

ANÁLISE DE INDICADORES DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NUMA EXPERIMENTAÇÃO SOBRE REFRAÇÃO DA LUZ NO ENSINO MÉDIO

Analysis of scientific literacy indicators in an experiment on light refraction in high school

Erica Rocha da Cruz [erica.05.rc@gmail.com]

Almir Guedes dos Santos [almir.santos@ifrj.edu.br]

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - campus Nilópolis

R. Cel. Delio Menezes Porto, 1045 - Centro, Nilópolis - RJ, 26530-060

Recebido em: 24/12/2024

Aceito em: 07/12/2025

Resumo

Neste artigo objetivamos verificar indicadores de Alfabetização Científica em discentes de uma turma de ensino médio técnico, com a qual foi realizada uma atividade de laboratório aberto sobre refração da luz pautada no Ensino por Investigação. A atividade foi realizada em dois encontros, com o primeiro para ambientação com os alunos e o segundo para a aplicação do experimento, no qual no primeiro momento os estudantes responderam ao que acontece com a luz quando ela atravessa um objeto transparente e na segunda parte da atividade eles testaram as hipóteses que levantaram ao responder à pergunta. Quatro grupos foram gravados, os diálogos de um dos grupos foram transcritos e os autores analisaram as falas em busca de indicadores da alfabetização científica de acordo com Sasseron e Carvalho e o padrão de argumentos de Toulmin.

Palavras-chave: Refração da luz; Experimentação; Alfabetização Científica; Ensino médio; Ensino por investigação.

Abstract

In this article, we aim to verify indicators of Scientific Literacy in students of a technical high school class, with whom an open laboratory activity was carried out on light refraction based on Research-Based Learning. The activity was carried out in two meetings, with the first for the acclimatization with the students and the second for the application of the experiment, in which in the first moment the students answered what happens to light when it passes through a transparent object and in the second part of the activity they tested the hypotheses they raised when answering the question. Four groups were recorded, the dialogues of one of the groups were transcribed and the authors analyzed the speeches in search of indicators of scientific literacy according to Sasseron and Carvalho and Toulmin's pattern of arguments.

Keywords: Light refraction; Experimentation; Scientific Literacy; Middle school; Teaching by investigation.

1. INTRODUÇÃO

Este artigo resulta de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) desenvolvido em uma Licenciatura em Física (CRUZ, 2023), no qual a experimentação foi realizada com uma turma de ensino médio de um curso técnico integrado de uma instituição pública. A proposta surgiu do entendimento da autora principal sobre a necessidade de buscar aprimorar o planejamento e a execução de práticas de experimentação no Ensino de Física, em concordância com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento vigente à época da pesquisa.

A BNCC estabelece que área de Ciências da Natureza, que engloba além da Física as disciplinas de Biologia e Química, deve “viabilizar o acesso dos estudantes às bases científicas e tecnológicas dos processos do mundo contemporâneo” (Brasil, 2018, p. 466), valorizando práticas investigativas e experimentais como parte do processo de construção do conhecimento. Na Física, a ênfase é dada à articulação

Nesse contexto, escolhemos o Ensino por Investigação (EI) como referencial teórico-metodológico. De acordo com Almeida & Sasseron (2013), relacionar teoria e prática promove uma participação dos participantes, pois permite o levantamento de hipóteses, teste de ideias e argumentação com base em evidências, o que contribui para um melhor entendimento do conhecimento científico, favorecendo também a compreensão conceitual.

Como referencial teórico de aprendizagem utilizamos a Alfabetização Científica (AC), entendida como a capacidade de compreender e usar o conhecimento científico para tomar decisões e participar ativamente da sociedade (Sasseron & Carvalho, 2008). A análise da atividade prática foi orientada pelos Indicadores de Alfabetização Científica, baseados em Sasseron & Carvalho (2008), e pelo *Toulmin Argumentative Practices* (TAP) (padrão de argumentos de Toulmin), fundamentados nos estudos de Sasseron & Carvalho (2011) e Borges & Ustra (2020).

Com base nas diretrizes da BNCC e na necessidade de fomentar práticas investigativas no ensino de Física, este trabalho teve como objetivo verificar indicadores de Alfabetização Científica em discentes participantes de uma turma de ensino médio técnico de uma instituição pública de ensino, com a qual foi realizada uma atividade de laboratório aberto sobre refração da luz pautada no Ensino por Investigação.

O progresso da experimentação foi registrado em áudio e um dos grupos teve os diálogos transcritos e analisados almejando indícios da AC e de argumentação em correspondência com o padrão TAP. Esta pesquisa em ensino de física consiste em uma abordagem qualitativa, com o foco na análise das interações discursivas registradas em áudio, a fim de investigar indicadores de Alfabetização Científica, tendo como fenômeno físico focalizado a refração da luz.

2. ESTUDOS SIMILARES NA LITERATURA

A construção da AC por meio de atividades experimentais tem sido aplicada em variados contextos de ensino. Martins, Ribeiro & Ayres (2017) realizaram uma oficina sobre lentes esféricas com o objetivo de investigar possibilidades e limitações em uma experimentação no ensino da Física. A atividade utilizou os Eixos Estruturantes (EE) da AC, visando identificar seus indicadores. Os autores interpretaram EE da AC como: a compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; a compreensão da natureza e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática; e o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

A comparação entre as respostas dos questionários aplicados antes e depois da atividade mostrou aos autores que o resultado da prática foi positivo, dado que conseguiram identificar os EE

nas respostas do segundo questionário. Além de a utilização dessa oficina experimental ter sido entendida como um recurso satisfatório, Martins, Ribeiro & Ayres (2017) destacam que, embora recursos como a experimentação sejam eficazes, a excelência da instrução depende das constantes reformulações pedagógicas.

Santos & Campos (2018) aplicaram atividades de ensino por investigação no formato de laboratório aberto para abordarem conteúdos em Óptica Geométrica (OG) com alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Como o colégio em que o estudo foi realizado não tinha laboratório de Ciências específico para a Física, os autores adaptaram o espaço e os materiais disponíveis para o desenvolvimento de uma sequência de atividades.

A pesquisa foi dividida em três momentos: na fase pré-operacional, os alunos responderam ao questionário sobre a importância da atividade prática e, com os estudantes separados em grupos, os autores introduziram a atividade prática quando propuseram situação-problema para que eles desenvolvessem as hipóteses; na etapa operacional os dados foram coletados e catalogados no momento da experimentação; e no pós-operacional foi a fase de discussão dos resultados com os demais grupos.

Apesar dos autores terem observado os estudantes por seis meses para compreender como eles interagem entre si no cotidiano escolar, nas considerações finais eles evidenciaram a falta de tempo para conclusão das etapas das atividades em decorrência dos envolvimento dos alunos nas aulas práticas. Além disso, destacaram a carência de aulas que envolvam os estudantes de forma a estimulá-los a se interessarem pelas aulas de Ciências, tendo o referido trabalho contribuído com a presente pesquisa ao destacar a importância do planejamento nas atividades de experimentação.

No que diz respeito ao conteúdo relacionado à propagação da Luz, Freitas et al. (2020) desenvolveram uma proposta didática baseada em um experimento demonstrativo para o ensino dos conceitos de luz, utilizando um kit óptico para explorar os conceitos da óptica. A atividade foi estruturada em três etapas, que são: diagnóstico dos conhecimentos prévios; desenvolvimento da unidade didática; e análise dos resultados.

Para os autores, os resultados retratam que os estudantes alcançaram o objetivo da atividade. A demora na aplicação da atividade final foi um dos fatores que os autores identificaram que pode ter contribuído para o rendimento abaixo do esperado. Outros fatores apontados foram a troca de professores e a falta de exercícios para fixação de conteúdo. Apesar dos obstáculos relatados, eles observaram avanços significativos na compreensão conceitual por parte dos estudantes, o que ressalta a importância da mediação docente e da utilização de recursos concretos no ensino de Física.

Silva e Lorenzetti (2020) realizaram uma sequência didática com a água em uma turma dos anos iniciais do ensino fundamental, e utilizaram uma atividade de construção de mapas conceituais baseada nos eixos estruturantes da AC, com a qual buscaram entender quais as suas contribuições para a alfabetização científica nos anos iniciais. Com a análise das produções dos alunos, os autores entenderam que houve a compreensão do conteúdo e identificaram a presença dos indicadores da AC, possibilitando, assim, a promoção da AC. Isso reforça a importância da estruturação das sequências didáticas a partir de referenciais teóricos bem definidos.

Martins, Ribeiro & Ayres (2017) utilizaram uma atividade que envolveu EI e lentes esféricas, com o intuito de promover a AC. Para isso, os autores fundamentaram-se nos elementos estruturantes dessa abordagem, destacando os conceitos relacionados à AC que emergem da proposta. De maneira semelhante, Silva e Lorenzetti (2020) analisaram os indícios de AC a partir da sequência investigativa aplicada, o que também orientou o foco analítico deste trabalho, que, embora compartilhe o objetivo de promover a AC, concentra-se na identificação de seus indicadores.

Santos e Campos (2018) desenvolveram, por sua vez, uma proposta com base no EI, aplicando uma atividade em um laboratório aberto voltado para o desenvolvimento do raciocínio lógico e de habilidades cognitivas. Diferentemente do planejamento realizado por esses autores, que contaram com seis meses de imersão para conhecer os estudantes e elaborar a intervenção, nosso cronograma previu apenas dois encontros com a turma, a saber: o primeiro para ambientação; e o segundo para a aplicação da atividade.

No estudo de Freitas et al. (2020), voltado à abordagem da óptica geométrica, foi desenvolvido um kit óptico para a realização da prática experimental com foco na natureza da luz. Em nossa proposta, que também abordou conceitos de refração da luz, não houve a necessidade de elaboração de materiais, uma vez que a instituição na qual realizamos a pesquisa dispunha de um laboratório de Física com infraestrutura adequada e materiais em quantidade suficiente para o trabalho com os estudantes.

A articulação entre esses estudos sustenta os principais eixos da presente investigação, que são o conteúdo de OG, a experimentação em ambiente de laboratório com autonomia estudantil, o uso do EI como metodologia e a AC como referencial de análise. A partir desse panorama, evidencia-se uma lacuna relevante: a escassez de trabalhos que investiguem, de forma integrada, os efeitos do EI sobre a refração da luz e a construção da argumentação científica, com destaque para o uso do modelo de Toulmin como instrumento analítico.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As ciências da natureza estão presentes no cotidiano, oportunizando a compreensão de que o mundo está em constante evolução, exigindo, assim, uma busca incessante por novas maneiras de compreender os eventos que ocorrem na natureza (Sasseron, 2015). A presente pesquisa tem como objetivo verificar indicadores de Alfabetização Científica em discentes do nível médio técnico de uma instituição pública de ensino mediante uma atividade de laboratório aberto sobre refração da luz. A fim de sustentar essa análise, são apresentados a seguir os referenciais teóricos que embasam os conceitos de Ensino por Investigação, Alfabetização Científica, Laboratório Aberto e de padrão de argumentos Toulmin e as contribuições de autores da área.

3.1 O Ensino por investigação

O EI é uma abordagem metodológica que busca colocar o estudante como um sujeito ativo na construção do conhecimento. Em contraste com o ensino tradicional, que é centrado na transmissão de conteúdos, o EI promove a aproximação do processo de aprendizagem com a lógica do fazer científico, em uma abordagem na qual os estudantes são desafiados a levantar hipóteses, realizar experimentos, analisar dados, argumentar e comunicar suas conclusões (Carvalho, 2018; Almeida & Sasseron, 2013).

Almeida & Sasseron (2013, p. 1189) destacam que “o sucesso da aplicação de uma atividade investigativa está estritamente ligado ao seu planejamento pelo professor” e que o problema apresentado na atividade contribui para a que a mesma estimule o processo de investigação científica. As autoras propõem cinco categorias de planejamento para a aplicação de uma sequência investigativa:

- Planejamento das atividades, que consiste na previsão de questionamentos e possíveis problemas que possam ocorrer no momento da aplicação, ter atenção aos pré-requisitos relacionados ao assunto que será abordado, e estar atento aos objetivos da prática;

- Orientação dos alunos em sala de aula, referente ao levantamento de sugestões e observações sobre o uso do material, acerca da abordagem do conteúdo e sobre os encaminhamentos da aula;
- Organização de recursos didáticos que serão utilizados na atividade e planejamento do tempo para realização da mesma;
- Avaliação sobre a construção de conhecimento dos alunos, que se relaciona à reflexão do estudante sobre o uso do material e a formação do aprendizado pela interação com pares, material ou professor;
- Avaliação reflexiva sobre a prática docente, que pode surgir quando o professor reflete sobre a aplicação da atividade ou durante as reuniões de planejamento.

A proposta do EI não tem como finalidade formar cientistas mirins, mas inserir o estudante em uma dinâmica de aprendizagem que valorize a curiosidade, o raciocínio lógico, a autonomia e a criticidade. Para Carvalho (2014), ao realizar atividades investigativas, os estudantes se aproximam da prática científica, mesmo que de maneira adaptada ao ambiente escolar.

3.2 Problemas abertos

A investigação no ensino da Física pode ser conduzida por meio de diferentes estratégias didáticas. Ao entendermos que o EI envolve um problema (Sasseron, 2014), é necessário um planejamento para o problema, de forma que este esteja integrado à cultura social do aluno e desperte seu interesse, incentivando-o a buscar soluções (Carvalho, 2014). Um problema bem formulado possibilita que os alunos resolvam e reflitam sobre o fenômeno observado (Carvalho, 2018). O problema proposto deve viabilizar ao estudante a conexão entre o conhecimento adquirido e situações do dia a dia, permitindo a construção de uma compreensão a respeito de conceitos e leis discutidos.

Carvalho (2018, p. 767) destaca a “criação de condições pelos professores em sua sala de aula para os alunos poderem participar das tarefas sem medo de errar”, indicando que tais condições podem ser alcançadas através da divisão da atividade em grupos reduzidos. Essa fragmentação possibilita uma maior interação social entre os alunos e assemelha-se à Sasseron (2014, p. 42), que nos lembra que “é por meio de debate entre os pares que, muitas vezes, os conhecimentos científicos são organizados”.

Segundo Mourão & Sales (2018), são três as formas de estímulo à investigação: as questões abertas, que permitem múltiplas respostas; os problemas abertos, que demandam tempo e reflexão para a resolução; e os desafios discursivos, que têm como foco a construção de hipóteses e o desenvolvimento argumentativo.

3.3 Alfabetização científica

A AC envolve o direcionamento do indivíduo para observar, compreender e explicar esses fenômenos. Apesar de focar no cidadão, de acordo com Oliveira (2013), sua perspectiva é social. Ao considerarmos que a AC se evidencia na capacidade de analisar e avaliar situações que possibilitam a tomada de decisão e a resistência (Sasseron, 2015) e que o ensino deve ir além dos conceitos científicos, permitindo que os alunos compreendam que esses conceitos fazem parte do seu dia a dia, compreendemos que os processos de ensino que buscam a “AC, contribuem para a formação de cidadãos mais ativos e participantes na sociedade em que vivem” (Silva & Lorenzetti, 2020, p. 5).

Sasseron & Carvalho (2008, p. 335) chamam de EE da AC as interpretações “sobre o que levar em consideração quando se pretende identificar uma pessoa como sendo alfabetizada cientificamente”. Esses eixos são pontos que fundamentam a elaboração, a estruturação e a “análise de propostas de ensino que aspirem a Alfabetização Científica” (ibid, p. 335). Evidenciam ainda que

é importante que os estudantes desenvolvam habilidades que sejam coerentes com o trabalho do cientista.

Para as autoras, essas habilidades norteiam a análise da forma como o estudante se comporta ao discutir um problema e para mensurar tais habilidades. Elas igualmente listam alguns sinais que podem indicar se o andamento da AC está sendo realizado. Esses sinais são técnicas da prática científica e estão conectados tanto com a solução, debate e divulgação de questões, como também com a pesquisa sobre o que se “vê sobre o problema em estudo e as estruturas mentais que conduzem a sua compreensão” (ibid, p. 338). Tais indicadores foram organizados em três grupos, como constam nos quadros 1, 2 e 3.

Quadro 1: Grupo de Indicadores 1.¹

Grupo de Indicadores 1: quanto ao trabalho com os dados obtidos.	
Seriação de informações	Ações desempenhadas nas tarefas de organizar, classificar e seriar os dados obtidos em uma investigação.
Organização de informações	Discussão sobre o modo com que o trabalho foi realizado.
Classificação de informações	Momento de organização dos dados obtidos em busca do que os relacionem.

Quadro 2: Grupo de Indicadores 2.¹

Grupo de Indicadores 2: dimensões relacionadas à estruturação do pensamento.	
Raciocínio lógico	Relacionado à forma como as ideias são expostas, esse indicador assimila os aspectos do desenvolvimento e da apresentação de ideias.
Raciocínio proporcional	Referente à estrutura do pensamento e como as constantes estão relacionadas.

Quadro 3: Grupo de Indicadores 3.¹

Grupo de Indicadores 3: indicadores relacionados à análise da situação.	
Levantamento de hipóteses	Afirmções ou perguntas obtidas que sejam pertinentes ao tema.
Teste de hipóteses	Fase em que se analisa as hipóteses que foram levantadas, podendo ser feito tanto por experimentação quanto por ideias.

¹ Fonte: Adaptado de Sasseron e Carvalho (2008).

Justificativa	Quando a afirmação é acompanhada de uma garantia, o que a torna mais assertiva.
Previsão	Identificado quando se estabelece um ato que segue ao evento.
Explicação	Aparece ao relacionar ideias e hipóteses já mencionadas.

Em um diálogo é possível observar mais de um indicador. De acordo com Sasseron e Carvalho (2008, p. 339), é importante ressaltar que "a presença de um indicador não inviabiliza a manifestação de outro" e ao longo das discussões entre os participantes espera-se que os indicadores forneçam apoio e suporte às declarações feitas.

As discussões são parte do EI e os argumentos gerados por elas podem ou não contribuir para a AC. O TAP, um padrão de identificação de argumentos estudado por Toulmin, pode ser usado para avaliar se o debate durante a experimentação possui uma estrutura lógica em relação aos argumentos apresentados nos diálogos. Neste trabalho, as análises das discussões pelo padrão TAP foram baseadas nas concepções de Borges & Ustra (2020) e Sasseron & Carvalho (2011).

Esses autores estabelecem uma relação entre o uso do padrão TAP e o EI. De acordo com Borges & Ustra (2020), o EI contribui para o progresso da argumentação dos alunos ao estabelecer uma conexão entre o conhecimento comum e o científico. Tal abordagem assemelha-se ao trabalho de Sasseron & Carvalho (2011), que destacam a utilização de propostas investigativas como facilitadoras da ampliação da perspectiva em relação aos objetivos do trabalho científico.

Borges & Ustra (2020, p. 133) enfatizam que "a estrutura de um bom argumento não é única, pois depende do contexto de origem", podendo ser mais simples ou sofisticada. A análise é realizada levando em consideração os componentes apresentados ao longo do raciocínio, sendo que cada elemento do argumento possui uma estrutura e definição específicas (Sasseron & Carvalho, 2011). Esses componentes podem ser identificados de acordo com o quadro 4.

Quadro 4: Elementos do TAP.

Nomenclatura do argumento	Definição
Dados (D)	São informações com as quais se estrutura uma alegação.
Garantia (G)	São informações que corroboram os dados, possibilitando o entendimento de como o argumento evoluiu de um dado à conclusão.
Conclusão (C)	É a consequência do dado apresentado.
Qualificador modal (Q)	Elemento que reforça a garantia. Borges e Ustra citam alguns advérbios que podem ser considerados qualificadores modais, que são: "necessariamente, provavelmente, presumivelmente, etc" (2021, p. 134).
Refutadores (R)	Contraponto ao argumento apresentado. São considerações que invalidam a ideia original.

Conhecimento básico (B)	Endossa a garantia exposta.
-------------------------	-----------------------------

Fonte: Adaptado de Borges & Ustra (2020) e Sasseron & Carvalho (2011).

No que se refere às atividades que os estudantes devem realizar ao longo das etapas e modalidades da educação básica, cabe à BNCC regular as diretrizes. Para o Ensino Médio, o documento orienta que o jovem seja o "protagonista do seu próprio processo de escolarização" (Brasil, 2018, p.463), ou seja, o período escolar deve ajudar esses jovens a se tornarem sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis. Ao assumir que todos os estudantes são capazes de aprender e alcançar seus objetivos, independentemente de suas características pessoais, trajetórias e histórias, a escola que acolhe os jovens deve, entre outras coisas:

“Garantir o protagonismo dos estudantes em sua aprendizagem e o desenvolvimento de suas capacidades de abstração, reflexão, interpretação, proposição e ação, essenciais a sua autonomia pessoal, profissional, intelectual e política; [...] Promover a aprendizagem colaborativa, desenvolvendo nos estudantes a capacidade de trabalharem em equipe e aprenderem com seus pares” (ibid, p. 464).

A Física, juntamente com a Química e a Biologia, faz parte do campo das Ciências da Natureza e Tecnologias. O texto ressalta a relevância da abordagem investigativa como contribuição para o processo de aprendizagem e para promoção do protagonismo dos estudantes. Além disso, destaca que o estudo das ciências naturais vai além dos conceitos das disciplinas, incentivando a conexão do conteúdo com situações do cotidiano. A formação acadêmica dos estudantes prepara-os para integrar a sociedade e interpretar as demandas do dia a dia de forma crítica. Por isso, o texto enfatiza a importância de os estudantes aprenderem a linguagem específica das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, capacitando-os a “entender, avaliar, comunicar e divulgar o conhecimento científico” (Brasil, 2018, p. 550).

4. METODOLOGIA DE PESQUISA

A pesquisa foi orientada pelo objetivo de verificar indicadores de Alfabetização Científica em discentes de uma turma de ensino médio técnico, com a qual foi realizada uma atividade de laboratório aberto sobre refração da luz pautada no Ensino por Investigação. Realizamos uma pesquisa em ensino de física com uma turma composta por 20 estudantes no quarto período de um curso técnico de nível médio em uma instituição pública de ensino localizada na região metropolitana do Rio de Janeiro. Essa instituição possui laboratórios de Física devidamente equipados para a realização da atividade proposta.

Durante o planejamento da atividade decidimos ter dois encontros com a turma para que os estudantes se familiarizassem com o assunto. No primeiro encontro, os alunos foram apresentados à licencianda responsável pela atividade, além de terem recebido informações sobre o experimento de óptica geométrica. A partir deste momento a graduanda, que é a pesquisadora principal iniciante, assumiu a condução das diferentes falas e ações nesta pesquisa em ensino de física. Então, foi fornecido aos alunos um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), seguindo o formulário disponibilizado pela instituição para que os responsáveis pelos menores de idade pudessem assinar.

Dado que nesta aula menos da metade da turma estava presente, disponibilizamos alguns termos para que os presentes distribuíssem aos demais estudantes. Além disso, o orientador enviou

um e-mail explicativo para a turma, em que anexou o TCLE. No segundo dia, ao organizarmos as bancadas onde os grupos teriam suas falas gravadas, preocupamo-nos com a proximidade entre as bancadas, o que poderia atrapalhar a gravação durante o desenvolvimento da atividade.

No segundo encontro na sala de aula (etapas descritas no quadro 5), com a presença da maioria da turma, recolhemos os últimos termos assinados, exceto por um aluno menor de idade que não trouxe o termo e foi avisado que por esse motivo o grupo que ele faria parte não poderia ter o trabalho gravado. Com a chegada dos demais alunos, explicamos novamente as informações do termo e reforçamos que a atividade faria parte da nota da turma e que a participação de todos era essencial. Os alunos informaram as formações dos trios e duplas. Explicamos que a avaliação seria baseada no desenvolvimento e na participação dos membros do grupo, que não havia certo ou errado, e que o que seria observado era o comprometimento do grupo com a atividade.

Quadro 5: Planejamento da aplicação da atividade.

Etapas		Duração	Detalhes
1	Orientação e organização	20 min	Recebimento do TCLE e orientação sobre a atividade.
2	Etapa avaliativa 1	30 min	Os discentes responderam à pergunta sobre refração e informaram a divisão dos grupos.
3	Intervalo	30 min	Avaliação das respostas e seleção dos grupos para gravação.
4	Organização	5 min	Momento para organização dos estudantes de acordo com os grupos nas bancadas.
5	Roteiro da etapa 2 - Momento 1/2	30 min	Grupos respondem à primeira questão.
6	Roteiro da etapa 2 - Momento 2/2	1 h 30 min	Entrega da fonte de luz e das lentes; orientações quanto ao uso do material, como cautela por ser um material frágil e caro; entrega da 2ª parte do roteiro, em que os estudantes testaram as hipóteses levantadas na 1ª etapa e construíram explicações acerca do que identificaram com a atividade; entrega de outra lente.
7	Etapa avaliativa 2	10 min	Grupos expõem os resultados aos demais colegas da turma.

Após esse momento, solicitamos aos estudantes que se sentassem separadamente e respondessem individualmente à pergunta: Qual é a sua compreensão sobre refração? Essa etapa teve duração aproximada de 30 minutos. Após coletar as respostas, liberamos os alunos para um intervalo de 30 minutos e pedimos que nos encontrassem novamente no laboratório ao retornarem. Havia seis grupos de três pessoas e um grupo de dois. Os grupos foram numerados de 1 a 7, sendo que um deles não poderia ser gravado (pois era o grupo do aluno menor de idade que não trouxe o TCLE assinado), restando, então, seis grupos sem impedimentos para a gravação.

Durante a análise das respostas, identificamos os alunos que não tinham uma compreensão satisfatória do conceito de refração. Chegamos à conclusão de que quatro grupos estavam aptos a participar da gravação, pois nenhum dos membros desses grupos tinham noção do que era refração. Essa quantidade de grupos nos animou, mas gerou um impasse, pois tínhamos apenas três gravadores.

Ao considerarmos que a ideia inicial era gravar três grupos, seria necessário um plano B caso algum dos gravadores apresentasse defeito, já que tínhamos um computador e dois celulares para possíveis substituições.

Decidimos correr o risco e optamos por registrar os quatro grupos, utilizando os três gravadores e o computador como ferramenta de gravação principal, deixando os celulares como alternativa. Com o aumento do número de conjuntos a serem gravados, reorganizamos a disposição dos grupos nas mesas, conforme consta na figura 1. A nossa intenção nesta reorganização foi diminuir, mesmo que pouco, o registro de falas de outros grupos pelo gravador de determinado grupo de discentes em suas discussões.

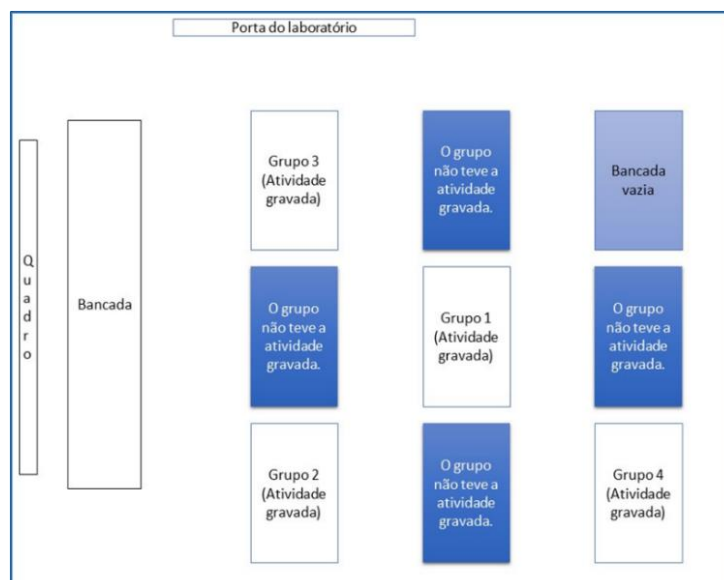


Figura 1: Esquema de disposição dos grupos no laboratório.

Fonte: Os autores.

Após o intervalo, os estudantes foram recebidos no laboratório, informamos quais grupos seriam gravados e orientamos onde poderiam se sentar. Após a entrada de todos, direcionamo-nos às mesas que seriam gravadas, posicionamos os gravadores, o computador e pedimos aos integrantes dos grupos que se identificassem, pois isso facilitaria a identificação dos membros pela autora principal deste artigo na transcrição das discussões. Com os grupos devidamente organizados, enfatizamos que as discussões e respostas deveriam ser restritas apenas aos membros do respectivo grupo.

Para a segunda etapa da atividade dividimos a prática em dois momentos, em que no primeiro roteiro (figura 2) os estudantes teriam que responder a seguinte pergunta: "O que ocorre quando a luz atravessa materiais transparentes?". Posteriormente não realizamos perguntas complementares. Concedemos aos alunos 50 minutos para responderem, e, ao final, decidimos recolher a folha da primeira etapa, uma vez que alguns grupos responderam a lápis e talvez poderiam alterar a resposta ao realizarem a segunda etapa.

Roteiro de atividade experimental em óptica geométrica (06/12/22) - Etapa 1/2

Nomes completos de integrantes do grupo:

Orientações:

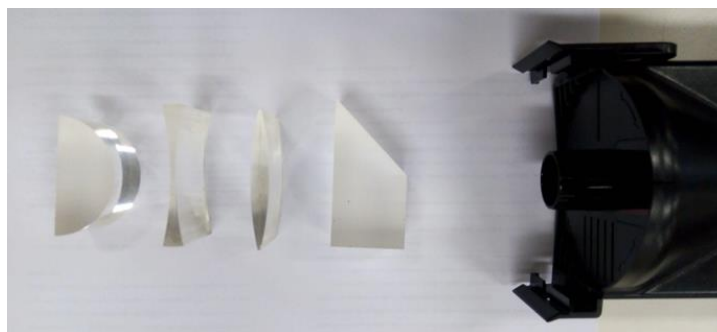
- 1) Com os trios (ou dupla) agrupados, deixe na bancada lápis, borracha e caneta.
- 2) As hipóteses devem ser discutidas apenas entre o trio (ou dupla) e divulgadas à turma no momento solicitado.

1) O que acontece quando a luz atravessa materiais transparentes?

Figura 2: Roteiro da parte 1/2 da atividade experimental.

Fonte: Os autores.

No segundo momento da segunda etapa, os grupos receberam uma fonte de luz e três lentes transparentes com diferentes formatos: plano-convexa, bicôncava, biconvexa e prisma trapezoidal (figura 3). Fornecemos instruções sobre como manusear a fonte de luz com cuidado e a importância de discutir entre os membros do grupo. Após a familiarização com os instrumentos, foi entregue outro roteiro (figura 4). Nele os grupos foram instruídos a testar as hipóteses levantadas na primeira etapa, utilizando de forma livre as lentes e a fonte de luz fornecidas.

**Figura 3:** Materiais entregues aos grupos para o experimento.

Fonte: Os autores.

Roteiro de atividade experimental em óptica geométrica (06/12/22) - Etapa 2/2

Nomes completos de integrantes do grupo:

Orientação:

Nesta etapa vocês utilizarão uma fonte de luz e três lentes. Por serem frágeis e caros, pedimos que sejam cuidados ao manuseá-los.

2) Com as lentes e a fonte de luz entregues, o grupo deve testar (verificar) as hipóteses da 1ª etapa. Vocês precisam, de forma detalhada, escrever e desenhar o quê e como foram feitas tais verificações.

Figura 4: Roteiro da parte 2/2 da atividade experimental.

Fonte: Os autores.

Foi solicitado, então, que eles detalhassem por escrito e desenhasssem como foram feitas essas verificações. Eles tiveram 1 hora e 30 minutos para realizar a análise. Durante o experimento, acompanhamos de perto as discussões que ocorriam nas bancadas. Um dos grupos fez a ligação do meio transparente com o vidro da janela, entretanto nenhuma das lentes fornecidas era reta como o vidro. Então, após 40 minutos de início da atividade, entregamos mais uma lente, dessa vez com formato de trapézio retângulo.

Depois de coletar as respostas, partimos para a última etapa da atividade, que consiste em organizar os resultados encontrados. Dispusemos os grupos em formato de semicírculo e um estudante de cada equipe apresentou a conclusão do grupo.

No que diz respeito à análise dos dados, demos atenção especial aos registros relacionados aos relatos dos estudantes durante a atividade. Nossa intenção foi “entender, descrever e interpretar os fatos”, o que, de acordo com Proetti (2017, p. 2), configura uma abordagem qualitativa.

5. ANÁLISE DE DADOS

Após escutar as gravações dos grupos, decidimos que os diálogos do grupo 6 seriam transcritos, pois todos os seus membros entregaram o TCLE, eles não indicaram conhecer previamente o fenômeno da refração da luz e foi o grupo mais engajado nas discussões. Os três estudantes foram devidamente identificados como D1, D2 e D3, e a autora principal deste artigo como L. A análise dos diálogos, a fim de identificar indicadores da AC, baseou-se em Sasseron e Carvalho (2008), enquanto a definição do padrão de argumentação foi fundamentada nos estudos de Sasseron & Carvalho (2011) e Borges & Ustra (2020). Os tracejados no próximo quadro e nos seguintes consistem em falas em que não foi possível identificar indicadores de AC e/ou TAP.

Quadro 6: Primeiro diálogo analisado: assimilação do cotidiano à atividade.

Fala	Transcrição	Indicadores da AC	TAP
1	D2: Lembrei, daquele filme "Alvin e os Esquilos", quando eles estão na praia, um deles pega os óculos, uma lupa ou espelho transparente, espelho transparente não, óculos transparentes. Essa luz de vez de vir uma luz totalmente dissipada, ela atravessa num único feixe de luz. É tipo luz. Como que a gente vai desenvolver essa resposta?	Levantamento de hipótese Explicação Previsão Raciocínio lógico	Dado Garantia Conclusão
2	D1: Por quê?	---	---
3	D2: Porque eu acho que é isso.	---	---
4	D1: Eu acho que também é isso. Vou perguntar para ela. A luz, pode colocar a luz do Sol também?	Levantamento de hipótese	Dado
5	L: O que vocês entenderam por luz?	Organização de informações	---
6	D1: Algo que clareia, né?	Raciocínio lógico	Dado
7	L: Então você vai escrever o que você entende quando lê a palavra luz.	Organização de informações	---
8	D1: Acho que serve, então.	Organização de informações	Dado
9	D2: Por exemplo, raio de luz. O raio de luz pode ser o Sol, pode ser a lâmpada. Só muda o tipo de luz, mas é tudo luz.	Levantamento de hipótese Previsão Justificativa Explicação Raciocínio lógico	Dado
10	L: Gente, quando vocês forem responder, atenham-se ao que vocês entendem por raio de luz e por material transparente.	---	---

Fala	Transcrição	Indicadores da AC	TAP
11	D2: Então a gente pode desenhar os raios de luz na lupa, que é um material transparente e um único raio de luz saindo atrás. Não é que ela passa pelo material transparente e continua expandida, ela fica afuniladinha...	Levantamento de hipóteses Previsão Justificativa Explicação Raciocínio lógico	Dados Garantia Conclusão

Os trechos do quadro anterior ocorreram no início da atividade, logo após os alunos receberem as instruções da primeira etapa, que consistia em levantar hipóteses para a pergunta da primeira parte do roteiro. Durante a conversa, o grupo relembrou uma cena de um filme infantil que eles acreditavam ser semelhante ao questionamento feito na atividade.

Durante a primeira etapa, D2 fez uma conexão entre a pergunta e uma situação que ele assistiu em um filme, com o objetivo de organizar as informações da maneira como se lembrava delas. Ao associar a lente dos óculos com um objeto transparente, D2 levantou uma hipótese para responder à pergunta. Essa hipótese conseguiu explicar o que foi questionado, oferecendo uma previsão sobre o que pode acontecer quando a luz atravessa um objeto transparente.

Nesse diálogo, pudemos compreender a aplicação de quatro indicadores da AC, sendo eles: formulação de hipótese - quando o aluno descreveu um evento similar à questão proposta na atividade; explicação - ao retratar como o fenômeno ocorreu na cena em questão; previsão - quando o aluno descreveu o resultado da luz atravessando a lupa; e raciocínio lógico - utilizado devido à perspicácia em estabelecer uma relação entre uma cena de filme e a questão proposta desde o início da tarefa.

Ao analisar os argumentos dessa declaração, de acordo com Sasseron e Carvalho (2011), compreendemos que D2 apresentou um dado ao mencionar uma situação similar ao questionamento da atividade, o que também promove uma validação para essa afirmação: "Em vez de se dissipar totalmente, a luz atravessa", expondo sua conclusão ao finalizar a frase com "em um único feixe de luz". Com isso, entendemos que o aluno enfatizou o fenômeno da refração na lente biconvexa.

Durante a conversa, observamos dois momentos em que os alunos receberam orientações sobre como expressar suas respostas, o que contribuiu para a organização das ideias, conforme enfatizado por Silva & Lorenzetti (2020) em suas análises. Além disso, duas falas que não apresentavam indicadores da AC foram importantes para o desenvolvimento da conversa, pois levantaram questionamentos a partir dos quais o trio ponderou sobre a hipótese levantada.

Num momento posterior, conforme consta no quadro 7, os estudantes prosseguem com seu diálogo a respeito da atividade e observam minuciosamente o comportamento da luz enquanto esta atravessa o vidro de uma janela no laboratório de Física em que se encontravam.

Quadro 7: Segundo diálogo analisado: entendendo diferenças de superfícies.

Fala	Transcrição	Indicadores da AC	TAP
12	D2: Os raios de luz solar vão até a lupa de maneira expandida. Eu aprendi até aí, aparentemente eles refletem. Se eles refletem, como eles entram?	Raciocínio lógico	Dado
13	D3: Porque uma parte entra e outra parte sai. É porque depende, a lupa é um objeto transparente. Aí, eles são retos, a lupa não.	Levantamento de hipótese Justificativa Explicação Raciocínio lógico	Garantia Conclusão
14	D2: A lupa é oval.	Justificativa	Dado
15	D3: Então deve ser por isso, porque ela é oval.	Explicação Raciocínio lógico	Garantia Conclusão

Um dos estudantes descreveu a luz solar atravessando a lupa e o conceito físico da reflexão, e levanta a seguinte pergunta: "Se eles refletem, como eles entram?" Esse questionamento ilustra uma divergência entre as hipóteses levantadas na fase inicial, evidenciando um raciocínio lógico a respeito do que foi discutido.

Para responder essa dúvida, D3 sugere uma hipótese sobre o comportamento dos raios em relação ao objeto mencionado, explicando que as estruturas do vidro da janela e da lupa são diferentes. D2 concorda e menciona que a lupa possui formato oval. Ao afirmarem que o vidro e a lupa têm aparências distintas, sendo que o primeiro possui uma superfície reta e o segundo uma superfície oval, o grupo justifica como o raio de luz penetra no objeto, concordando com a hipótese apresentada.

A análise desse trecho nos mostrou quatro indicadores de AC. O participante D2 inicia uma discussão a partir de uma dúvida utilizando o raciocínio lógico. Para responder, D3 utiliza o raciocínio lógico ao levantar uma hipótese e dar uma explicação justificada para a pergunta. Na fala 14, D2 fornece uma justificativa ao descrever a forma do objeto. A informação recebida permitiu ao estudante D3 explicar o que pode acontecer com o raio de luz devido à forma do objeto, dizendo: "Então deve ser por isso, porque ela é oval".

Ao analisar as falas de 12 a 15, conforme o modelo proposto por Borges & Ustra (2020), percebemos que os dados são apresentados por meio de uma pergunta, e o aluno responde essa pergunta com uma garantia. Foi a partir dessa informação que eles conseguiram chegar a um consenso.

No quadro 8, a seguir, foram transcritos discursos provenientes da segunda fase da atividade. Nessa etapa, realizou-se a verificação experimental das hipóteses levantadas anteriormente. As

orientações para os procedimentos durante a atividade de laboratório foram reforçadas várias vezes ao longo da experimentação.

Quadro 8: Terceiro diálogo analisado: testando a hipótese.

Fala	Transcrição	Indicadores da AC	TAP
16	D2: Quando o material transparente, quando é reto, a luz entra e sai igual, entra reto e sai do mesmo jeito, entendeu? Agora, o exemplo que eu dei da lupa. Foi o quê, a lupa tem o material transparente, mas oval, certo?	Teste da hipótese Explicação Raciocínio lógico	Dado
17	D1: Ou seja, ela não entra e sai igual, porque ela entrou expandida e ela sai do jeito mais afunilada, ela gerou aquele negócio tipo de laser.	Teste da hipótese Explicação Raciocínio lógico	Garantia Conclusão
18	D3: Então, a gente tinha colocado que entrava um monte e saía um, mas não sai só um. Sai todos, mas faz assim, tá ligado?	Teste da hipótese Explicação Raciocínio lógico	Refutação
19	D2: Então, a gente não falou que sai um só.	Explicação	
20	D3: No desenho.	---	---
21	D2: No desenho, mas tem a explicação, que os raios entram de maneira expandida e os raios saem de maneira compacta. Eles se juntam, não é que sai um único raio.	Explicação	Garantia Conclusão
22	D3: Ah, tá.	---	---

Após familiarizar-se com os instrumentos ópticos, o grupo começou a analisar suas hipóteses da primeira etapa. Durante o experimento, ao observar o comportamento dos feixes de luz ao atravessarem a lente, um dos estudantes levantou uma dúvida sobre a resposta fornecida na etapa anterior.

No discurso 16, D2 explica o que observou durante o teste da hipótese com a lente reta e faz uma comparação com as respostas dadas na etapa anterior, levando em consideração que são lentes diferentes. Neste momento, D1 utiliza o raciocínio lógico para organizar a fala do colega utilizando as informações geradas.

Já na fala 18, a dúvida é exposta por D3 quando percebe que os raios de luz se comportam de maneira diferente do que foi desenhado na primeira etapa. Rapidamente, D1 e D2 recordam que além do desenho, eles colocaram informações escritas e explicaram que os raios se agrupam ao sair.

A análise dessa conversa revelou a presença de três indicadores da AC, a saber: o teste da hipótese, que foi encontrado nas três primeiras frases, quando os estudantes relacionam os resultados daquele momento do experimento com as hipóteses levantadas na primeira etapa; o raciocínio lógico, que eles utilizam para interpretar o que estavam observando; e a explicação, que com exceção das sentenças 20 e 22, cada fala no diálogo explica aquele momento da experimentação.

Com relação ao padrão de argumentação, seguindo Sasseron & Carvalho (2011), na fala 16 o trio apresenta um dado ao detalhar o que acontece com a luz ao atravessar aquele tipo de lente. Já na fala 17, eles nos mostram uma constatação ao descrever como o feixe se comportou ao cruzar uma lente com superfície similar à que eles acreditam ser a lente de uma lupa.

No discurso 18 é questionado o fato de que o desenho que eles fizeram não era igual ao que eles estavam observando quando testaram a hipótese. Já as falas 19 a 21 detalham como eles responderam na primeira etapa, trazendo uma confirmação dos dados e concluindo o pensamento naquele momento.

Ao longo da atividade, o trio interagiu continuamente, e o próximo diálogo (quadro 9) ocorreu enquanto eles analisavam uma lente biconvexa e a comparavam com a hipótese da janela mencionada na primeira parte da atividade.

Quadro 9: Quarto diálogo analisado: ajustando o entendimento acerca da hipótese.

Fala	Transcrição	Indicadores da AC	TAP
23	D3: Quando ela entra, ela entra reta, quando ela bate aqui, ela bate de lado, mas quando ela bate aqui no canto, ela bate aqui e vai para lá. Entendeu?	Teste de hipótese Explicação	Dado
24	D1: Ah.	- - -	- - -
25	D3: Então, tem uma parede e aqui que não é a mesma distância dessa aqui. Aí essa parte daqui quando passa ela vem para cá porque ela bateu nessa parede, aqui ela vai reta porque ela não bate em nenhuma parede	Teste de hipótese Explicação Raciocínio lógico	Dado
26	D1: Mas aqui é uma parede.	Teste de hipótese	Dado
27	D3: Mas ela vai reta porque a parede está reta.	Teste de hipótese Justificativa	Garantia

Fala	Transcrição	Indicadores da AC	TAP
23	D3: Quando ela entra, ela entra reta, quando ela bate aqui, ela bate de lado, mas quando ela bate aqui no canto, ela bate aqui e vai para lá. Entendeu?	Teste de hipótese Explicação	Dado
28	D1: Ah, tá. Dá para entender, quando ela bate na parede reta e não aqui oval, quando bate na parede reta ela sai reta, quando bate na com enchimento ela desvia.	Justificativa Previsão	Garantia
29	D3: E se tu pegar aqui e colocar para o lado ela vai mudando para lá.	Teste de hipóteses	Garantia
30	D2: Isso a gente tinha concluído com a reta, ela entra do mesmo jeito que ela sai. E na parte oval ela muda a direção dela.	Previsão	Conclusão

Na fala 23, ao analisar uma lente, D3 explica como a luz se comporta na presença desse obstáculo. Na 25, o mesmo aluno observa que a lente em questão tem duas espessuras diferentes e os feixes de luz se comportam de maneiras distintas ao atravessar o objeto. Ele relaciona esse resultado às diferentes espessuras da lente, explicando em detalhes o comportamento de cada parte do feixe. Nos registros 26 e 27, os demais alunos reforçam o que o colega explicou no diálogo anterior.

No discurso 28, D1 explica as previsões sobre como os feixes atravessam a lente de espessura diferente. No 29, D3 testa diversas maneiras de manusear o objeto e expõe os resultados obtidos. Na fala 30, D2 encerra o diálogo ao afirmar que a conclusão alcançada pelo trio em outro momento está sendo confirmada.

Durante as falas de 23 a 30, de acordo com Borges e Ustra (2020), podemos observar que o dado é inicialmente apresentado, seguido por um trecho em que as frases reforçam a certeza do dado exposto, e, por fim, uma última fala que conclui a ideia exposta. Essas intervenções indicam cinco elementos da AC.

Na fala 25, D3 testou as hipóteses levantadas pelo grupo na atividade anterior, utilizando um raciocínio lógico ao explicar suas observações. Já na fala 28, o aluno D1 faz uma previsão ao descrever suas constatações da atividade, o que justifica o que foi mencionado na fala 25 durante o diálogo.

6. CONCLUSÕES

Durante as análises das transcrições das gravações, identificamos que os estudantes estavam engajados ao longo de toda a atividade prática, o que proporcionou à autora principal um melhor entendimento da utilização do EI. Os autores citados ao longo deste trabalho (Almeida & Sasseron, 2013; Carvalho, 2014; Sasseron, 2015), apontam que o EI oportuniza a reflexão e a sociabilidade aos discentes, de forma a propiciá-los a construção da criticidade no processo de formação de sua cidadania.

Verificamos que a aplicação da atividade experimental baseada no EI pode ter contribuído com o processo da AC. Ao considerarmos a compreensão do que destaca Oliveira (2013, p. 109) quanto à formação do cidadão, em que “o que se deseja é que o cidadão tenha noções suficientes de como funciona o mundo e os paradigmas científicos, de modo a se situar de forma consciente nos debates polêmicos em torno”, temos o entendimento de que esse trabalho é uma parte ínfima de um todo dentro do que se espera da formação cidadã no tocante à alfabetização científica.

Os resultados parecem ter evidenciado a existência dos indicadores da AC e do padrão de argumentos de acordo com Toulmin, o que ocorreu, por exemplo, através da identificação do uso do raciocínio lógico quando um dos grupos apontou como os raios de luz chegam até a lente. Durante a conversa, os seus integrantes levantam uma hipótese sobre a diferença entre a superfície da lupa e de um objeto transparente reto, o que levou o grupo a uma justificativa para o comportamento do raio ao atravessar a lupa e à explicação de como resultaria tal hipótese.

No decorrer desse diálogo podemos identificar três componentes do padrão de Toulmin, que são: dado, quando o estudante levanta a hipótese; garantia, quando ele explica como ocorre a situação ilustrada; e conclusão, pois ele fecha o pensamento acerca da alegação, ou seja, um argumento completo sobre um assunto. As transcrições nos trouxeram outros momentos de diálogos em que havia indicadores de AC e de argumentos no padrão Toulmin, o que nos permite considerar que esta prática investigativa contribuiu para o processo de AC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, A., & Sasseron, L. (2013). As ideias balizadoras necessárias ao professor ao planejar e avaliar a aplicação de uma sequência de ensino investigativo. *In: Congreso Internacional Sobre Investigación En Didáctica De Las Ciencias, IX, Girona. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Bellaterra, 2013, n.º Extra, p. 1188-1192. Acesso em 29 jul., 2022, <<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/307073>>.
- Cruz, E. R. (2023). *Experimentação sobre refração da luz no ensino médio: uma análise de indicadores da alfabetização científica*. Trabalho de Conclusão de Curso. Licenciatura em Física. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro. Nilópolis.
- Borges, J. R. A., & Ustra, S. R. V. (2020). Análise de práticas argumentativas através do padrão de Toulmin (TAP) no desenvolvimento de projetos nas aulas de Física. *Revista Vivências*, v. 17, n. 32, p. 129-147. Acesso em 23 dez., 2022, <<https://doi.org/10.31512/vivencias.v17i32.350>>.
- Brasil (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação. Brasília.
- Carvalho, A. M. P. (2014). O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. *In: Carvalho, A. M. P. et al (org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula* (p. 1-20). 1 ed. São Paulo: Cengage Learning Edições Ltda.
- Carvalho, A. M. P. (2018). Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765-794. Acesso em 18 jul., 2022, <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852>>.
- Freitas, F. A. M. et al. (2020). *Avaliação de Uma proposta para o Ensino do Conceito de Luz no Ensino Médio*. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência*, 72ª, Natal - RN. Acesso em 08 nov., 2022, <https://reunioes.sbpnet.org.br/natal/inscitos/resumos/1643_198c1bf0f3fb817293a432f6e72b71de.pdf>.

- Martins, T. G. G.; Ribeiro, E. E.H. & Ayres, A. dos S. (2017). *A alfabetização Científica a partir da experimentação no ensino de lentes esféricas: possibilidades e limitações*. In: Encontro De Pesquisa Em Educação em Ciências, XI, 2017, Florianópolis - SC. Anais do XI Encontro De Pesquisa Em Educação em Ciências. Rio de Janeiro - RJ: ABRAPEC. Acesso em 08 nov., 2022 <[https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/busca.htm?query=A+alfabetiza%E7%E3o+Cient%EDfica+](https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais/busca.htm?query=A+alfabetiza%E7%E3o+Cient%EDfica+>)>.
- Mourão, M. F., & Sales, G.L. (2018). O uso do Ensino por Investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física. *Revista Experiência em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5. Acesso em 30 set., 2022, <<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/113>>
- Oliveira, C. I. C. (2013). A Educação Científica como elemento de desenvolvimento humano: uma perspectiva de construção discursiva. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 105-122. Acesso em 15 nov., 2022. <<https://doi.org/10.1590/1983-21172013150207>>
- Proetti, S. (2017). As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: um estudo comparativo e objetivo. *Revista Lumen*, São Paulo, v. 2, n. 4. Acesso em 04 dez., 2022, <<http://www.periodicos.unifai.edu.br/index.php/lumen/article/view/60>>.
- Santos, D. O., & Campos, J. G. (2018). Óptica Geométrica Sob A Luz De Atividades Investigativas No Ensino Fundamental. *Revista Experiências em Ensino de Ciências*, v.13, n. 4, p. 213-225. Acesso em 15 nov., 2022, <https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID514/v13_n4_a2018.pdf>.
- Sasseron, L. H. (2014). Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: Carvalho, A. M. P. de et al (org.). *Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. Editora: Cengage Learning Edições Ltda, p. 41-62.
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da Natureza e escola. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67. Acesso em 21 jul., 2022, <<https://www.scielo.br/j/epc/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTMcq/abstract/?lang=pt>>.
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2008). Almejando a Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 3, p. 333-352. Acesso em 15 nov., 2022, <<https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445>>
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. *Ciência e Educação*, v. 17, n. 1, p. 97-114. Acesso em 23 dez., 2022, <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>>.
- Silva, V. R., & Lorenzetti, L. (2020). A alfabetização científica nos anos iniciais: os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. *Educação e Pesquisa*. São Paulo, v. 46, n. e222995, p. 1-21. Acesso em 07 nov., 2022, <<https://doi.org/10.1590/S1678-4634202046222995>>.