

A importância dos gestos docentes no processo de ensino e aprendizagem do Átomo de Bohr como um recurso semiótico

The importance of teaching gestures in the teaching and learning process of Bohr's Atom as a semiotic resource

Savana dos Anjos Freitas Donadello

Universidade Luterana do Brasil
savanafreitas@rede.ulbra.br

Agostinho Serrano de Andrade Neto

Universidade Luterana do Brasil
agostinho.serrano@ulbra.br

Resumo

O presente trabalho traz um recorte de uma pesquisa de doutoramento que teve como objetivo compreender de que maneira os gestos docentes podem auxiliar no processo de ensino e aprendizagem de alunos do Ensino Médio. O referencial teórico é baseado na Teoria da Objetivação – que retrata a importância do social, cultural e histórico dos seres humanos – bem como na relevância do *labor conjunto* para o desenvolvimento do conhecimento e da aprendizagem. A metodologia aconteceu por meio de uma aplicação em sala de aula com aulas distintas sobre o átomo de Bohr e, posteriormente, uma coleta de dados por meio de entrevistas seguindo o protocolo *Report Aloud*. Assim, por meio dos dados coletados e analisados, compreendeu-se que os gestos docentes podem influenciar no processo de ensino e aprendizagem, além de ser uma ferramenta que contribui para compreendermos melhor o pensamento dos alunos no momento em que refletem sobre conceitos abstratos.

Palavras-chave: gestos, teoria da objetivação, semiótica, átomo de bohr.

Abstract

The present work brings an excerpt from a doctoral research that aimed to understand how teaching gestures can help in the teaching and learning process of high school students. The theoretical framework is based on the Theory of Objectification – which portrays the importance of the social, cultural and historical aspects of human beings – as well as on the voice of joint work for the development of knowledge and learning. The methodology took place through an application in the classroom with different classes on the Bohr atom and, later, a data collection through interviews following the Report Aloud protocol. Thus, through the collected and analyzed data, it was understood that the teaching gestures can influence the

teaching and learning process, in addition to being a tool that contributes to a better understanding of students' thinking when they reflect on abstract concepts.

Key words: gestures, objectification theory, semiotics, bohr atom.

INTRODUÇÃO

Os seres humanos, por vontade própria ou não, informam-se continuamente sobre suas intenções, interesses, pensamentos e sentimentos por meio de ações corporais visíveis. Consoante Kendon (2004), é mediante a orientação do corpo e, especialmente, dos olhos, que informações são fornecidas sobre a natureza e direção da atenção de uma pessoa. A maneira como as pessoas organizam seus corpos e como elas colocam em relação um ao outro ou, ainda, as características do ambiente, fornece informações extremamente importantes a respeito de que forma elas estão envolvidas e a natureza de suas intenções, atitudes e pensamentos.

Se repararmos nos rostos, gestos e olhares das pessoas, eles irão nos trazer evidências de ações puramente expressivas, demonstrando sentimentos e emoções, tal como ações que, muitas vezes, desempenham um papel central na realização de momentos importantes na interação social. Uma saudação, demonstrando gratidão ou afeto, desafio, ameaça, submissão, cumprimento, tudo é realizado por meio de uma variedade de ações expressivas diferentes (KENDON, 2004).

Dessa maneira, podemos observar que, em conformidade com Kendon (2004), embora os povos e nações da terra falem distintas línguas eles compartilham em comum a linguagem universal das mãos, os gestos. Como visto, existe determinado interesse por ser uma forma de expressão “universal” e “natural”, sendo transformada por processos sociais em códigos comunicativos socialmente compartilhados.

Os gestos são uma maneira de expressão universal e natural, sendo este um dos pontos importantes para o estudo dos gestos (mesmo que os gestos sejam espontâneos ou articulados por um sujeito, eles necessitam de uma convenção social). Por último ponto, indica o reavivamento dos estudos sobre como foi a origem e o desenvolvimento da linguagem em meados do século XX.

Ao observar esses gestos, Goldin-Meadow (2017) afirma que é possível auxiliar no entendimento dos pensamentos dos alunos ou, ainda, contribuir na aprendizagem dos educandos. O gesto pode se comportar como qualquer outra ação, mas difere de muitas ações, porque também acaba promovendo a generalização de novas ideias, isto posto, os gestos, além de refletir ideias, também podem mudá-las.

O gesto pode trazer mudanças, porque é uma ação do corpo, logo, naturalmente introduz ação incorporada em nossas representações mentais. O gesto é um tipo especial de ação – é representacional, portanto, mais abstrato que a ação direta sobre objetos, e pode ser por isso que o gesto nos ajude a aprender (GOLDIN-MEADOW, 2017).

Se imaginarmos nos dando uma aula de Física e em determinado momento fizermos uma pergunta sobre a Lei de Newton e observarmos as reações dos alunos, poderemos ver que cada aluno reagirá e responderá (sem palavras) de uma forma. Um aluno se esforçará para não

fazer contato visual com o professor, outro irá freneticamente mexer o braço para responder à pergunta. Ambos os discentes estão usando seus corpos para dizer ao professor se eles querem responder à pergunta (GOLDIN-MEADOW, 2017).

Portanto, a partir desse olhar da presença que os gestos têm em nossas vidas e, conseqüentemente, na sala de aula, o presente artigo tem como objetivo apresentar, por meio de dados analisados conforme a Teoria da Objetivação, a *importância dos gestos docentes no processo de ensino e aprendizagem do Átomo de Bohr como um recurso semiótico*.

Com o intuito de alcançar nosso objetivo, primeiramente, será explanado sobre a Teoria da Objetivação Radford (2009) e, posteriormente, a metodologia no qual foi realizada a pesquisa, tal como os resultados e análise de dados trazendo nossa contribuição para o ensino de Ciências do Brasil.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Teoria da Objetivação (TO) vem para mostrar caminhos epistemológicos e escolhas metodológicas que possam colaborar com a pesquisa e, em especial, trazer um novo olhar para a pesquisa em ensino de Ciências (PAIVA, 2019). Conforme Radford (2020), autor dessa teoria, a teoria da objetivação é uma teoria de ensino e aprendizagem inspirada no materialismo dialético e na escola de pensamento de Vygotsky.

Afastando-se das abordagens subjetivistas da aprendizagem (como o empirismo e o construtivismo) e as epistemologias sujeito-objeto tradicionais, ele arquiteta o ensino e a aprendizagem como um processo único abrangendo tanto o saber quanto o ser. Isto posto, a Teoria da Objetivação se fundamentou em alguns princípios de Wilhelm Friedrich Hegel, Karl Marx, Leontiev e Vygotsky.

A teoria da Objetivação redefine os conceitos de conhecer e aprender de forma coerente com uma abordagem histórico-cultural, a partir disso, sabe-se que na TO o conhecimento é definido como um sistema, isto é, um sistema de processo de ações e reflexões por meio de sua histórico-cultural, pois a partir de nosso nascimento, cada um de nós, já tens um sistema de pensamento (seja ele, matemático, jurídico, científico, artístico etc.), esse conhecimento está sempre se movimentando e se transformando de cultura em cultura, de cada momento em que a sociedade se encontra e se renova.

Para o presente artigo, iremos expor, brevemente, os principais conceitos que fundamentam essa teoria e que conseqüentemente, se articulam com a pesquisa. Portanto, iremos abordar os processos de objetivação e subjetivação, tal como o conceito de aprendizagem e saber e, por fim, sobre o *labor conjunto*.

Os processos de objetivação são aqueles processos de compreender determinado conceito culturalmente significativo, determinado conceito que é descoberto à consciência não passivamente, mas por meio de atividade corporal, afetuosa, emocional, artefato e semiótica

Os processos de subjetivação acontecem a partir daquilo que os indivíduos – em nossa realizada de pesquisa, daquilo que os alunos – trazem para o âmbito educacional, dentro da sala de aula, por meio de sua bagagem cultural e de seus devidos comportamento socioemocionais que são reproduzidos e transformados na sala de aula. Todas as pessoas incluídas no processo de ensino e aprendizagem são seres singulares e ativos, fundamentais na produção colaborativa da aprendizagem.

Assim, os processos de objetivação e subjetivação são, na devida ordem, a materialização do saber e a transformação do ser por meio do labor conjunto – atividade – e, esses processos são indissociáveis e sucedem concomitantemente na concretização das atividades.

A aprendizagem, conforme a Teoria da Objetivação, é o resultado de um processo de objetivação que é contínuo, sempre em curso, sempre parcial. Sendo que, uma aprendizagem, só acontece quando o sujeito está inserido em seu contexto social e cultural com os seus objetos culturais e demais sujeitos. Para Radford (2011), a aprendizagem não é um processo, mas um encontro.

O saber acontece quando, o indivíduo, realiza uma atividade, ativando assim e colocando em movimento o seu saber. O saber é algo que se transforma a partir no instante em que é ativado por meio de atividades que possibilitando ao ser humano realizar ações e reflexões sobre o assunto. Quando é transformado e se mostra, se *materializa* em algo perceptível, sensível e concreto. Essa *materialização*, a partir do olhar da TO, é identificada como o termo conhecimento.

O *labor conjunto* incumbe-se como a base a compreensão da aprendizagem enquanto um processo que não se limita a saber algo, mas também de se tornar alguém. É por meio do *labor* que é possível encontrar o outro e o mundo em suas devidas dimensões conceituais e materiais. A partir do *labor* que compreendemos os sistemas de ideias de cultura - sistemas de ideias científicas, legais, artísticas etc., logo, encontramos maneiras culturais de ser.

METODOLOGIA

A coleta de dados da pesquisa seguiu as orientações de Erickson (1986) e seguiu o caminho metodológico por meio de observações da professora-pesquisadora, entrevistas e questionários que foram realizados pelos alunos. As turmas nos quais foram pesquisadas já eram da professora-pesquisadora, ou seja, seu contato com os alunos para a pesquisa não foi algo diferente, mas sim, natural, como se fosse uma aula normal dentro do matruz curricular, logo, os alunos não estranharam a presença da professora.

As entrevistas aconteceram logo após as aulas sobre a temática do átomo de Bohr por meio do *Google Meet* em horário inverso ao da escola. A professora-pesquisadora realizou, conforme Erickson (1986), uma entrevista semiestrutura, pois, a partir das respostas e gestos dos alunos, novas perguntas eram feitas. Uma entrevista semiestruturada permite que exista um roteiro prévio, mas deixando a liberdade de modificar a partir de ações intrigantes, deixando uma a entrevista natural e mais dinâmica.

Nesta pesquisa utilizamos a técnica Report Aloud (TREVISAN et al., 2019) no qual é uma adaptação da técnica *Think Aloud* (VAN SOMEREN; BARNARD; SANDBERG, 1994). O Report Aloud consiste em uma técnica de entrevista em que o aluno é convidado a “pensar em voz alta”, isto é, responder as perguntas da entrevista como se estivesse pensando em voz alta.

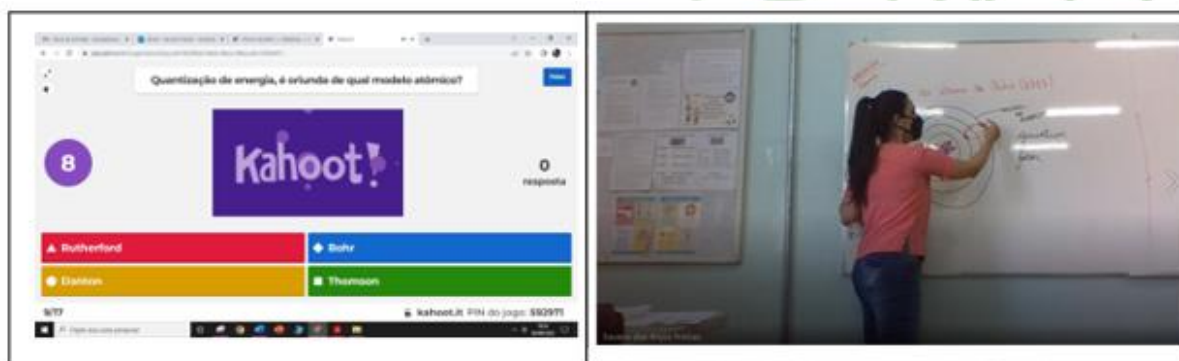
Optamos por utilizar a técnica Report Aloud pois ela se encaixa melhor em nossa pesquisa, no qual tem como objetivo compreender os gestos dos discentes, para isso, a técnica Report Aloud permite que compreendamos melhor o que se passa na mente do aluno. O Report Aloud, o aluno é convidado a relatar ao entrevistador seu processo de pensamento ao responder as perguntas, ou seja, o aluno resolve as questões e só então, ao concluir, relata seu processo de pensamento.

Após o período de elaboração do projeto, revisão de literatura e tramites éticos – projeto aprovado conforme o CAAE: 23703019.6.0000.5349 - iniciamos a pesquisa em sala de aula. A pesquisa aconteceu no final da pandemia Covid-19, logo, a sala de aula ainda se caracterizava com alunos presencialmente e remotamente.

A primeira semana de pesquisa iniciou com uma explanação geral, com o uso do quadro branco, sobre o modelo atômico do átomo de Bohr, retratando a história de Bohr, sua trajetória até na construção de seus postulados. Após, era explanado sobre os conceitos que abordavam ao entorno do modelo do átomo de Bohr e, por fim, sua contextualização com o cotidiano, mencionando exemplos como os fogos de artifícios, lâmpadas de Led etc. (Figura 1).

Após esse primeiro contato dos alunos com o átomo de Bohr, na segunda aula sobre o assunto foi realizado um jogo – *Kahoot* – em que permitia que os alunos se lembrassem e, ao mesmo tempo, se divertissem e competissem entre eles, ao responder questões relacionadas ao átomo de Bohr e dos modelos atômicos (uma maneira de revisar os modelos anteriores a Bohr).

Figura 1: Imagem do jogo Kahoot e da docente ao quadro branco.



Fonte: autores (2022).

Posterior essa parte mais teórica, os alunos, na terceira aula da pesquisa, ganharam materiais que, a partir da criatividade e singularidade deles, construíam um modelo atômico de Bohr para explicar aos demais colegas em sala de aula (Figura 2).

Figura 2: Imagem de um dos modelos construídos e da simulação computacional.



Fonte: autores (2022).

Por fim, para finalizar e contribuir com lacunas que poderiam ter sido deixadas nas aulas anteriores, os alunos receberam um guia para a utilização em uma simulação computacional. Vale ressaltar que todas as aulas foram transmitidas via *Meet* para os alunos que estavam no

ensino remoto e todos, alunos presenciais e alunos do remoto, ganharam as mesmas atividades para realizar, seja elas em sala de aula ou em casa.

RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS

Para explanação dos resultados, optamos em dividi-los em alguns “*episódios*”, tal como Radford (2020) propõe. Por meio da seleção de episódios relevantes, deve-se selecionar vídeos gravados e transcritos, posteriormente, esses episódios devem ser transcritos e interpretados a partir de dados multi-semióticos, tais como as pausas, hesitações, entonações de voz, gestos e movimentos físicos. Para esse presente artigo, optamos em apresentar alguns excertos do episódio sobre o elétron e fóton.

ELÉTRON E FÓTON– EPISÓDIO I

Os elétrons estão diariamente em nossa vida, por mais que não possamos enxergar ou tocar, eles fazem parte de nosso cotidiano. Uma corrente elétrica que leva luz para nossa casa em um fio é um fluxo ordenado de elétrons, já cada átomo de nosso universo consiste em um núcleo que é rodeado por elétrons. Logo, por mais que seja um conceito abstrato, ele se faz presente em nossa vida.

O conceito de elétron que foi desenvolvido nessa pesquisa se reflete ao modelo de Rutherford-Bohr, em que os elétrons se situam em órbitas ao redor do núcleo e, ao saltarem para uma mais próxima do núcleo, menos energética, emitem energia na forma de fóton – conceito este que também será um episódio (SILVA; SANTOS; DIAS, 2011).

Inicialmente analisamos os gestos da aluna A4 que ao ser questionada sobre de que maneira ela iria explicar para as colegas sobre o átomo de Bohr, ela fala que usaria maquete que construíram e, ao mesmo tempo que fala, ela gesticula sobre a movimentação do elétron de uma órbita a outra (Figura 3).

O gesto que a aluna está realizando ao falar, conforme a categorização dos gestos de McNeill (2000) seria um gesto metafórico, no qual ela está buscando representar, junto com o recurso semiótico da fala, a ideia abstrata do salto do elétron de uma órbita para a outra.

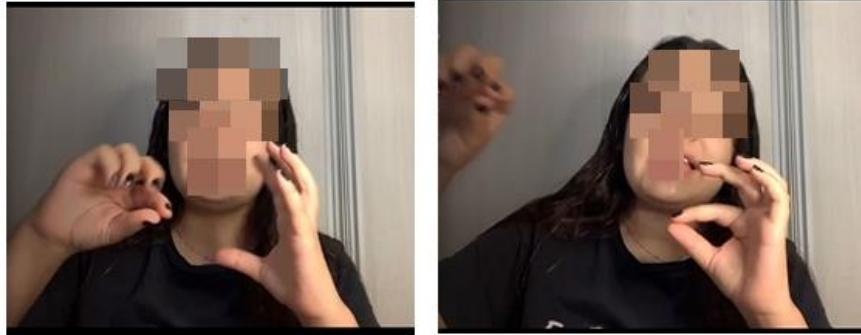
Professora – Humm, que ótimo. E assim, o que tu usarias para explicar para as meninas, por exemplo, tu usarias a maquete que a gente fez em aula? Ou a simulação? O que tu usarias assim?

A4 – Eu acho que a maquete fica mais fácil porque já tem ali, bem grande explicado, então é **só passar as bolinhas de uma camada para a outra.**

Professora – Aham, e quando tu estás fazendo este gesto, o que seria?

A4 – A bolinha, o elétron

Figura 3: Aluna A4 realizando o gesto do elétron.



Fonte: autores (2022).

Após esse momento da entrevista, a professora questiona o que seria este gesto, ela fala que seria a “a bolinha, o elétron”. Posteriormente, questionada sobre o tamanho, a aluna fala que seria muito pequeno e, no mesmo instante que fala, realiza o gesto, semelhante com o da docente.

Na próxima figura é possível verificar que o gesto que a aluna faz é semelhante com o da docente ao explicar sobre os elétrons saltando de uma órbita para outra (Figura 4). A aluna realiza um gesto metafórico para representar o elétron, tal como a docente fez em sala de aula.

Figura 4: Gestos da aluna e da docente.



Fonte: autores (2022).

A partir disso, tanto o aluno A12, quanto a aluna A18, realizaram gestos metafóricos ao mencionarem sobre o elétron, pois os gestos metafóricos consistem na movimentação ao se referirem a uma ideia abstrata (Figura 5).

Professora – A18, se tu fosse explicar para a sua colega o que é o átomo de Bohr, como que você explicaria?

A18 - Eu explicaria primeiro que é uma bolinha daí tem vários raiozinhos envolta, invisíveis é claro, que significa as camadas eletrônicas e o átomo mesmo é uma esfera.

Figura 5: Gesto do elétron da aluna e da docente.



Fonte: autores (2022).

Sobre as cores que a aluna mencionou ela descreve que veio da elaboração do átomo de Bohr que fizeram em sala de aula no labor conjunto.

Professora – E essa cor prata, vem de onde?

A20 – Veio da escola, da maquete que usamos os arames para fazer e, porque a maioria dos exemplos da Internet são como se fossem transparentes, tipo a órbita do planeta, mas...tipo por causa da energia, sabe?

Abaixo é possível observar a construção do átomo de Bohr por essa aluna e seu grupo no labor conjunto. Eles utilizaram arames para fazer as órbitas e utilizaram diversas cores para elétrons, prótons e neutrons. Já o fóton, eles utilizaram a luz de uma lanterna de celular para representar o fóton sendo emitido (Figura 6).

Figura 6: Alunos elaborando a maquete do Átomo de Bohr.



Fonte: autores (2022).

Sendo que, no momento em que a aluna A4 explica que foi na simulação que tinha os fótons, ela acaba realizando gestos rítmicos (*beats*) (McNeill, 2000) que ocorrem juntamente com a pulsação rítmica da fala (Figura 7).

Figura 7: Gesto do fóton pela discente.



Fonte: os autores (2022).

Entretanto, por mais que ela mencione a simulação computacional, ela realiza um gesto metafórico que a docente realizou em aula ao explicar sobre os fótons (Figura 8).

Figura 8: Gesto do fóton pela docente.



Fonte: autores (2022).

Assim, nessa seção trouxemos apenas alguns dos principais excertos das entrevistas que nos trazem indícios da importância dos gestos no processo de ensino e aprendizagem em alunos do Ensino Médio ao desenvolver o conceito do átomo de Bohr. Os resultados apresentados até aqui expõem de como alguns gestos foram oriundos das aulas da professora, sendo que, muitos gestos foram semelhantes. Os gestos, a partir dos resultados dessa pesquisa, apresentam como são relevantes na sala de aula e como podem ser utilizados como um benéfico – se utilizado da maneira adequada e com atenção pelo professor – para o ensino de conceitos científicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste breve artigo trazem algumas evidências a partir da intervenção didática realizada com duas turmas do Ensino Médio. Recordamos que a intervenção didática tinha como objetivo proporcionar o ensino do Átomo de Bohr por meio de atividades lúdicas com interações sociais. Logo, atividades como a exposição teórica, utilização de um jogo educacional, elaboração de maquetes e o uso de uma simulação computacional, foram utilizados para atingir este objetivo proposto.

Assim, após a intervenção didática, realizamos uma entrevista com alguns alunos seguindo o protocolo *Report Aloud*. Esse protocolo nos auxiliou a estimular o aluno a demonstrar, por

meio de recursos semióticos, o que estava se passando em sua mente quando respondia/resolvia à questão proposto. Com a utilização dos recursos semióticos, iríamos compreender de que maneira e o que os alunos estavam imaginando naquele exato instante da entrevista, para que, dessa forma, pudéssemos compreender se ocorreu os processos objetivação e subjetivação, tal como a herança semiótica por meio dos gestos, sendo este, nosso objetivo norteador de pesquisa.

Essa gesticulação, que foi apresentada no episódio, foi realizada no instante em que eles falavam, logo, sendo o pacote semiótico que Radford menciona. Isto é, um conjunto de meios semióticos – gesto e fala em nossa pesquisa – que foram desenvolvidas pelos alunos no decorrer de determinadas atividades que ocorriam de uma maneira ordenada e unificada.

A partir desse pacote semiótico analisamos, primeiramente, os tipos de gestos e, percebemos, que a maioria dos gestos foram metafóricos (McNeill, 2000), ou seja, forma gestos, que em sua movimentação, se referem a uma ideia abstrata como, por exemplo, os elétrons, fótons, substâncias químicas etc., algo que faz sentido visto estarmos desenvolvendo uma pesquisa que aborda o átomo de Bohr, um modelo atômico que descreve o átomo como um núcleo pequeno e carregado positivamente cercado por elétrons em órbitas circulares.

Com isso, os gestos que foram observados trazem indícios da herança semiótica, pois os gestos que foram realizados por cada aluno condiziam com os gestos pela docente em suas respectivas turmas. Quando os alunos trazem evidências por meio de suas falas e gestos de sobre a maneira como eles explicariam para um colega sobre o átomo de Bohr, eles estão expondo que a materialização do saber aconteceu, ou seja, que existem evidências da aprendizagem.

E, por meio do labor conjunto, foi identificado o processo de subjetivação nos alunos e, em especial, na atividade da maquete, momento que instigou os alunos a debaterem, exporem suas ideias, divergirem, entrarem em consenso, refletirem e tomarem decisões em conjunto, isto é, maneiras sociais, culturais e históricas de se relacionar com os demais, proporcionando assim a subjetividade da materialização do ser, modificando-os em cidadãos únicos.

Referências

ERICKSON, Frederick. **Qualitative Methods in Research on Teaching**. In: WITTROCK, Merlin C. Handbook of Research on Teaching. Ed. New York: MacMillan, p. 119-161, 1986.

GOLDIN-MEADOW, S. Using our hands to change our minds. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science**, v. 8, n. 1-2, p. 1-6, 2017.

KENDON, A. Language and gesture: Unity or duality? In: MCNEILL, D. **Language and gesture**, Cambridge: Cambridge University Press, 2000. p. 47-63.

MCNEILL, David. **Language and gesture: Window into thought and action**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000

PAIVA, Jussara Patrícia Andrade Alves. **A Teoria da Objetivação e o desenvolvimento da Orientação Espacial no Ensino-aprendizagem de Geometria**. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2019.

RADFORD, L. **Cognição matemática: História, antropologia e epistemologia**. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

RADFORD, Luís. “No! He starts walking backwards!”: interpreting motion graph and the question of space, place and distance. **ZDM Mathematics Education** , v. 41, n. 4, pág. 467-480, 2009.

RADFORD, Luis. Un recorrido a través de la teoría de la objetivación. In: GOBARA, Shirley Takeco; RADFORD, Luís (org). Teoria da Objetivação: Fundamentos e Aplicações para o Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2020. p. 15-42.

SILVA, Luiz Cezar Mendes da; SANTOS, Wilma Machado Soares; DIAS, Penha Maria Cardoso. A carga específica do elétron: um enfoque histórico e experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, 2011.

TREVISAN, Robson et al. Peeking into students’ mental imagery: the Report Aloud technique in Science Education research. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 25, p. 647-664, 2019.

VAN SOMEREN, M. W; BARNARD, Y. F.; SANDBERG, J. A.C. **The Think Aloud Method: a practical guide to modeling cognitive processes**. Academic Press; London, 1994.

