



ESTUDO EXPERIMENTAL DO EFEITO ESTUFA POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

EXPERIMENTAL STUDY OF THE GREENHOUSE EFFECT THROUGH RESEARCH-BASED TEACHING

¹Luiz Otavio BUFFON.

²Matheus Braga PEREIRA.

³Wellington Martins BORGES.

⁴Robson Leone EVANGELISTA.

¹ Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). E-mail: luizbuffon@gmail.com.

² Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). E-mail: bragafisica11@gmail.com.

³ Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). E-mail: wellington.m00@gmail.com.

⁴ Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). E-mail: robson.leone@ifes.edu.br.

Artigo submetido em 22/09/2025 e aceito em 15/11/2025.

Resumo

Este trabalho apresenta uma abordagem didática investigativa para o ensino médio com o intuito de ensinar os conceitos de irradiação térmica e efeito estufa, através de questões abertas e de uma demonstração investigativa. Nas atividades utilizou-se um experimento com uma lâmpada de infravermelho como fonte de radiação e uma caixa com acrílico para simular a atmosfera terrestre. Além de ensinar o tema o objetivo foi de promover uma postura mais ativa entre os alunos e a enculturação científica sobre as mudanças climáticas. A aplicação das atividades ocorreu em uma turma de 2º ano do xx. As análises dos resultados basearam-se em observações do comportamento dos alunos, respostas de questões propostas e em vídeos que eles produziram e apresentaram na sala. A investigação evidenciou indícios de aprendizagem e uma postura mais ativa por parte dos alunos.

Palavras-chave:

Ensino de Física; Ensino por Investigação; Atividade Experimental; Irradiação Térmica; Efeito Estufa.

Abstract

This study adopts an investigative teaching approach for high school education, aiming to convey the concepts of thermal radiation and the greenhouse effect through open-ended questions and a hands-on demonstration. The activities involved an experiment using an infrared lamp as a radiation source and an acrylic box to simulate the Earth's atmosphere. Beyond teaching the content, the study sought to foster greater student engagement and scientific literacy regarding climate change. The activities were conducted with a 2nd-year class of the xx. Data analysis was based on observations of student behavior, responses to the proposed questions, and videos produced and presented by the students. The study revealed evidence of learning and a more active student participation.

Keywords:

Physics Teaching; Inquiry-Based Teaching; Experimental Activity; Thermal Radiation; Greenhouse Effect.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, têm-se presenciado um aumento considerável do negacionismo científico, com questionamentos às ciências e a propagação da desinformação através das redes sociais. Diante disso, o ensino de ciências assume um papel central no enfrentamento ao descrédito científico e na promoção da enculturação científica (SILVA; SASSERON, 2021), permitindo que os alunos adquiram uma postura crítica e reflexiva diante das questões.

O chamado ensino por investigação consiste em uma abordagem em sala de aula que estimula a construção do conhecimento através da exploração, experimentação e resolução de problemas. Desta forma, o aluno é colocado no centro do processo de ensino-aprendizagem, sendo desafiado a formular perguntas, coletar dados, propor soluções e analisar resultados, desenvolvendo autonomia, reflexão e habilidades para lidar com desafios complexos.

A abordagem investigativa utiliza em sua base os princípios de assimilação e acomodação de Piaget (1976), quando novas informações precisam ser incorporadas modificando esquemas já existentes. A perspectiva sociocultural de Vygotsky (2007) também está presente na abordagem investigativa pois a interação entre os alunos pode potencializar a aprendizagem. Além disso, segundo Bachelard (1996), o conhecimento científico é construído pela superação de obstáculos epistemológicos com o erro assumindo um papel formativo, sendo neste caso fundamental que os alunos tenham postura ativa no processo investigativo.

De acordo com Carvalho (2011), uma atividade investigativa envolve necessariamente quatro etapas: o problema para a construção do conhecimento, a passagem da ação manipulativa para a ação intelectual na resolução do problema, a tomada de consciência e a construção de explicações. Neste processo é esperado que os alunos desenvolvam a capacidade de argumentação, formulação e testagem de hipóteses, tendo contato com os métodos utilizados para a construção das ciências. Além da aprendizagem conceitual é importante que exista as aprendizagens atitudinais e procedimentais (DA SILVA JÚNIOR; COELHO, 2020).

As propostas investigativas propostas por Carvalho (2011) podem ser classificadas em quatro tipos: Demonstração Investigativa, Questão Aberta, Problema Aberto ou Laboratório Aberto. Na demonstração investigativa pode ser realizado um experimento em sala de aula para os alunos investigarem questões relacionadas, de forma a desenvolverem habilidades de argumentação e formulação de hipóteses. Já na questão aberta são propostas atividades relacionadas ao dia a dia ou contextualizadas para os alunos investigarem (AZEVEDO, 2004). Além disso, a atividade investigativa do tipo problema aberto é semelhante à questão aberta, mas envolve a análise quantitativa do assunto. Por fim, no laboratório aberto os alunos precisam responder uma questão através de um experimento que eles precisam planejar e realizar (AZEVEDO, 2004).

Um dos problemas mais graves do mundo atual é o aquecimento global causado pelos gases de efeito estufa gerados pela industrialização e queima dos combustíveis fósseis. Apesar dos diversos movimentos globais em favor da redução da emissão desses gases, este problema continua se agravando. Um dos fatores que contribui para essa situação é a propagação de desinformação pelas redes sociais, com o objetivo de desacreditar a ciência e com isso ignorar o problema (ANGELLO, 2023).

Assim, o objetivo deste artigo é relatar a construção e a aplicação de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI), para abordar no Ensino Médio os conceitos de irradiação térmica e efeito estufa, através de textos e um experimento, que utiliza uma lâmpada de infravermelho como fonte de radiação e uma caixa com acrílico para simular o efeito da atmosfera terrestre. A abordagem adotada baseou-se no ensino por investigação, especificamente, usando questões abertas e uma demonstração investigativa (CARVALHO, 2018). Nessa intervenção didática o professor não é somente um expositor do conteúdo e sim um orientador ou tutor que guiará a turma no processo investigativo. Nas próximas seções deste artigo são apresentados os procedimentos metodológicos, o relato da aplicação, as análises dos resultados e as conclusões finais.

2 PROCESSOS METODOLÓGICOS

A SEI foi aplicada em uma turma de 2º ano do xx, nos dias 16 e 23 de maio de 2025. O Quadro 1 mostra o cronograma da intervenção com 3 momentos.

Quadro 1 - Cronograma de aplicação da Sequência de Ensino Investigativa (SEI)

Momento	Atividade	Duração
1º (16/05/25)	Questões Abertas	50 min
2º (16/05/25)	Demonstração Experimental e investigações	50 min
3º (23/05/25)	Apresentação dos vídeos dos alunos	50 min

Fonte: os autores.

No primeiro momento os alunos em grupos analisaram, discutiram e responderam duas questões abertas, apresentadas de forma problematizadora. Seguem as questões:

Questão 1) *A luz solar é fundamental para a existência da vida na Terra. Ela fornece a energia necessária para processos essenciais, como a fotossíntese, que mantém as cadeias alimentares e libera o oxigênio que respiramos. Além disso, a radiação do Sol aquece a superfície terrestre, regula o clima e possibilita a existência de ecossistemas diversos. Nos últimos anos, a humanidade também tem buscado formas sustentáveis de aproveitar essa fonte de energia abundante por meio da tecnologia, como os painéis solares, que convertem a luz do Sol em eletricidade ou calor para uso doméstico, industrial e até em satélites espaciais. Diante de tanta importância, surge uma questão essencial para entendermos melhor essa relação entre Sol e Terra:*

Considerando que o espaço é praticamente vácuo, de que forma a energia térmica do Sol chega até a Terra?

Questão 2) *Durante o dia, a superfície da Terra é aquecida pelo Sol, mas, à noite, esse calor é gradualmente perdido para o espaço. Em outros corpos celestes, como a Lua e Marte, que estão a cerca de 150 e 230 milhões de quilômetros de distância do Sol, respectivamente, as temperaturas caem drasticamente durante a noite, chegando a centenas de graus abaixo de zero. No entanto, na Terra, mesmo após o pôr do Sol, a temperatura não cai para valores*

extremamente baixos como nesses astros.

Por que a temperatura na superfície da Terra não cai de forma tão acentuada durante a noite, como ocorre na Lua ou em Marte?

Para o segundo momento foi construído o experimento, mostrado na Figura 1, que simula o efeito estufa utilizando uma caixa, uma lâmpada que emite radiação infravermelha e uma parede de acrílico móvel retirável, que simula os gases da atmosfera da Terra. A lâmpada emite radiação infravermelha que aquece o fundo preto e também o ambiente dentro da caixa. A demonstração investigativa consistiu em medir as temperaturas sem e com a presença da parede acrílica móvel. A parte superior da caixa também é de acrílico com o objetivo de os alunos poderem visualizar o termômetro.

Figura 1: Vista superior do experimento que simula o efeito estufa



Fonte: os autores

O projeto da caixa aberta foi criado no site Makercase e ela foi construída usando uma chapa de MDF de 3 mm cortada na cortadora a laser. As dimensões da caixa são 50cm de comprimento, 35cm de largura e 27cm de altura, sendo usada a junção “dedo” para facilitar a colagem com cola instantânea. Um furo foi feito para o encaixe do bocal da lâmpada. O acrílico utilizado foi de 3mm de espessura, tendo a placa móvel transparente as dimensões de 34cm de largura e 27 cm de altura, e a tampa transparente as dimensões de 55cm de comprimento e 37 cm de largura.

Após a montagem do experimento, o fundo foi pintado de preto com tinta spray e furado para o encaixe do termômetro. No lado oposto, onde foi feito o furo para o encaixe do bocal, foi acoplado uma lâmpada incandescente de secagem 250W e 127V.

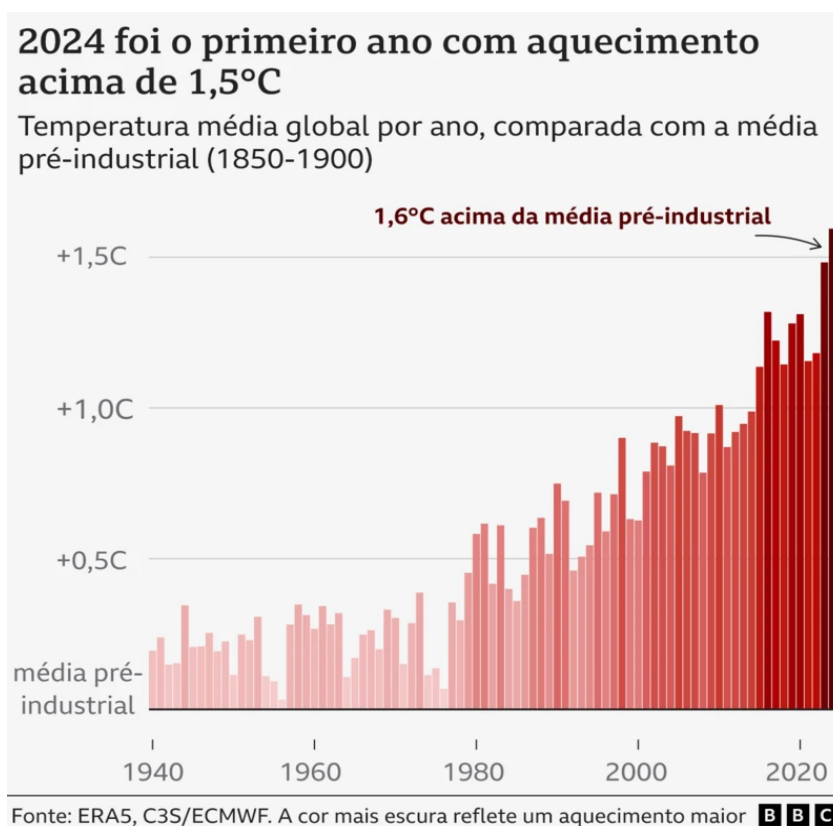
Nesse segundo momento, além da demonstração do experimento, foi entregue aos alunos um texto adaptado de uma reportagem sobre o aquecimento global e também duas questões a serem investigadas e respondidas. Segue o texto:

Texto de apoio: Os gráficos que mostram como a Terra atingiu a “linha vermelha” de aquecimento em 2024

(Adaptado de: BBC Climate, BBC Verify e equipe de jornalismo de dados da BBC ,10 janeiro 2025).

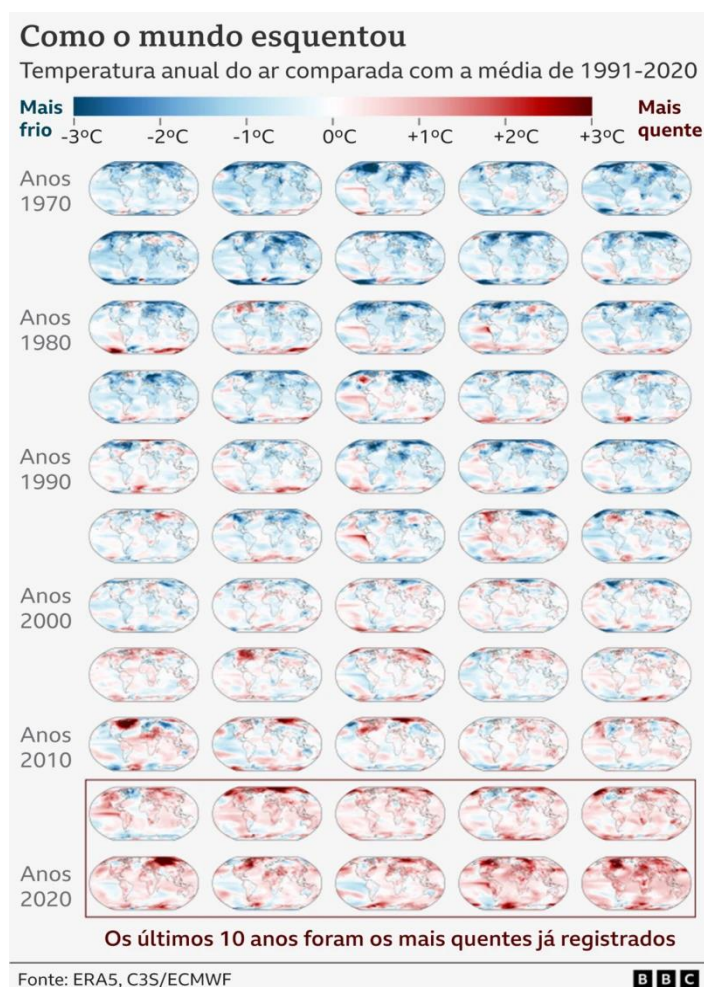
O planeta deu um grande passo em direção ao aquecimento acima de 1,5 °C, segundo revelam novos dados, apesar de os líderes mundiais terem prometido há uma década que tentariam evitar isso. As informações relatadas nesse texto são respaldadas nos gráficos das Figuras 2 e 3.

Figura 2: Gráfico de temperatura média utilizada na notícia



O serviço climático europeu Copernicus, um dos principais fornecedores de dados globais, afirmou nesta sexta-feira (10/1) que 2024 foi o primeiro ano a ultrapassar o limite simbólico, além de ter sido o mais quente já registrado.

Figura 3: Variações da temperatura anual do ar em comparação com a média do período de 1991-2020 desde 1970 até 2020



Isso não significa que a meta internacional de 1,5°C tenha sido descumprida, pois ela se refere a uma média de longo prazo ao longo de décadas, mas esse resultado nos deixa mais perto disso, uma vez que as emissões de combustíveis fósseis continuam a aquecer a atmosfera.

As temperaturas médias globais de 2024 ficaram cerca de 1,6 °C acima das do período pré-industrial, de acordo com os dados do Copernicus. Com isso, 2024 bateu o recorde estabelecido em 2023 em pouco mais de 0,1°C — e agora os últimos 10 anos são os 10 anos mais quentes já registrados.

A trajetória atual provavelmente faria com que o mundo ultrapassasse 1,5°C de aquecimento de longo prazo no início da década de 2030. Isso seria politicamente significativo, mas não significaria o fim da linha para a ação climática.

As questões propostas nesse segundo momento foram:

Questão 3) *Leia o texto adaptado proposto, discuta com seu grupo e relate quais são os possíveis fatores que contribuem para esse aumento de temperatura na Terra ao longo dos anos?*

Questão 4) *Por que a temperatura da Terra tem variações pequenas quando comparada com a variação de temperatura de outros astros, como a Lua e Marte? Reúnam-se em grupo e produzam um vídeo explicativo curto (de 2 a 3 minutos) mostrando como o efeito estufa acontece na atmosfera da Terra. No vídeo, expliquem como o experimento demonstrado ilustra esse fenômeno.*

Assim, o objetivo da intervenção mostrada na Figura 4 foi que os alunos utilizassem o experimento demonstrativo para compreender melhor o efeito estufa.

Figura 4: Registro da aplicação da SEI



Fonte: dos autores

No experimento a caixa sem a parede de acrílico representa a atmosfera com baixa quantidade dos gases de efeito estufa, enquanto que a caixa com a parede de acrílico representa a atmosfera com grande quantidade de gases de efeito estufa. Através dos resultados das medições experimentais seria possível simular o efeito dos gases do efeito estufa e compreender melhor o aquecimento global. Assim, como a presença da parede de acrílico na caixa provoca uma retenção do calor na região próxima ao termômetro, os gases de efeito estufa retêm o calor na atmosfera impedindo que ele se perca para o espaço.

No final do primeiro dia (primeiro e segundo momentos) foi solicitado que os alunos elaborassem vídeos, de no máximo 3 minutos, relatando suas atividades, hipóteses e investigações. No momento 3 os vídeos foram apresentados e debatidos na sala de aula, fazendo-se uma síntese final. Ao final da intervenção foi passado um questionário de opinião sobre a SEI.

Ao longo da intervenção foram coletadas respostas de questões dos alunos por escrito, discussões dos alunos na sala de aula, que em conjunto com os vídeos, foram utilizados na análise da intervenção. O objetivo da pesquisa relatada neste artigo foi verificar se houve indícios de aprendizagem e de engajamento por parte dos alunos, bem como a promoção da cultura científica sobre as mudanças climáticas.

É importante salientar que durante toda aplicação da SEI, os autores adotaram uma postura questionadora e mediadora. Todas as hipóteses apresentadas neste trabalho foram formuladas e discutidas pelos alunos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a intervenção, os autores relataram os comentários e hipóteses dos alunos em um diário de bordo. As análises dos diálogos seguiram (DA SILVA JÚNIOR; COELHO, 2020) onde foram utilizadas as categorias de aprendizagens de SOUZA (2014), mostradas no Quadro 2.

Quadro 2: Categorias de atitudes e procedimentos utilizadas nas análises dos diálogos.

Tipos de Aprendizagens	Categorias de aprendizagens	Aprendizagens inferidas ao longo da atividade
Atitudinal	Atitudes com respeito à ciência	A1: Ter um posicionamento crítico e investigativo perante situação-problema
	Atitudes com respeito à aprendizagem de ciências	A2: Trabalhar em grupo de forma colaborativa A3: Buscar o diálogo entre os estudantes respeitando as diferenças
Procedimental	1. Aquisição da informação	P1: Estruturar ideias por meio de desenho, linguagem escrita ou linguagem oral
	2. Interpretação da informação	P2: Interpretar ideias estruturadas e executar procedimentos
	3. Análise da informação e realização e inferências	P3: Elaborar Hipóteses P4: Desenvolver/Aplicar modelos explicativos P5: Testar hipóteses
	4. Compreensão e organização conceitual da informação	P6: Realizar inferências P7: Construir sínteses P8: Fazer Generalizações para outros contextos
	5. Comunicação da Informação	P9: Realizar exposição oral P10: Elaborar relatório

Fonte: Souza (2014, p. 91) e adaptado de Pozo, Gomez e Crespo (2009, p. 59).

A seguir, são apresentadas as respostas dadas por eles e algumas análises:

3.1 Questão 1) Considerando que o espaço é praticamente vácuo, de que forma a energia térmica do Sol chega até a Terra?

Fala do aluno 1: *“Através de fótons na atmosfera.”*

Fala do aluno 11: *“A radiação do Sol não depende de meio para se propagar”*

Além dos comentários falados acima, foram coletadas as respostas individuais escritas de cada aluno, como por exemplo:

O aluno 20 escreveu: *“Através dos raios solares e da atmosfera que absorve o calor”.*

O aluno 4 escreveu: *“Essa energia solar não precisa de ar para se locomover ela vem na velocidade da luz por via dos fótons”. (sic)*

O aluno 19 escreveu: *A radiação solar alcança corpos próximos mesmo com o espaço sendo praticamente vácuo, pois não depende do ar ou de um meio físico.”*

O aluno 13 escreveu: *“Por meio das ondas solares, que por serem eletromagnéticas, não necessitam de um meio físico para se propagar, não tendo importância sua passagem pelo vácuo.”*

O aluno 17 escreveu: *“Através da radiação dos raios ultravioleta que são refletidas na camada de ozônio/atmosfera.”*

O aluno 21 escreveu: *“Para energia térmica do Sol chegar até a Terra, ela não precisa de um meio para se propagar, já que ocorre por meio de convecção.”*

É interessante notar que o aluno 11, embora não tenha dito tecnicamente, definiu de maneira correta o processo de irradiação térmica que contempla a relação do planeta Terra e o Sol. Além disso, é perceptível que as respostas escritas dos alunos indicam hipóteses satisfatórias sobre o processo de irradiação térmica, embora o aluno 21 tenha feito confusão entre irradiação e convecção.

3.2 Questão 2) Por que a temperatura na superfície da Terra não cai de forma tão acentuada durante a noite, como ocorre na Lua ou em Marte?

Após um tempo um aluno perguntou:

Aluno 5: *“A Terra atrai a luz do Sol?”*

O Autor respondeu: *“Não seria nessa lógica, por que você acha que a Lua e a Terra que estão aproximadamente 150 milhões de Km do Sol não têm a mesma temperatura?”*

O Aluno 20 perguntou: *“O calor específico da Lua é diferente da Terra”?*

Neste momento, os alunos lembraram de uma aula de Física do professor da turma.

O aluno 7 disse: *“A criação da lua se deu com a colisão de um meteorito enorme com a Terra, então o material da Lua é parecido com o da Terra”.*

Esta fala fez com que o professor da turma promovesse um debate e os alunos se convenceram

que o material da Terra e da Lua não era determinante para a diferença de temperatura entre os astros.

Alguns alunos deram respostas satisfatórias, tais como:

O aluno 14 então disse: *“A radiação vai bater na Terra e ficar presa pela atmosfera.”*

O aluno 6 escreveu: *“A temperatura na superfície da Terra não cai de forma tão acentuada durante a noite por conta de sua atmosfera e o efeito estufa, que impede que o calor escape rapidamente.”*

Entretanto, uma hipótese incorreta discutida por alguns alunos foi a de que a camada de ozônio é a parte da atmosfera responsável pelo aquecimento global, conforme as respostas a seguir:

O aluno 9 escreveu: *“A temperatura não escapa” da Terra, pois a camada de ozônio a retém.”*

O aluno 14 escreveu: *“Porque o globo terrestre é coberto por uma camada denominada ‘ozônio’, que além de filtrar a radiação emitida pelo Sol, mantém parte dessa energia através do greenhouse effect.”*

O aluno 2 escreveu: *“Camada de ozônio presente na atmosfera.”*

Diante da problematização da questão 2 os alunos 5 e 20 lançaram hipóteses na forma de perguntas indicando um posicionamento crítico e investigativo (A1), pois perguntas levam à construção da Ciência. Em seguida o aluno 7 agiu de forma colaborativa (A2) fornecendo uma informação a respeito da semelhança entre os materiais da Terra e da Lua. Depois disso houve um debate mediado pelo professor onde os alunos 14, 6, 9, 14 e 2 construíram diversas hipóteses (P3) para responder à questão 2. Enfatiza-se que mesmas hipóteses incorretas não são descartadas a priori, como as dos alunos 9, 14 e 2, pois os erros também são importantes na abordagem investigativa.

Constatamos assim aprendizagem atitudinal de atitudes com respeito à Ciência (A1) e com respeito à aprendizagem de Ciências (A2), além de aprendizagem procedimental de análise de informações e realização de inferências (P3).

3.3) Questão 3) Leia o texto adaptado proposto, discuta com seu grupo e relate quais são os possíveis fatores que contribuem para esse aumento de temperatura na Terra ao longo dos anos?

O grupo 1 relatou que a atmosfera ficava mais densa e o período industrial influencia isso e também agropecuária, carros e poluição.

O grupo 2 relatou também que a atmosfera fica mais densa e o período industrial influencia, porém, que esses fatores furam a camada de ozônio, o que esquentaria o planeta.

O grupo 3 disse que o aquecimento global acontece porque atividades industriais fazem a camada de ozônio perder eficiência.

Já o grupo 4 colocou como fatores a falta de arborização e vegetação. Os grupos 5, 6 e 7 falaram sobre o aumento da emissão do CO₂ na atmosfera.

Além disso, o grupo 1 fez uma problematização sobre o aquecimento global, no qual salientam que o planeta passa por fases naturais de aquecimento, entretanto que é agravada com o

superaquecimento global.

Durante os relatos houve um comentário. O aluno 29 perguntou: “*O aumento da população pode contribuir? e o fato de muitas pessoas estarem respirando ao mesmo tempo?*”

Através da leitura do texto e análise dos gráficos fornecidos os grupos 1, 2, 3 e 4 debateram e estruturaram ideias através da linguagem escrita ou oral (P1) bem como interpretaram ideias estruturadas (P2), contribuindo para a aprendizagem procedimental. Novamente, hipóteses incorretas tais como do aluno 29 não são descartadas a priori.

3.4) A Demonstração Experimental

Diante dessas hipóteses, partiu-se para a demonstração investigativa. Nesta parte, foi utilizado o experimento que simula o efeito estufa no qual, através de um termômetro, foram medidas 4 temperaturas durante o processo de aquecimento e de resfriamento, a cada 1 minuto, com acrílico e sem o acrílico. A Tabela 1 mostra a coleta de dados no processo de aquecimento após a lâmpada ser acesa e iniciando-se a 36 °C.

Tabela 1: Temperaturas durante o processo de aquecimento a cada 1 minuto, sem acrílico e com o acrílico.

Tempo (min)	Temperatura sem o acrílico (°C)	Temperatura com o acrílico (°C)
0	36	36
1	41	38
2	45	40
3	48	43
4	50	44

Fonte: os autores.

Para o processo de resfriamento, após a lâmpada ser apagada, foram coletados os seguintes dados mostrados na Tabela 2, iniciando-se a temperatura de 50°C nos dois casos.

Tabela 2: Temperaturas durante o processo de resfriamento a cada 1 minuto, sem acrílico e com o acrílico.

Tempo (min)	Temperatura sem o acrílico (°C)	Temperatura com o acrílico (°C)
0	50	50
1	41	44
2	37	42
3	35	41
4	33	39

Fonte: Os autores.

O experimento sem acrílico teve variações maiores de temperatura no aquecimento (14°C) e no resfriamento (-17°C), indicando uma semelhança com uma atmosfera mais rarefeita e sem os gases do efeito estufa, semelhante ao que acontece em Marte e na Lua, que se aquecem rápido quando iluminados pelo Sol, mas se resfriam muito rápido também quando não estão mais iluminados.

Já o experimento com o acrílico indica menor amplitude de variação de temperatura no aquecimento (8°C) e no resfriamento (-11°C), indicando um comportamento mais semelhante a uma atmosfera com mais gases do efeito estufa.

O efeito do aquecimento global nessa simulação pode ser notado a partir da retenção do calor no processo de resfriamento, que impede a Terra de resfriar-se. Nesse processo os gases do efeito estufa absorvem a radiação infravermelha impedindo que ela escape do planeta. No experimento esse papel é feito pela parede de acrílico.

Durante as medidas, os alunos conseguiram constatar que a caixa com acrílico demorava bem mais para variar a temperatura do que sem o acrílico. Durante a visualização do experimento houve um comentário:

Aluno 8 diz: *“Podemos associar isso com o efeito estufa na Terra.”*

Apesar do planejamento e execução do experimento ter sido realizado pelos autores do trabalho, a partir dos resultados os alunos puderam desenvolver e aplicar modelos explicativos (P4) e testar hipóteses (P5), com análises de informações e inferências indicando aprendizagem procedimental.

3.5 Questão 4) Por que a temperatura da Terra tem variações pequenas quando comparada com a variação de temperatura de outros astros, como a Lua e Marte? Reúnam-se em grupo e produzam um vídeo explicativo curto (de 2 a 3 minutos) mostrando como o efeito estufa acontece na atmosfera da Terra. No vídeo, expliquem como o experimento ilustra esse fenômeno.

Após a demonstração investigativa, os grupos tiveram 4 dias para criar vídeos de no máximo 3 minutos que relacionassem a hipótese, os conceitos debatidos e o experimento. No dia 23 de maio, foi realizada a segunda aula da sequência de ensino investigativa onde os vídeos foram assistidos, discutidos e comentados numa síntese final. A produção e visualização dos vídeos se constituiu numa aprendizagem procedimental de comunicação da informação de realizar exposição oral (P9) e elaborar relatório (P10).

A postura dos autores ao final de cada vídeo tentava fazer os alunos refletirem e mostrarem se concordam ou não com a hipótese apresentada pelos grupos. A seguir são apresentados comentários sobre os vídeos produzidos.

Vídeo do grupo 1: começou com uma enquete cômica ironizando o negacionismo científico durante uma entrevista com uma “repórter”. Após isso, o grupo apresentou uma explicação breve sobre o efeito estufa. Seguem alguns trechos:

O grupo 1 fala: *“O calor vai entrar na terra já num tamanho um pouco menor, numa quantidade menor por causa da camada de ozônio {...}”*

Após isso, o grupo desenvolveu uma comparativo dos conceitos abordados em sala de aula com o experimento.

Vídeo do grupo 2: fez uma comparação com a atmosfera da Terra, Lua e Marte e como isso traz um impacto na estabilidade da temperatura do planeta.

O grupo 2 fala: *“A Lua que não tem atmosfera significativa sofre variações extremas de temperatura entre o dia e a noite, a Terra conta com uma camada de gases que retém esse calor {...}”*

Vídeo do grupo 3: começou fazendo uma comparação entre as temperaturas médias da Terra e Lua e explica os conceitos de efeito estufa, após isso, faz uma analogia com o experimento.

O grupo 3 relata: *“A atmosfera funciona como a placa de acrílico, mantendo o equilíbrio térmico.”* e finaliza com *“o efeito estufa é essencial para a vida na Terra, é ele quem nos protege de temperaturas extremas como na Lua e Marte, mas cabe a nós manter este equilíbrio!”*

Vídeo do grupo 4: fez uma relação dos conceitos abordados com o experimento. No vídeo, os integrantes também comparam as diferentes atmosferas como Lua e Marte.

Vídeo do grupo 5: em seu vídeo fizeram um resumo cômico e narrado sobre o conteúdo. Eles iniciaram com uma frase chamativa:

O grupo relata: *Você sabia que a terra tem um cobertor invisível que ajuda a manter tudo na temperatura certa para a vida existir?!*

Tempo depois, dizem no vídeo: *“Depois de absorverem a energia do Sol, refletem radiação infravermelha, ou seja, calor.”*

É importante salientar que o vídeo foi capaz de associar que a radiação responsável pelo aquecimento do planeta é a radiação infravermelha, embora a radiação do Sol não consiste apenas nesta radiação.

Vídeo do grupo 6: trouxe uma síntese dos conceitos abordados e do experimento em seu vídeo.

O grupo 6 finaliza o vídeo com a seguinte fala: *“Por isso é muito importante cuidar do nosso meio ambiente, diminuir a poluição e entender como nossas ações afetam o clima”.*

Vídeo do grupo 7: produziu o vídeo fazendo uma encenação de uma sala de aula na aula de Física, onde o professor ensina os alunos sobre o efeito estufa e atmosfera.

No vídeo, os alunos falam: *“A atmosfera da Terra é mais densa do que qualquer outro planeta.”*

Um tempo depois eles retomam: *“Forma uma camada protetora diferente em outros planetas como Lua e Marte.”*

Vídeo do grupo 8: fez um resumo com o passo a passo do experimento, ao final do vídeo. As alunas fizeram um comentário que descreveu um entendimento satisfatório da demonstração investigativa:

O grupo diz: *“Mas o que o experimento mostra?! A ideia aqui é comparar a temperatura dentro da caixa com e sem o acrílico, simulando com e sem atmosfera.”*

Após as apresentações dos vídeos foram corrigidas algumas informações erradas escritas nas respostas dos questionários e faladas nos vídeos, como por exemplo a do grupo 1, de que a camada de ozônio é a responsável pelo aquecimento global e a do grupo 7, de que a atmosfera da Terra é a mais densa dentre os planetas.

Aqui salientamos que na Ciência todas as afirmações precisam ser testadas e corroboradas pela sociedade para serem aceitas como científicas. Neste caso enfatizamos que a camada de ozônio, na verdade, filtra a radiação ultravioleta e não está diretamente relacionada ao efeito estufa. E também que a atmosfera da Terra não é a mais densa dentre os planetas sendo muito menos densa do que a de Vênus.

Os vídeos dos grupos 2, 3, 4, 5, 7 e 8, conseguiram desenvolver e aplicar modelos explicativos (P4), realizar inferências (P6), construir sínteses (P7) e fazer generalizações para outros contextos (P8), desenvolvendo assim aprendizagens procedimentais. Além disso, os grupos 3 e 6, expressaram conscientização de uma enculturação científica sobre as mudanças climáticas ao reconhecerem a gravidade da situação e a importância de se manter o equilíbrio do clima do planeta com a redução da poluição.

3.6) Questionário de Opinião

Após a explanação, foi passado um questionário de opinião para verificar se houve boa aceitação e indícios de aprendizagem. Alguns comentários do questionário de opinião são vistos a seguir:

Aluno 12: *“Foram muito interessantes os momentos em que nos influenciavam a formular hipóteses sobre alguma teoria, faz-nos pensar e refletir verdadeiramente.”*

Aluno 25: *“Acredito que uma parte interessante da abordagem foi a criação de dúvidas e conceitos sobre aquilo que era perguntado, e como foi tudo entendido ao final com o experimento.”*

Aluno 22: *“Minha parte favorita foi quando houve o compartilhamento de respostas, assim vimos como cada um pensa!”*

Como resultado da SEI nota-se que houve um forte engajamento dos alunos com evidências de discussões, argumentações, formulação de hipóteses e explicações científicas. Houve também cooperação entre os alunos na busca de respostas para as questões propostas. O questionário de opinião mostrou também que os alunos gostaram muito das atividades.

4 CONCLUSÕES

Após a análise dos dados foi possível verificar indícios de aprendizagem no ensino de terminologia e efeito estufa por parte dos alunos. Nas análises dos resultados foi possível notar que os alunos apresentaram posicionamentos crítico e investigativo perante uma situação-problema (A1) caracterizando uma atitude com respeito à ciência e também trabalho em grupo de forma colaborativa (A2) que consiste em uma atitude com respeito à aprendizagem de

ciências. Assim, concluímos que houveram indícios de aprendizagem atitudinal.

Em relação às aprendizagens procedimentais, constatou-se que os alunos estruturaram ideias por meio de linguagem escrita ou oral (P1) realizando a aquisição de informação e interpretaram ideias estruturadas relacionadas a essas informações (P2). Os alunos também elaboraram hipóteses (P3), desenvolveram modelos explicativos (P4) e acompanharam a testagem hipóteses (P5) e, desta forma, realizaram análises de informações e inferências. Além disso, os alunos conseguiram realizar inferências (P6), construir sínteses (P7) e fazer generalizações (P8), conseguindo de forma inicial a compreensão e organização conceitual da informação. Por fim, os alunos realizaram a exposição oral (P10) através dos vídeos efetuando a comunicação da informação.

Desta forma, através da abordagem do ensino por investigação foi possível trazer um problema atual e contextualizado tendo em vista os desafios do ensino de ciências para combater a desinformação sobre as mudanças climáticas. Através do questionário de opinião foi possível verificar boa aceitação da metodologia na qual obtiveram liberdade intelectual e protagonismo no seu aprendizado.

Embora os alunos tenham realizado a produção de vídeos em casa, os conteúdos abordados sugerem que eles utilizaram majoritariamente os conteúdos discutidos na SEI ao invés de copiarem textos prontos da internet. Este fato indica indícios de engajamento e motivação na realização das atividades.

REFERÊNCIAS

- [1] SILVA, Maíra Batistoni; SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte), v. 23, p. e34674, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172021230129>. Acesso em: 6 maio 2025.
- [2] PIAGET, Jean. **A epistemologia genética**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1976.
- [3] VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- [4] BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico**. 3. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- [5] CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas- (SEI). **O uno e o diverso na educação. Tradução**. Uberlândia: MG: EDUFU, 2011. Acesso em: 10 jun. 2025.
- [6] DA SILVA JÚNIOR, João Mauro; COELHO, Geide Rosa. O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 1, p. 51-78, 2020.

- [7] AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizado 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, p.19-33.
- [8] ANGELLO, Carise Martins. Negacionismo científico e propagação de notícias falsas ligadas à ciência: precisamos falar sobre isso na escola. **Redoc**. Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 255–265, jan./abr. 2023. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/redoc/article/download/65040/pdf>. Acesso em: 7 set. 2025.
- [9] CARVALHO, Anna 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. Disponível em: <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Acesso em: 21 maio 2025.
- [10] SOUZA JR., D. R. **O ensino de eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: analisando os desdobramentos sobre a aprendizagem dos estudantes**. 2014. 121f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Universidade Federal do Estado do Espírito Santo, Vitória.
- [11] POZO, J. I.; GÓMEZ-CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.