

NÍVEIS CONCEITUAIS A PARTIR DAS REPRESENTAÇÕES IMAGÉTICAS: UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA NO ENSINO DE FÍSICA

Me. Álex de Carvalho Ferreira  0000-0002-4618-164X
Universidade Estadual de Londrina

RESUMO: Este artigo apresenta uma análise das representações imagéticas dos alunos em uma atividade experimental investigativa de Física, com o objetivo de identificar os níveis conceituais sobre Blindagem Eletrostática. Conduzido por uma abordagem qualitativa, as ações pedagógicas que se seguiram no decorrer da pesquisa foram planejadas nos moldes da abordagem experimental investigativa, estimulando a curiosidade dos alunos e a sua participação ativa na construção do conhecimento científico. Baseado na semiologia peirceana, utilizou-se os níveis conceituais semióticos de Santaella (2018) - qualitativo-icônico, singular-indicativo e convencional-simbólico - para análise dos desenhos produzidos. Os resultados indicam que a combinação do desenho e da abordagem experimental investigativa foi crucial para a compreensão do fenômeno de blindagem eletrostática e para a aprendizagem do conceito pelos alunos. A representação imagética mostrou-se um componente essencial para concluir a pesquisa. No entanto, é relevante destacar que os modos de representação verbal e escrita também.

PALAVRAS-CHAVE: Abordagem investigativa; Nível conceitual; Representação imagética.

CONCEPTUAL LEVELS FROM IMAGERY REPRESENTATIONS: AN INVESTIGATIVE EXPERIMENTAL ACTIVITY IN THE TEACHING OF PHYSICS

ABSTRACT: This article presents an analysis of the students' imagistic representations in an investigative experimental activity in Physics, with the aim of identifying the conceptual levels regarding Electrostatic Shielding. Conducted through a qualitative approach (BOGDAN; BIKLEN, 1982), the pedagogical actions that followed throughout the research were planned in the form of an investigative experimental approach, encouraging students' curiosity and active participation in the construction of scientific knowledge. Based on Peircean semiology, Santaella's (2018) semiotic conceptual levels, including qualitative-iconic, singular-indicative, and conventional-symbolic, were used for the analysis of the produced drawings. The results indicate that the combination of drawing and investigative experimental approach was crucial for the understanding of the phenomenon of electrostatic shielding and for the students' learning of the concept. The imagistic representation proved to be an essential component to conclude the research. However, it is relevant to emphasize that verbal and written representation modes also influenced the instruction as a whole.

KEYWORDS: Investigative approach; Conceptual level; Imagetic representation.



1 INTRODUÇÃO

A linguagem e a produção de sentido são elementos presentes em todas as atividades culturais e práticas sociais humanas, incluindo a interação entre o homem e as máquinas na programação de computadores, na qual os comandos são representados e executados pelos processadores. Para Eco (2014, p. 154), “é difícil conceber um universo em que seres humanos se comuniquem [...] limitando-se a gesticular, mostrar objetos, emitir sons informes, dançar”. A predominância das linguagens oral e escrita na transmissão de conhecimento é uma construção histórica, e outras linguagens, como as imagens, também são importantes na construção de significados. Portanto, é relevante debater o potencial das imagens na edificação de significados e na sua "negociação" (Klein; Laburú, 2002). Na área de pesquisa em Educação e Ensino de Ciências, discute-se a potencialidade das linguagens não-verbais, como os desenhos, na construção do conhecimento científico em sala de aula (Waldrip; Prain; Carolan, 2010; Franzoni; Laburú; Barros; Silva, 2011).

Associado ao mencionado, trazemos uma abordagem metodológica experimental investigativa na atividade, com o propósito de potencializar os benefícios do uso de representações visuais, especialmente os desenhos, no ensino de Física. As atividades experimentais investigativas podem estimular a criatividade e a curiosidade dos alunos, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e prazeroso, ao mesmo tempo em que desenvolve habilidades e competências importantes, tais como a capacidade de observação, formulação de hipóteses, planejamento e execução de experimentos, análise de dados, comunicação científica, entre outras (Gil Perez; Castro, 1996; Carvalho, 2014; Zômpero; Gonçalves; Laburú, 2017).

A partir da perspectiva semiótica, este trabalho busca identificar os níveis conceituais sobre Blindagem Eletrostática por meio da análise das representações imagéticas produzidas por alunos em uma atividade experimental investigativa de



Física. Buscou-se responder a seguinte questão: quais os níveis de aprendizagem conceitual identificados nas representações imagéticas de estudantes do ensino médio em uma aula de Física? Para explorar a apropriação conceitual destas representações, este trabalho está apoiado na semiótica peirceana, que tem um papel fundamental nas pesquisas em Educação e Ensino de Ciências. Pois, fornece uma estrutura para analisar e compreender os complexos processos de linguagem e mediação envolvidos no ensino-aprendizagem (Santaella, 2018). A semiótica, como ciência que estuda os signos e as linguagens, pode ser aplicada à compreensão de diversos e distintos sistemas de linguagem, incluindo a linguagem científica utilizada na Física. A compreensão dos conceitos científicos não ocorre independentemente das suas representações (Gois; Giordan, 2007). Portanto, estudos semióticos sobre os signos presentes nos conhecimentos físicos e das interpretações realizadas pelos estudantes podem contribuir para processos de ensino e aprendizagem.

Os estudos de Lucena e Peticarrari (2020), utilizam a semiótica peirceana para analisar o potencial da associação de signos (semiose) em desenhos na construção do conceito de camuflagem. Segundo os autores, a análise semiótica se mostrou um recurso eficaz para discutir como a linguagem e os símbolos científicos são apropriados para analisar a aprendizagem conceitual dos aprendizes. Nesta pesquisa, os desenhos foram analisados segundo três níveis conceituais semióticos: qualitativo-icônico, singular-indicativo e convencional-simbólico (Santaella, 2018, p. 69). Os níveis conceituais ou pontos de vista mencionados são embasados na semiótica de Charles Sanders Peirce.

Diante dessas considerações, este estudo busca contribuir com o processo de aprendizagem dos conceitos científicos, especialmente no ensino da Eletrostática, por ser tratar de um conteúdo abstrato para o aluno, que não consegue ‘ver prótons, nêutrons e elétrons’ ou ainda ‘pegá-los’. A intenção em apresentar esse conteúdo seguindo o viés da abordagem investigativa juntamente com as múltiplas



representações, é superar a abstração e conduzir o aluno a aprendizagem conceitual da temática abordada.

2 DISCUSSÃO TEÓRICA

2.1 Abordagem investigativa experimental no Ensino de Ciências

No método de ensino denominado Ensino por Investigação, o aluno é visto como o principal agente e participante ativo do processo de aprendizagem, sendo responsável por desenvolver habilidades como argumentação, elaboração de estratégias, comunicação e representação (verbal, escrita ou gestual) dos conhecimentos adquiridos por meio da investigação (Zômpero; Gonçalves; Laburú, 2017). Dessa forma, algumas características são destacadas em relação a uma prática investigativa:

A necessidade de um problema a ser investigado; o engajamento dos alunos para realizar as atividades; o levantamento de hipóteses, nas quais é possível identificar os conhecimentos prévios dos estudantes; a busca por informações, tanto dos experimentos, como pela bibliografia que possa ser consultada pelos alunos para ajudá-los na resolução do problema proposto na atividade; a elaboração da conclusão da atividade, momento em que há sistematização do conhecimento pelos estudantes e a comunicação dos estudos feitos pelos alunos para os demais colegas de sala, refletindo, assim, um momento de grande importância na comunicação do conhecimento, tal como ocorre na ciência (Zômpero; Gonçalves; Laburú, 2017, p. 245).

Para que uma atividade seja considerada uma investigação, o aluno não deve se limitar apenas a manipular ou observar dados. É necessário que a atividade apresente características semelhantes às de um trabalho científico, permitindo que o aluno tenha uma experiência próxima às práticas científicas realizadas por pesquisadores (Galvão; Assis, 2019). Em outras palavras, o aluno deve refletir sobre os dados obtidos, discuti-los, explicá-los e relatá-los de forma a atribuir ao seu trabalho as características de uma investigação científica.



A experimentação é uma ferramenta que leva os alunos a confrontarem suas observações e testes com seus pré-conceitos e senso comum, permitindo a introdução de conceitos científicos. Na presente pesquisa, adotamos o termo Atividade Experimental Investigativa. As atividades experimentais dentro do ensino por investigação são utilizadas para estimular a reflexão crítica e a análise dos alunos diante de problemas reais, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades investigativas e científicas.

Galvão e Assis (2019), em sua pesquisa, buscaram verificar se o uso de uma atividade experimental investigativa no ensino de Física contribuiu para o desenvolvimento de habilidades cognitivas pelos alunos. De acordo com os resultados apresentados pelas autoras, a atividade experimental com abordagem investigativa promoveu maior engajamento dos alunos durante a prática, o que possibilitou o aprimoramento e o desenvolvimento de habilidades cognitivas por parte deles.

O propósito das atividades experimentais, conforme alerta Oliveira (2012), vai ao encontro do que foi proposto neste trabalho.

[...] aquelas atividades que envolvem os estudantes na busca por respostas, na resolução de um problema ou na exploração de um fenômeno, similarmente ao trabalho científico - ou seja, atividades que se caracterizam por combinar processos, conceitos e procedimentos na resolução de um problema - e que são orientadas por um guia cujo formato permite certo grau de liberdade aos aprendizes para a sua realização (Oliveira, 2012, p. 29).

Assim, ressaltamos que relacionar atividade experimental no ensino de Física a uma abordagem investigativa torna-se “[...] favorável à efetiva participação dos alunos no processo de ensino e de aprendizagem do conceito científico abordado, condição essencial para a manifestação de habilidades cognitivas [...]” (Galvão; Assis, 2019, p. 24).

Conforme discutido neste segmento, a abordagem investigativa implica na apresentação ou exposição dos resultados obtidos após a investigação. Em termos semióticos, essa exposição, que normalmente ocorre por meio da comunicação verbal, representa apenas uma das formas de representação utilizadas pelos alunos. Contudo, esta pesquisa enfatiza o uso de representações imagéticas ou desenhos



produzidos pelos alunos. De acordo com Waldrip, Prain e Carolan (2010), um número crescente de estudos sob a perspectiva semiótica tem investigado as múltiplas formas de representação empregadas no processo de construção do conhecimento no contexto do ensino de Ciências. Nesse contexto, o desenho é considerado uma das formas de representação mais relevantes.

2.2 Apropriação de conceitos

Para a compreensão da análise dos dados e produção dos resultados, este trabalho apresenta as principais definições de conceitos com base nas obras de Vygotsky, "A Construção do Pensamento e da Linguagem", e de Ausubel, "Aquisição e Retenção de Conhecimentos", referentes à construção de conceitos.

De acordo com a teoria de Ausubel, a aprendizagem significativa é um processo que ocorre quando uma nova informação é relacionada a um conhecimento prévio específico, chamado de subsunçor, presente na estrutura cognitiva do indivíduo. Segundo o autor, as informações são armazenadas em uma hierarquia conceitual, na qual os conceitos são dependentes uns dos outros e se relacionam com aspectos relevantes da estrutura de conhecimento do indivíduo (Ausubel, 2000). Ou seja, Ausubel propõe que a aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação faz sentido para o aluno, pois é conectada a um conhecimento prévio já existente em sua mente. Isso é importante para que o aluno possa reter e aplicar o novo conhecimento de forma efetiva. O autor destaca a importância da organização hierárquica dos conceitos, que ajuda a estabelecer relações entre eles e a estruturar o conhecimento de forma mais sólida.

Esse processo descritivo é dinâmico e contínuo, permitindo que o aluno construa e reconstrua seu conhecimento à medida que novas informações são assimiladas. Isso não apenas expande o conceito subsequente, mas também fortalece a estrutura cognitiva existente do aluno. Além disso, essa interação dos subsunçores com novas informações facilita a aprendizagem significativa, pois



permite que o aluno relacione novos conhecimentos com os já existentes, promovendo uma compreensão mais profunda do conteúdo. Portanto, é essencial que os educadores reconheçam e utilizem esse processo em suas práticas pedagógicas para melhorar a eficácia do ensino e da aprendizagem.

De acordo com Ausubel (2000), o conceito é definido como objetos, fenômenos ou situações que possuem características similares e são representados pelo mesmo signo ou símbolo. Os conceitos armazenados na estrutura cognitiva do aluno são cruciais para a criação de proposições significativas e para a solução de problemas, tanto dentro como fora do ambiente escolar. Os conceitos, representados por imagens no início do processo cognitivo, servirão de ancoragem dos subsunçores presentes na formação de novos constructos referentes a novas informações.

Para Vygotsky (2001, p. 246), o conceito é “[...] um ato real e complexo de pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização [...]”. O professor deve estar atento para evitar a simples memorização de informações sem conexão com o contexto, conhecida como aprendizagem mecânica. Nessas situações, o aluno pode saber o significado da palavra, mas não compreender o conceito ou sua aplicação. Para aprender um novo conceito, o aluno passa por um processo psicológico complexo em que entende a palavra, sua aplicação e contexto. Quando a palavra e o conceito se combinam, ocorre o que Vygotsky (2001) chama de elo conclusivo, resultando em uma compreensão mais significativa do conceito.

Essa relação sobre o ensino de apropriação do saber científico é esclarecida por Giordan e Vecchi (1996), que destacam os conhecimentos prévios como fundamentais para construção de novos conhecimentos. Quando o aluno é confrontado com um problema científico, ocorre um processo que envolve vários elementos, como ideias, raciocínio, sistemas de decodificação da situação, sistemas simbólicos e associações com o conhecimento prévio. Esses elementos coordenados internamente pelo aluno o levam a uma resposta que explica o problema (Giordan; Vecchi, 1996).



A partir do momento em que esses elementos são traduzidos na forma de um novo conjunto de elementos, mais complexos e com linguagem científica, é dito que o aluno construiu uma rede semântica e, nesses casos, há o conceito (Giordan, Vecchi, 1996). Assim, a concepção pode ser compreendida como uma atividade de construção mental da realidade. Esse entendimento está em consonância com o conceito de 'elo conclusivo' de Vygotsky, pois indica uma interiorização e contextualização do conceito.

A partir dessas definições, ressalto que a abordagem investigativa, se alinha perfeitamente com a teoria de Vygotsky e a teoria das representações semióticas. A abordagem investigativa incentiva os alunos a explorar, questionar e descobrir novos conceitos por si mesmos, o que está em sintonia com a ideia vygotskiana de construção ativa do conhecimento. Além disso, a abordagem investigativa também enfatiza a importância do contexto social e cultural na aprendizagem, um aspecto central da teoria de Vygotsky. Os alunos são incentivados a colaborar e a aprender uns com os outros, o que facilita a internalização dos conceitos.

A abordagem investigativa, assim como a teoria das representações semióticas, reconhece a importância das representações na aprendizagem. Os alunos são incentivados a usar várias representações, como imagens, diagramas e modelos, para entender e comunicar conceitos. Isso não apenas ajuda na construção de redes semânticas, mas também facilita a interiorização e contextualização do conceito, conforme descrito por Vygotsky.

Portanto, a abordagem investigativa, a teoria das representações semióticas e a teoria de Vygotsky se complementam e se reforçam mutuamente, proporcionando uma estrutura robusta para a aprendizagem efetiva.



2.3 Múltiplas Representações: enfoque na Representação imagética

O ensino que se baseia em múltiplas representações é coerente com a natureza do discurso científico, uma vez que a menção às múltiplas representações remete à integração desse discurso em práticas que representam um mesmo conceito por meio de diversas formas distintas (Tytler; Prain; Peterson, 2007). Em outras palavras, o uso de múltiplas representações desenvolve efeitos mais apurados da semiose, que se refletem em aprendizagem mais aprimorada quando se aprovisiona o ensino com combinações, integrações e transformações em diferenciadas representações.

Dessa forma, destaca-se a importância de utilizar múltiplas representações durante o processo de ensino, evitando que os alunos sejam dependentes de modos específicos de representação ao desenvolver e compreender conceitos científicos. Neste estudo, concentramos nossa atenção no campo das múltiplas representações, especificamente na análise das representações imagéticas dos alunos.

A partir das reflexões anteriores, percebe-se que a aprendizagem de Ciências requer o uso de diferentes meios de comunicação em conjunto, onde a criação de novos significados envolve o uso de vários sistemas de representação. Por conseguinte, aprender um conceito ou conteúdo de Física envolve, necessariamente, um desafio representacional. Ao elaborar uma representação imagética, a partir de uma atividade experimental investigativa, os alunos criam uma conexão entre signos para compartilhar significados, fazendo do signo uma parte central nesse processo. Assim, o signo é caracterizado como:

Uma coisa que representa uma outra coisa: seu objeto. Ele só pode funcionar como signo se carregar esse poder de representar, substituir uma outra coisa diferente dele. Ora, o signo não é o objeto. Ele apenas está no lugar do objeto. Portanto, ele só pode representar esse objeto de um certo modo e numa certa capacidade. Por exemplo: a palavra casa, a pintura de uma casa, o desenho de uma casa, a fotografia de uma casa, o esboço de uma casa, um filme de



uma casa, a planta baixa de uma casa, a maquete de uma casa [...]. Substituem-na, apenas, cada um deles de um certo modo que depende da natureza do próprio signo (Santaella, 2018, p. 12).

Logo, o signo é responsável por toda e qualquer utilização de sobreposição representativa imaterial e subjetiva, que inclui diferentes matrizes de constituição, como exemplificado pela autora. Com base nesse esclarecimento conceitual de signo, podemos direcionar nossa atenção para o significado, que é o conteúdo em si. Segundo Santaella (2018), o significado é a apreensão e associação daquilo que é representado. Em outras palavras, o significado é o conjunto de todos os possíveis sentidos que um signo pode ter. Os signos ou símbolos gerados pelos alunos emitem significados, que estão sujeitos ao interpretante (professor-pesquisador).

A aprendizagem de novos conceitos e das representações simbólicas não é um processo que se pode separar, já que não é possível cognitivamente dissociar a forma de representar os conceitos do que eles significam (Tytler; Prain; Peterson, 2007). A representação imagética do sujeito aprendiz possui esse sistema simbólico, que podem expressar níveis conceituais do conteúdo abordado.

Vygotsky (2001) enfatiza que os processos psicológicos individuais emergem de processos sociais e que os meios de mediação usados nesses processos psicológicos resultam do domínio e internalização de sistemas de signos sociais, especialmente a linguagem. Para o autor, as representações semióticas, como a linguagem, desempenham um papel crucial na formação da cognição humana, facilitando a construção ativa do conhecimento e a aprendizagem significativa. As representações imagéticas ou desenhos dos alunos são compostos por coerências e adequações que refletem as intenções, ideias e aprendizagens dos conceitos científicos. O desenho é uma ferramenta importante para revelar a compreensão real do aluno e organizar informações (Marinho, 2019, p. 24).

Uma pesquisa relevante para ser mencionada é a de Pacca *et al.* (2003), que utilizou dados coletados por quatro professoras de Física com seus alunos do Ensino Médio. O instrumento de coleta de dados utilizado na pesquisa consistiu basicamente



de duas questões sobre um tema específico, para as quais os alunos deveriam responder em forma de desenho. A análise realizada pelas autoras a partir dos desenhos coletados revelou as dificuldades dos alunos em compreender a estrutura dos materiais condutores (filamento, fios, elementos da pilha) e também para conceber o funcionamento interno da pilha que alimenta o circuito, apesar dos desenhos terem se mostrado ricos em caracterizar a concepção dos alunos nesse nível de ensino.

A participação do aluno em atividades experimentais investigativas que promovem seu engajamento e reflexão, aliadas a múltiplas formas de representação, pode impulsionar seu potencial. Para efetivar conceitos e processos científicos, é essencial a habilidade de transitar entre representações verbais, escritas e imagéticas de forma livre e coerente (Prain; Waldrup, 2006, p. 1844). Ao explicar verbalmente um problema proposto pelo professor e, posteriormente, transformar esse conhecimento em uma representação imagética, como realizado neste trabalho o aluno demonstra sua compreensão do conceito científico em questão.

Nesse contexto, é importante ressaltar que a transição entre as representações verbais, escritas e imagéticas não é apenas uma habilidade necessária, mas também um processo complexo que envolve a interpretação e a compreensão de signos. Esses signos podem assumir várias formas - icônicas, indexais e simbólicas - e cada um deles tem um papel único na representação de conceitos e processos científicos. Analisar os desenhos e as informações escritas produzidas pelos alunos, é essencialmente decodificar os signos que eles usaram para expressar sua compreensão do problema científico em questão. Isso permite obter *insights* valiosos sobre o pensamento dos alunos e a eficácia da estratégia de ensino.

Dito isso, é necessário dizer que as formas de conexão entre um signo e seu objeto são três: icônica (ícone), indexical (índice) e simbólica (símbolo). Um ícone é um signo que evoca ou sugere seu objeto por semelhança, "porque a qualidade que



ele exhibe se assemelha a outra qualidade" (Santaella, 2018, p. 17). Por exemplo, a cor azul celeste (ícone) sugere o céu azul ou os olhos claros de alguém (objetos) devido à qualidade da coloração e de sua nuance. Por outro lado, um índice tem o poder de indicar a existência concreta do objeto. A fumaça (índice) no horizonte indica fogo (objeto) em algum lugar, assim como uma fotografia (ícone) é uma indicação singular - pois possui seus próprios ângulos, luminosidades, jogos de cor e sombra - de uma paisagem (objeto). Em contraste, um símbolo representa um objeto geral ou uma lei (convenção), em vez de ser um signo singular como o ícone. As palavras, por exemplo, são símbolos, visto que representam "uma ideia abstrata, lei armazenada na programação linguística de nossos cérebros" (Santaella, 2018, p. 105).

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em duas aulas de Física, com doze alunos do terceiro ano do Ensino Médio de uma escola pública do Município de Itapetinga-Bahia, durante o ano letivo de 2019. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza descritiva, que conforme Bogdan e Biklen (1982) permite analisar e descrever as questões que são postas de modo à interpretação das situações e dos pontos de vista dos sujeitos.

Os participantes da pesquisa foram alunos voluntários que aceitaram participar por livre adesão. Para garantir a ética na pesquisa, foi fornecido um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido aos participantes. Com o objetivo de manter a privacidade e preservar a identidade dos sujeitos, os nomes foram substituídos pela letra "A" (aluno), seguida de um número atribuído pelo pesquisador. Este trabalho utilizou um recorte específico dos dados da pesquisa do curso de especialização em ensino Ciências para os anos finais do ensino fundamental, da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Para fins de análise, foram selecionadas e apresentadas três representações imagéticas produzidas pelos alunos.

A atividade proposta foi conduzida utilizando a abordagem investigativa, com o objetivo de facilitar a compreensão e a aprendizagem do conceito em estudo. Esta



abordagem investigativa foi implementada em várias etapas para garantir uma experiência de aprendizagem eficaz.

Primeiro, levou-se em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, pois, de acordo com Borges (2002), considerar os conhecimentos prévios dos alunos é uma prática didática essencial que reflete a escuta do professor e pode melhorar significativamente o processo de aprendizagem.

Em seguida, os alunos foram envolvidos em discussões ativas sobre as observações feitas e os significados construídos durante as aulas. Isso permite que os alunos reflitam sobre o que aprenderam, compartilhem suas ideias e esclareçam quaisquer mal-entendidos.

Posteriormente, foi apresentado a organização da atividade experimental investigativa em diferentes momentos. Isso proporciona aos alunos várias oportunidades para explorar o conceito, aplicar o que aprenderam e consolidar seu entendimento. Desse modo, utilizou-se a abordagem investigativa para estimular a investigação científica, com o uso do experimento como uma maneira de aguçar o olhar dos alunos para a investigação científica.

Para facilitar a compreensão da atividade realizada, ela foi organizada e descrita nas seguintes etapas:

Na etapa 1, no início da atividade, o professor-pesquisador iniciou com questionamentos simples para sondar os conhecimentos prévios dos alunos em relação ao conteúdo de eletrostática, tais como o entendimento sobre campo elétrico, magnético e potencial elétrico, e os processos de eletrização. Esse momento inicial teve como objetivo compreender a posição dos alunos frente ao tema, delimitando o ponto de partida acerca dos conhecimentos prévios para a construção do conhecimento almejado. Em seguida, foram apresentados e discutidos os conceitos de eletrostática, com ênfase nas perturbações eletromagnéticas. Essa fase teve como objetivo facilitar a aprendizagem e a compreensão do conceito em questão.



Na etapa 2, no decorrer da aula, foi proposta pelo professor-pesquisador uma atividade experimental, na qual os alunos foram desafiados a explicar por que a gaiola metálica é capaz de impedir a perturbação eletromagnética do pêndulo. Para cada aluno, foi dada uma lista com os materiais necessários para montar um simples pêndulo eletrostático: dois canudos de plástico sanfonados, papel higiênico, fita adesiva, tesoura, gaiola metálica, linha e isopor. A investigação do efeito de blindagem de perturbações eletromagnéticas, ou simulação da Gaiola de Faraday¹, foi realizada aproximando e afastando um canudo eletrizado do pêndulo, quando ele estava descoberto ou coberto com a gaiola metálica.

Na etapa 3, os alunos foram instruídos a montar um pêndulo eletrostático simples utilizando os materiais fornecidos e observar o comportamento do pêndulo quando um canudo eletrizado era aproximado e afastado, tanto com a gaiola metálica cobrindo-o quanto sem ela. Esse terceiro momento é caracterizado pela experimentação e observação dos fenômenos físicos. A realização do experimento permite que os alunos investiguem o problema proposto, através de tentativas, observações e hipóteses que justifiquem o fato da gaiola metálica impedir a perturbação eletromagnética do pêndulo.

Na etapa 4, houve uma discussão orientada pelo professor-pesquisador em que os alunos compartilharam suas explicações sobre o problema investigado. Em seguida, os alunos foram solicitados a fazer um desenho para explicar suas respostas ao problema. Os dados analisados nesta pesquisa consistem nos desenhos produzidos pelos alunos, bem como nas informações escritas presentes neles.

Esses desenhos e informações escritas podem ser analisados através das formas de conexão entre um signo e seu objeto, que são três: ícone, índice e símbolo da semiótica peirceana, que correspondem aos níveis conceituais - qualitativo-icônico, singular-indicativo e convencional-simbólico - que serão utilizados nas análises dos

¹ Gaiola de Faraday é o nome que se dá aos dispositivos que são usados para blindar componentes eletrônicos dos efeitos nocivos da corrente elétrica ou, ainda, da ação das ondas eletromagnéticas. Trata-se de uma superfície condutora, que pode ser feita com uma tela metálica.



desenhos, permitindo investigações sobre as relações entre o signo e o objeto, representado pelo conhecimento científico trazido pelos alunos em seus desenhos. As definições que fundamentam esses níveis, ou pontos de vista conforme Santaella (2018, p. 68-71), foram adaptados para este estudo e apresentados no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1: Níveis conceituais semióticos utilizados como ferramenta de análise

Nível qualitativo-icônico
Diz respeito ao que a imagem evoca a partir de suas formas. Os elementos que podem ser associados a esse ponto de vista, são os aspectos estruturais do canudo, gaiola metálica e pêndulo. Este nível está intrinsecamente associado às qualidades da imagem, em uma primeira impressão, desencadeando comparações por semelhanças, e à associação de ideias sobre a imagem. Ou seja, o que as imagens sugerem, desconsiderando qualquer contexto e levando em conta apenas as suas qualidades.
Nível singular-indicativo
A imagem é analisada em relação ao seu contexto e ao contexto da sua produção. Neste nível, refere-se as produções que enfatizam a interação entre os materiais, onde pode ser observada mediante a proximidade do canudo a gaiola metálica, seja por uma seta, ou pela posição do canudo em relação à gaiola no espaço desenhado; campo elétrico nulo por escrito ou utilização de fórmulas. Ou seja, este nível corresponde a como o aluno indica, por meio das interações dos materiais na imagem, o fenômeno ou conceito físico abordado.
Nível convencional-simbólico
Analisa-se o poder representativo da imagem, ou seja, o que ela representa, quais foram os símbolos utilizados nesta representação, o uso de convenções representacionais, como por exemplo, o sinal negativo para referir-se aos elétrons, o positivo para os prótons, fórmulas etc. Neste nível, os símbolos e as representações dos modelos científicos que foram apropriados para a construção da imagem.

Fonte: O autor (2021).

Como discutido no tópico anterior, quando o aluno utiliza signos de maneira complexa e com linguagem científica, sendo expresso corretamente em situações similares, há apropriação do conceito investigado. A partir dessa discussão, propõe-se que a análise semiótica peirceana seja um caminho elucidativo de parte do processo de significação de alunos sobre o conteúdo de blindagem eletrostática, utilizando a representação imagética.

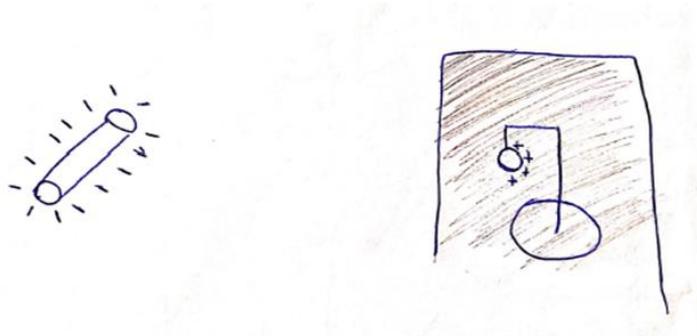


4 ANÁLISE E REFLEXÃO DAS REPRESENTAÇÕES IMAGÉTICAS

Após concluir a atividade experimental, foi proposto aos alunos um exercício de representação visual. Eles foram instruídos a criar um desenho que ilustrasse o processo de blindagem eletrostática observado durante o experimento. Para complementar suas representações visuais, os alunos tiveram a liberdade de incorporar elementos de linguagem escrita em seus desenhos. Isso poderia incluir anotações, legendas ou explicações escritas que ajudassem a esclarecer o que estava sendo representado. Foi concedido um período de 30 minutos para os alunos completarem essa tarefa, permitindo-lhes tempo suficiente para refletir sobre o experimento e expressar suas compreensões de maneira criativa e detalhada.

A organização das análises das representações foi feita de acordo com a sequência em que os alunos concluíram seus desenhos. Com o intuito de tornar a análise mais clara, criamos um quadro que destaca os níveis conceituais presentes em cada produção. Começaremos a análise pela Figura 1.

Figura 1: Representação do aluno A1.



Fonte: Dados da pesquisa

Como pode ser observado em sua produção, o aluno A1 desenhou o canudo a gaiola metálica, assim como o pêndulo no interior da mesma, porém, não foi identificado nenhuma representação adicional como o uso de palavras em sua



produção. É sinalizado a eletrização do canudo que está correta, porém, é observado a presença de cargas elétricas na esfera do pêndulo, ou seja, no interior da gaiola metálica, o que é considerado um equívoco, pois a distribuição das cargas ocorre na superfície externa da gaiola. A eletrização do canudo é a única correta. Fica nítido, através da representação, que o A1 não conseguiu obter uma resposta satisfatória ao problema proposto na aula, uma vez que o desenho não está coerente com os princípios científicos discutidos durante a aula.

Podemos descrever a imagem como uma evocação da experimentação realizada em sala de aula, em que as formas e estrutura dos elementos representados são semelhantes ao objeto em questão. Dessa forma, podemos concluir que o estudante A1 alcançou o nível qualitativo-icônico na representação. No entanto, ao analisar o contexto da produção, nível singular-indicativo, percebe-se que não há indicação de interação entre os signos representados pelo aluno, o que sugere que há uma dificuldade conceitual. Por fim, é importante ressaltar que o uso de convenções representacionais, como o sinal negativo para referir-se aos elétrons e o positivo para os prótons, indica o nível convencional-simbólico presente na imagem.

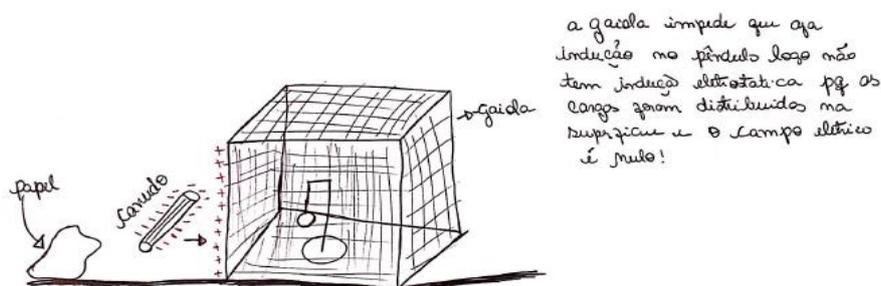
O A1 apresenta em sua produção elementos que remetem tanto ao nível qualitativo-icônico quanto ao convencional-simbólico. É possível identificar a semelhança entre as formas representadas e o aparato experimental utilizado na aula, o que caracteriza o nível qualitativo-icônico. Além disso, o aluno utilizou convenções representacionais ao atribuir o sinal negativo ao canudo e o sinal positivo ao pêndulo, indicando a presença de cargas elétricas opostas. Essas convenções representacionais são características do nível convencional-simbólico. A representação evidencia uma compreensão parcial do conceito abordado na aula, uma vez que não há indicação de interação entre as cargas elétricas representadas. Dessa forma, outras estratégias de representação e atividades de aprendizagem podem ser adotadas para uma compreensão mais completa do conceito abordado pelos alunos.



Os elementos evidenciados no desenho do A1, o canudo, a gaiola metálica, o pêndulo e as cargas elétricas e seus sinais convencionais, indicam que o aluno ainda pode estar no processo de construção do conceito/fenômeno abordado, ou seja, ainda está aprendendo. Uma observação importante é que o aluno manifestou durante as aulas ter dificuldade com o conteúdo de eletrostática, em particular com os processos de eletrização. Isso pode ter afetado sua compreensão do conceito apresentado neste trabalho, uma vez que esta parte do conteúdo está intimamente ligada ao procedimento experimental. No entanto, é crucial destacar que as representações não só servem como um meio para esclarecer os conceitos aos alunos, mas também fornecem um *feedback* valioso para o professor sobre as dificuldades conceituais, permitindo-lhe desenvolver meios eficazes de superar essas dificuldades (Frazoni; Laburú; Silva, 2011). A representação da Figura 1 pode ser explorada para abordar as falhas semióticas do aluno e discutir as verdadeiras dificuldades conceituais a fim de promover uma compreensão completa do conteúdo.

A Figura 2, mostra a representação elaborada pelo aluno A2, que desenhou o canudo, a gaiola metálica, o pêndulo e o papel que foi utilizado no processo de eletrização do canudo, utilizou setas e o uso de uma representação textual. Com base no conhecimento físico da temática eletrostática, a produção do A2, representa uma interação de signos que vão de encontro ao conceito científico discutido.

Figura 2: Representação do aluno A2



Fonte: Dados da pesquisa.



Os níveis qualitativo-icônico e convencional-simbólico foram atingidos pelo aluno A2. Isso ocorreu devido às características estruturais que ele atribuiu ao canudo e à gaiola metálica, bem como às cargas elétricas e sinais de convenção representacional presentes na imagem. Além disso, ele utilizou setas para relacionar palavras com os instrumentos representados, o que demonstra uma preocupação com a organização e a clareza da informação na representação.

É possível inferir que A2 também alcançou o nível singular-indicativo, pois foi capaz de representar a interação entre as cargas elétricas presentes no experimento, como pode ser visto pelas setas que indicam o fluxo das cargas. Ainda, o aluno utilizou uma representação textual para complementar a sua representação imagética, o que evidencia um esforço em explicar de forma mais completa o que está sendo representado. A presença de argumentos corretos no texto reforça que o aluno compreendeu o conceito de blindagem eletrostática e foi capaz de aplicá-lo na resolução do problema proposto.

A seta próxima ao canudo e a gaiola possui um sentido diferente das demais, pois evoca o sentido de aproximação do canudo, logo, houve uma interação entre os materiais basilares do experimento. Em sua produção, há a explicação textual correta sobre o problema proposto, quando diz que “não tem indução eletrostática no pêndulo pq as cargas foram distribuídas na superfície e o campo elétrico é nulo!”. A produção do aluno atingiu os três níveis de significação, indicando uma compreensão mais aprofundada do conceito em questão.

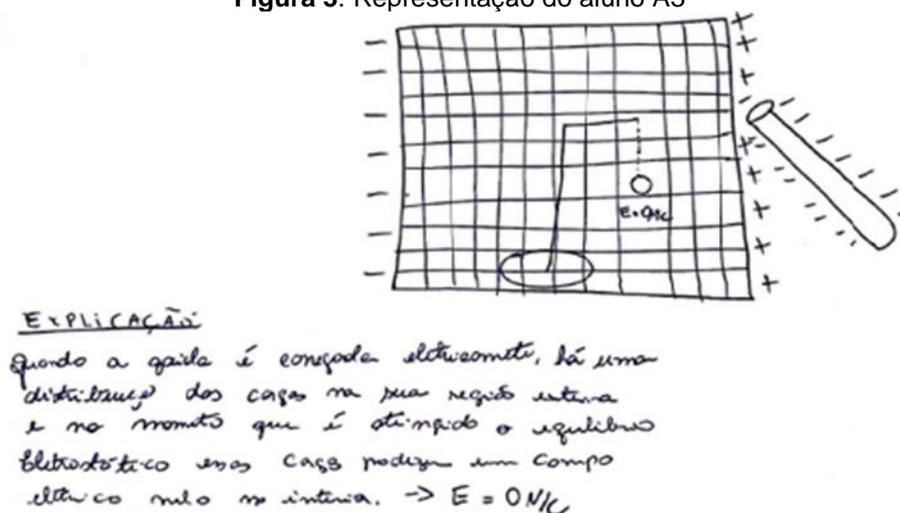
O desenho produzido pelo aluno A2 evidencia uma apropriação bem-sucedida do conceito abordado em sala de aula. A representação inclui indicações de interação entre os materiais, com o uso adequado de setas e a proximidade correta dos materiais, o que é importante para a distribuição das cargas elétricas nas superfícies da gaiola e do canudo. Ademais, a representação inclui tanto elementos imagéticos quanto textuais que respondem adequadamente à questão de por que a gaiola metálica impede perturbações eletromagnéticas no pêndulo.



A aprendizagem de conceitos não pode ser dissociada do processo de aprendizagem de como representá-los e do seu significado. A compreensão conceitual é fortalecida quando o estudante aprende a reconhecer os diferentes aspectos e implicações de uma mesma ideia, por meio de diversas formas de representação (Tytler; Prain; Peterson, 2007). No caso do aluno A2, sua produção inclui duas modalidades representacionais que contribuem para a aprendizagem. De acordo com Laburú, Barros e Silva (2011), a relação entre diferentes formas de representação adequadas do ponto de vista científico dialoga e fornece suporte para afirmar que o aluno alcançou uma aprendizagem efetiva dos conceitos científicos propostos pela atividade.

A Figura 3 retrata a produção do aluno A3, que representa o canudo, a gaiola metálica e o pêndulo em seu interior. Um aspecto destacável dessa representação é a inclusão da fórmula científica do campo elétrico com resultado nulo, dentro da gaiola. Além disso, há uma explicação textual que também utiliza fórmulas. A presença desses elementos indica que o aluno A3 compreendeu bem o conceito discutido, conforme argumentado por Tytler, Prain e Peterson (2007).

Figura 3: Representação do aluno A3



Fonte: Dados da pesquisa.



A estrutura dos materiais basilares do experimento como canudo, gaiola e pêndulo aparecem em sua produção, evidenciando a presença no nível qualitativo-icônico, bem como o uso de convenções representacionais identificadas pelos sinais das cargas elétricas presentes nos materiais e, também na descrição da fórmula científica do campo elétrico e unidade de medida, atingindo o nível convencional-simbólico. Apesar de não haver o uso de setas ou palavras para identificar os materiais, considera-se que a proximidade entre o canudo e a gaiola, e o adequado uso dos sinais das cargas elétricas, é suficiente para entendermos que houve uma interação entre os materiais basilares, alcançando o nível singular-indicativo. O sistema de ligação entre os signos gerados pelo estudante A3 transmite de forma clara o significado de interação entre os materiais.

A produção do aluno A3 indica uma compreensão do problema proposto em sala de aula. O equilíbrio eletrostático no interior da gaiola, onde o campo elétrico é nulo, é evidenciado pela representação correta das cargas elétricas no canudo e na superfície externa da gaiola. Além disso, a representação textual complementa essa compreensão, explicando de forma mais detalhada que, “no momento em que é atingido o equilíbrio eletrostático, as cargas produzem um campo elétrico nulo no interior da gaiola”.

Conforme apontado por Laburú, Barros e Silva (2011, p. 474), “[...] as diferentes representações dos conceitos e dos processos da ciência chegam a alcançar sucesso somente quando se é capaz de traduzir coordenadamente uma representação para outra, bem como empregá-las em um discurso integrado”. A produção aqui analisada, mostra a presença de duas formas representacionais diferentes, deixando claro que o aluno conseguiu responder o problema proposto, indicando, ainda, a presença dos três níveis de significação.

De forma geral, foi observado que os desenhos dos canudos e gaiolas metálicas apresentados pelos alunos possuem características que os identificam como tais, como o comprimento, ondulação e formato quadrado e quadrilhado,



independente das variações individuais. Essas similaridades observadas estão de acordo com a teoria de construção cultural de signos proposta por Vygotsky (2001). Além disso, foi possível identificar que esses signos foram compreendidos pelos estudantes sem a necessidade de uma tradução explícita, indicando que o canal de comunicação estabelecido foi efetivo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da experiência discutida, buscou-se identificar os níveis conceituais sobre Blindagem Eletrostática por meio da análise das representações imagéticas produzidas por alunos em uma atividade experimental investigativa de Física. A pesquisa revelou a presença de dois níveis conceituais predominantes, sendo o qualitativo-icônico e o convencional-simbólico presente em todas as produções dos alunos, e o singular-indicativo presente em duas produções.

As produções dos estudantes A2 e A3 foram consideradas satisfatórias, ou seja, atendem aos critérios científicos da física, demonstrando uma compreensão adequada do fenômeno, enquanto a produção do aluno A1 apresentou um equívoco na posição das cargas elétricas no pêndulo. Isso sugere que, embora a atividade experimental investigativa possa promover a aprendizagem autônoma e o desenvolvimento de habilidades cognitivas, nem sempre esses objetivos são alcançados em sua totalidade.

O processo de ensino e aprendizagem envolve vários eventos simultâneos e pode levar a falhas de comunicação. Portanto, é importante permitir que os modos de comunicação já utilizados sejam repetidos, revisados, corrigidos, aprofundados, integrados e coordenados com outros modos.

Os alunos conseguiram alcançar o nível qualitativo-icônico, que é mais superficial e simples, e a maioria deles também alcançou o nível singular-indicativo, que requer processos cognitivos mais complexos. Isso indica que a abordagem



experimental investigativa, combinada com o uso de múltiplas representações, contribuiu para o processo de construção do conceito.

De acordo com a definição de conceito apresentada nesta pesquisa, um conceito é um conjunto de objetos e situações que são associados por meio de um processo complexo de pensamento e contextualização. Na atividade de blindagem eletrostática, os elementos desenhados pelos estudantes foram traduzidos em uma nova rede semântica mais complexa e com uma linguagem científica.

A produção do aluno A1, no entanto, demonstrou uma compreensão fraca do conceito de blindagem eletrostática, indicando que esse aluno ainda está em processo de formação conceitual. Os alunos A2 e A3 estão atualmente em um estágio de assimilação conceitual, estabelecendo novas conexões com o conceito que já foi apropriado. É crucial destacar que a formação e apropriação de conceitos estão intrinsecamente ligadas às suas produções semióticas, conforme evidenciado pela habilidade dos alunos em demonstrar o nível conceitual em suas representações. A estratégia de utilizar múltiplas representações para a aprendizagem reforça ainda mais esse argumento.

Esta pesquisa apresenta resultados encorajadores em relação ao engajamento ativo dos alunos no desenvolvimento de práticas associadas à cultura científica, contribuindo para a área de Ensino de Ciências, especialmente na Física. Além disso, espera-se que este estudo possa inspirar futuras investigações que empreguem atividades simples, com abordagem investigativa e uso de múltiplas representações.

A abordagem experimental investigativa e a análise semiótica das representações imagéticas dos alunos oferecem um terreno fértil para futuras investigações. Isso inclui a exploração mais aprofundada de como diferentes alunos interpretam e representam conceitos científicos complexos e como essas representações evoluem ao longo do tempo. Seria útil investigar estratégias pedagógicas que possam ajudar os alunos a evitar ou corrigir equívocos conceituais.



Do ponto de vista educacional, essas descobertas têm implicações significativas. Elas reforçam a importância de utilizar múltiplas formas de representação no ensino de ciências e destacam o valor da abordagem investigativa para promover a aprendizagem ativa e aprofundada. Além disso, sugerem que os educadores precisam estar atentos às possíveis falhas de comunicação que podem ocorrer na sala de aula e buscar estratégias para minimizar essas falhas. Destacam também a necessidade de avaliações formativas contínuas que possam identificar e abordar equívocos conceituais em tempo hábil. Portanto, este estudo contribui para a nossa compreensão de como promover efetivamente a aprendizagem conceitual em ciências.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2000.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto Editora, 1982.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, jan. 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>. Acesso em: 28 fev. 2024.

CARVALHO, A. M. P. **Calor e temperatura: um ensino por investigação**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

ECO, U. **Tratado geral de semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2014.

FRANZONI, G.; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. O desenho como mediador representacional entre o experimento e esquema de circuitos elétricos. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, Tandil, v. 6, n. 1, p. 33-42, jul. 2011. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-66662011000100004&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 28 fev. 2024.



GALVÃO, I. C. M.; ASSIS, A. Atividade experimental investigativa no ensino de física e o desenvolvimento de habilidades cognitivas. **REnCiMa**, v. 10, n.1, p. 14-26, jan/mar. 2019. DOI: 10.26843/rencima.v10i1.1570. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/1570>. Acesso em: 28 fev. 2024.

GIL PEREZ, D.; CASTRO, V. P. La orientación de las practicas de laboratorio como invetigagación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las ciencias**, v. 14, n. 2, p. 155-163, 1996. Disponível em: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21444>. Acesso em: 28 fev. 2024.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As Origens do Saber**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GOIS, J.; GIORDAN, M. Semiótica na Química: a teoria dos signos de Peirce para compreender a representação. **Química Nova na Escola**, n. 7, p. 34-42, 2007. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/07/a06.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2024.

KLEIN, T. A. S.; LABURÚ, C. E. Multimodos de Representação e Teoria da Aprendizagem Significativa: Possíveis Interconexões da Construção do Conceito de Biotecnologia. **Revista Ensaio**, v. 14, n. 2, p. 137-152, ago. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/5zcdMD7J3tmdjhkXCGr5Bwq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 28 fev. 2024.

LUCENA, P. A. M.; PERTICARRARI, A. (Re)significados das Ciências Biológicas: análise do processo de semiose do conceito de camuflagem em desenhos animados. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 122-147, 2020. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2020v25n2p122. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/1663>. Acesso em: 29 fev. 2024.

LABURÚ, C. E.; BARROS, M. A.; SILVA, O. H. M. Multimodos e múltiplas representações, aprendizagem significativa e subjetividade: três referenciais conciliáveis da educação científica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 17, n. 2, p. 469-487, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/f3phYPsChKPcqLVG473nQzy/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 29 fev. 2024.

MARINHO, J. B. **Apropriação de conceitos referentes à polinização a partir das representações imagéticas de estudantes do ensino médio**. 2019. 76f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.



OLIVEIRA, C. S. **Atividade experimental investigativa:** construção do termômetro de coluna líquida. 2012. 96f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

PACCA, J. L. A. *et al.* Corrente elétrica e circuito elétrico: algumas concepções do senso comum. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [S.l.], v. 20, n. 2, p. 151-167, ago. 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6541>. Acesso em: 29 fev. 2024.

PIAGET, J.; INHELDER, B. **A psicologia da criança**. São Paulo: Difusão Europeia do Livro, 1980.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers' and students' use of multimodal representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 28, n. 15, p. 1843-1866, fev. 2006. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500690600718294>. Acesso em: 29 fev. 2024.

SANTAELLA, L. **Semiótica aplicada**. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, [S.l.], v. 14, n.1, p. 50-74, mar. 2009. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/38>. Acesso em: 29 fev. 2024.

TYLER, R.; PRAIN, V.; PETERSON, S. Representational issues in students learning about evaporation. **Research in Science Education**, [S.l.], v. 37, p. 313-331, jan. 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-006-9028-3>. Acesso em: 29 fev. 2024.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WALDRIP, B.; PRAIN, V.; CAROLAN, J. Using multi-modal representations to improve learning in junior secondary Science. **Research in Science Education**, [S.l.], v. 40, p. 65-80, jan. 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11165-009-9157-6>. Acesso em: 29 fev. 2024.



ZÔMPERO, A. F.; GONÇALVES, C. E. S.; LABURÚ, C. E. Atividades de investigação na disciplina de Ciências e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a funções executivas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 2, abr./jun. 2017. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/NDvC9YL7bpKhhsHL3Fywtbc/abstract/?lang=pt>.

Acesso em: 29 fev. 2024.

Recebido em: 19-04-2023

Aceito em: 23-02-2024

