conclusão de um relatório publicado pela revista científica *The Lancet*.

De acordo com o estudo, a poluição do ar foi a grande vilã, sendo responsável pela maior parte dos óbitos (70 685). [...]

De acordo com o relatório, a poluição foi responsável por uma a cada seis mortes registradas em todo o mundo em 2015, totalizando cerca de 9 milhões de óbitos. [...]

"A poluição é muito mais do que um desafio ambiental; é uma ameaça profunda e generalizada que afeta muitos aspectos da saúde humana e do bem-estar", diz Philip Landrigan, da Escola Icahn de Medicina do Hospital Monte Sinai, em Nova York, um dos autores do estudo. [...]

"A poluição, a pobreza, a saúde e a injustiça social estão profundamente interligadas", afirma Karti Sandilya, da organização não governamental Pure Earth, também autor do estudo.

"A poluição ameaça os direitos humanos fundamentais, como o direito à vida, à saúde, ao bem-estar, ao trabalho seguro, bem como às proteções das crianças e dos mais vulneráveis", completa.

O estudo é resultado de um projeto de dois anos organizado pela *The Lancet* sobre os efeitos da poluição na saúde.

Katie Silver. Poluição mata mais de 100 mil pessoas por ano no Brasil, diz relatório. *BBC Brasil*, 20 out. 2017. Disponível em: <www.bbc.com/portuguese/geral-41692503>. Acesso em: set. 2018.

APRILIA INOUE



↑ Aulas canceladas devido à poluição em Nova Délhi, Índia, em novembro de 2017.

O problema da poluição do ar tende a ser mais grave em países mais pobres. Um dos motivos para essa situação está no fato de que muitas multinacionais de países ricos levaram suas empresas poluidoras para países em desenvolvimento, onde os salários dos funcionários são menores e as leis ambientais são menos rígidas.

ANEXO E

CONDEIXA, Maria Cecília Guedes; et al. **Conhecer e Transformar: [Projetos Integradores] 8 e 9**. – 1. Ed. – São Paulo: Editora do Brasil, 2018.

Quantificando o muito pequeno

Os principais poluentes atmosféricos são os gases SO_2 (dióxido de enxofre), CO (monóxido de carbono), NO_2 (dióxido de nitrogênio), O_3 (ozônio) e as partículas de diferentes tamanho e composição química.

Apesar de pouco citado, um dos mais nocivos poluentes é o chamado **material particulado (MP)**, constituído por poeiras, fuligem e qualquer outro material muito pequeno, que fica em suspensão, espalhado no ar. A queima de combustíveis fósseis (derivados de petróleo ou carvão mineral) por veículos (caminhões, carros, motos) ou indústrias é a principal fonte do material particulado.

No Brasil, o limite de MP_{10} na atmosfera considerado seguro para o ser humano é de 150 microgramas por metro cúbico de ar (média diária).

Já para a Organização Mundial da Saúde (OMS), o limite estabelecido como padrão de qualidade para a saúde pública é de 20 microgramas por metro cúbico. De acordo com esses dados, o padrão usado no Brasil causa 5% mais mortes do que o limite estabelecido pela OMS.

O material particulado não é um problema só em áreas altamente urbanizadas. As queimadas no interior do país despejam toneladas desse poluente no ar anualmente, comprometendo a saúde da população no entorno.

Trabalhador queima canaviais para facilitar colheita em Rio Tinto (PB), 2014.

MP_{10} é o nome das partículas com tamanho inferior a $\frac{1}{7}$ da espessura média do fio de cabelo. Esses pequeníssimos materiais entram facilmente em nosso sistema respiratório, passando então para o sangue.

