

Uma análise das práticas e movimentos epistêmicos desenvolvidos em torno de um experimento físico sobre dilatação térmica em ambiente virtual^{+,*}

Felipe Aragão Freire¹

Secretaria de Educação do Estado de Sergipe
Aracaju – SE

Adjane da Costa Tourinho e Silva¹

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – SE

Resumo

Tendo em vista a mudança de sujeito epistêmico que se associa a uma percepção sociocultural de ensino e aprendizagem, este trabalho apresenta a análise de uma aula, correspondente a um dos encontros, de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) sobre dilatação térmica, buscando caracterizar as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos, bem como os movimentos epistêmicos desenvolvidos pelo professor, em uma sala de aula virtual de Física do 2º ano do Ensino Médio. Os dados foram obtidos por meio de gravações em vídeo e analisados por meio de categorias dispostas na literatura e de outras elaboradas a posteriori, contando ainda com um software para a obtenção dos percentuais de tempo referentes ao emprego de cada categoria. Os resultados mostram o investimento do professor nos movimentos de elaboração-aprofundamento e reelaboração, a fim de convergir as ideias dos alunos àquelas cientificamente aceitas, ao longo das interações. As práticas epistêmicas predominantes situaram-se na instância social de comunicação do conhecimento, o que, dentre outros aspectos, associa-se à configuração das atividades no formato virtual.

⁺ An analysis of the epistemic practices and movements developed around a physics experiment on thermal expansion in a virtual environment

^{*} Recebido: 9 de maio de 2023.
Aceito: 6 de março de 2024.

¹ E-mails: freire.fa@outlook.com; adjane@academico.ufs.br

Palavras-chave: *Movimentos Epistêmicos; Práticas Epistêmicas; Sequência de Ensino Investigativa; Dilatação Térmica; Sala de Aula Virtual.*

Abstract

Considering the change of the epistemic subject that is associated with a sociocultural perception of teaching and learning, this work presents the analysis of a class, corresponding to one of the meetings, of an Inquiry-Based Teaching Sequence (IBTS) on thermal expansion, seeking to characterize the epistemic practices developed by the students, as well as the epistemic movements developed by the teacher, in a 11th grade high school physics virtual classroom. The data were obtained through video recordings and analyzed by means of categories in the literature and others elaborated a posteriori, also using software to obtain the percentages of time referring to the employment of each category. The results show the teacher's investment in the elaboration-deepening and re-elaboration movements, to converge the students' ideas to those scientifically accepted, during the interactions. The predominant epistemic practices were situated in the social instance of knowledge communication, which, among other aspects, is associated with the configuration of activities in the virtual format.

Keywords: *Epistemic Movements; Epistemic Practices; Inquiry-based Teaching Sequence; Thermal Expansion; Virtual Classroom.*

I. Introdução

Perspectivas socioculturais no campo da educação em ciências tem, desde a década de 1990, dirigido as atenções das pesquisas às interações discursivas que ocorrem no plano social das salas de aula, presumindo a natureza social do conhecimento e o papel fundamental da linguagem nos processos de construção. Assim, novos rumos investigativos são desenvolvidos, considerando os pressupostos do discurso, atividade e identidade dos sujeitos envolvidos (Lemke, 1990; Mortimer, 1996; Kelly; Crawford; Green, 2001; Roth; Lawless, 2002; Mortimer; Scott, 2003; Osborne, 2010; Kelly, 2014; Kelly, 2017; Kelly; Licona, 2018).

Com base na teoria da atividade, Kelly e Sezen (2010) propõem apontamentos consideráveis para a pesquisa, os quais se dirigem para o reconhecimento de uma comunidade endógena local de conhecedores como sujeito epistêmico. Situar o sujeito epistêmico em uma comunidade, ao invés de em um indivíduo solitário, implica uma visão de aprendizagem como socialização em maneiras de ser, conhecer, interagir e participar. A aprendizagem

ocorre por meio da participação e do engajamento, superando uma concepção aquisicionista que tradicionalmente inspira a comunidade pedagógica (Sadler, 2009; Kelly; Licona, 2018). Tal mudança resulta na necessidade de examinar os processos sociais que possibilitam uma compreensão comum de significados, determinam o que conta como conhecimento e as formas relevantes de produzi-lo e avaliam as reivindicações de conhecimento expressas diante do grupo. Esses processos sociais situados podem se tornar rotineiros e padronizados ao longo do tempo, tornando-se práticas epistêmicas (Kelly, Licona, 2018). Estas são definidas como “formas específicas pelas quais membros de uma comunidade observam, inferem, justificam, avaliam e legitimam asserções do conhecimento.” (Kelly; Duschl, 2002, p. 19, tradução nossa).

Propostas de agendas expandidas de pesquisa para a educação em ciências que incluem estudos de práticas epistêmicas associadas às instâncias sociais de proposição, comunicação e avaliação de reivindicações de conhecimento em ambientes educacionais cotidianos (Kelly; Duschl, 2002; Kelly; Licona, 2018) têm sido, mais recentemente, consideradas no Brasil (Silva, 2008; Silva, 2011, Lopes *et al.*, 2012; Valle, 2014; Ratz, 2015; Silva; Gerolin; Trivelato, 2018), sendo crescente o interesse por este tema.

Freire (2021) aponta que o primeiro registro de pesquisa sobre práticas epistêmicas em nosso país data de 2005 (Jiménez-Alexandre), em publicação nos anais do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC). Já o primeiro registro de monografia, é a tese de Silva, em 2008. Desse momento inicial até o ano de 2020, a produção sobre práticas epistêmicas tem crescido, tendo maior índice no ano de 2018. Todavia, o autor observa que há uma profunda desigualdade na distribuição geográfica dessas produções uma vez que apenas três regiões do país contam com trabalhos e, mesmo entre elas, certa desigualdade persiste, já que a região Sudeste (48%) abarca um percentual maior que a soma dos percentuais das outras duas (Nordeste com 19% e Sul com 10%). Publicações estrangeiras² somam 23% do total.

A maioria desses trabalhos apresenta uma natureza empírica, em boa parte envolvendo a aplicação de sequências didáticas, o que fornece situações exemplares que podem favorecer uma maior difusão na Educação Básica de um ensino de natureza participacionista, o qual requer uma atuação mais ativa dos alunos diante dos fenômenos investigados e na interlocução com os colegas e o professor (Sadler, 2009). Nesse sentido, os dados de Freire (2021) nos sugerem o investimento em mais pesquisas sobre o tema, de modo a dar visibilidade a diferentes contextos em que se mostram uma variedade de movimentos discursivos dos professores dirigidos à constituição de ambientes de aprendizagem que instigam os alunos a incorporarem uma atuação com maior autonomia em sala de aula, sendo esta entendida como uma comunidade de prática voltada à construção de conhecimentos.

² Trata-se de trabalhos escritos em língua portuguesa, por exemplo, de autores portugueses ou escritos por autores nacionais e publicados em meios internacionais.

Nessa direção, neste artigo temos por objetivo analisar o desenvolvimento de uma atividade investigativa sobre dilatação térmica de sólidos, de modo a caracterizar as práticas epistêmicas performadas pelos alunos, bem como as ações do professor, entendidas como movimentos epistêmicos, que contribuem para o surgimento de tais práticas. Nosso interesse, em paralelo à caracterização das práticas e dos movimentos epistêmicos, é, portanto, verificar as relações entre ambas as categorias, sem perder de vista o ambiente particular de aprendizagem em que elas ocorrem. Tal ambiente constituiu-se em uma sala de aula virtual de Física de uma turma de 2º ano do Ensino Médio de uma escola da rede pública de ensino do Nordeste, no período em que as aulas presenciais estavam suspensas devido à pandemia ocasionada pela COVID-19.

A análise apresentada neste artigo é parte da pesquisa de mestrado do seu primeiro autor, a qual considerou a Sequência de Ensino Investigativa (SEI) em sua totalidade. A análise focaliza o desenvolvimento de uma atividade em que os alunos discutem sobre um experimento que simula uma lâmina bimetálica, a qual é submetida a uma fonte de calor, sofrendo assim dilatação linear. As diferentes interpretações do fenômeno e as investidas do professor a fim de gerar uma base comum de entendimento a partir da qual fosse possível avançar rumo às concepções científicas envolve uma série de movimentos epistêmicos que fomentam as práticas epistêmicas dos alunos, principalmente nas instâncias de comunicação e avaliação do conhecimento.

Para a caracterização das práticas epistêmicas mobilizadas partimos de categorias diversas dispostas na literatura (Araújo, 2008; Jiménez-Aleixandre *et al.*, 2008, Silva; Mortimer, 2008; Freire; Silva; Borges, 2014; Kelly; Licon, 2018). Para a caracterização das ações do professor, entendidas como movimentos epistêmicos, utilizamos as categorias propostas por Silva (2015), inspiradas no trabalho de Lidar, Lundquist e Östman (2005).

Considerando o exposto, vale ressaltar que, além de contribuir para a compreensão das relações entre os movimentos e as práticas epistêmicas, a pesquisa contribui para a reflexão acerca de tais relações em ambiente virtual de ensino e aprendizagem, mobilizando uma discussão sobre as potencialidades e limitações que tal ambiente proporciona no campo da Educação em Ciências.

II. As práticas epistêmicas

Uma das contribuições para a instauração de perspectivas socioculturais na educação em ciências vem dos estudos voltados para a ciência real e prática dos cientistas (Lemke, 2001). Considerando estudos no campo da Sociologia, Antropologia e Retórica da Ciência e Ciências Cognitivas aplicadas ao raciocínio científico, Kelly e Duschl (2002) defendem o exame de práticas situadas de comunidades disciplinares e das formas como as questões em torno da construção, comunicação, justificação e avaliação do conhecimento podem ser investigadas por meio de atenção especial aos processos sociais. Nessa direção, Kelly (2008, p. 99) define práticas epistêmicas como “maneiras específicas pelas quais os membros de uma

comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam reivindicações de conhecimento dentro de uma estrutura disciplinar”. O autor observa que:

Uma comunidade justifica o conhecimento por meio de práticas sociais. Uma prática social é construída por um conjunto de ações padronizadas, tipicamente desenvolvidas por membros de um grupo baseados em intenções e expectativas comuns, com valores culturais, ferramentas e significados compartilhados. Quando esses padrões em ação se relacionam ao conhecimento são chamados de práticas epistêmicas (Kelly, 2008, p. 99, tradução nossa).

Estudos etnográficos da sociologia e antropologia da ciência oferecem uma gama de orientações metodológicas e abordagens para a compreensão das práticas culturais da ciência. A postura geral de investigar a ciência em formação examinando *in situ* como o conhecimento é produzido oferece um modelo para estudos na educação em ciências (Kelly *et al.* 1998, Kelly; Licona, 2018). Ao se estudar como as práticas epistêmicas são formuladas e avaliadas por meio de processos discursivos, é possível examinar como as evidências de mudanças na compreensão conceitual, no raciocínio científico e na ciência em contextos sociopolíticos podem ser entendidas em situações cotidianas de aprendizagem (Kelly, 2011). Assim, as práticas epistêmicas podem ser percebidas como centrais tanto para a ciência quanto para a educação em ciências. Elas são aprendidas e apropriadas por meio da interação, muitas vezes decorrendo de interações prolongadas com membros já familiarizados com as práticas reconhecidas como socialmente significativas (Kelly; Licona, 2018). Deste modo, pesquisas sobre práticas epistêmicas e conhecimento social na educação pressupõem foco na interação entre alunos e professor em diálogo (Kelly, 2011).

Considerar o sujeito epistêmico como um grupo social participativo e interativo nos direciona à visão de que a linguagem assume um papel fundamental. A discussão apresentada por Lemke (1990) de que aprender ciências significa aprender a se comunicar na linguagem da ciência e a agir como membro da comunidade de pessoas que o fazem, continua atual, representando uma máxima na perspectiva sociocultural de ensino. A linguagem não é apenas vocabulário e gramática: a linguagem é um sistema de recursos para criar, compartilhar e apropriar-se de significados. Portanto, “aprender ciências presume a compreensão da sua dimensão discursiva e argumentativa, tendo-se em vista que a Ciência se desenvolve por meio de práticas discursivas específicas, fazendo uso de uma linguagem particular que possibilita ver, compreender e falar sobre o mundo” (Silva; Nardi, 2019, p. 95).

Kelly (2014) e Kelly e Licona (2018) discutem sobre estudos em educação científica que abordam questões epistemológicas por meio do estudo de processos discursivos. Os autores chamam atenção para estudos das práticas cotidianas de alunos e professores que dão sentido aos fenômenos e desenvolvem o conhecimento. Tais estudos examinam a criação de significado por meio da análise da conversa e da ação dos membros de um grupo. O foco está nos modos pelos quais os participantes constroem o conhecimento e decidem o que conta como conhecimento relevante em eventos educacionais. Essa abordagem permite um exame

minucioso de como as epistemologias dos alunos em ação são responsáveis pelo desenvolvimento de novos significados. Os contextos, objetos de investigação desses estudos, esperam que os alunos tenham um papel ativo na aprendizagem.

II.1 Práticas epistêmicas e investigação na Educação em Ciências

O conceito de práticas epistêmicas (Kelly.; Duschl, 2002; Kelly, 2008; Kelly, 2011; Kelly; Licona, 2018) foi elaborado considerando estudos epistemológicos que, em diferentes vertentes, interessam-se pelos processos de produção, justificação e legitimação dos conhecimentos na ciência real. Esses estudos buscam compreender a natureza da evidência, os critérios para escolha de teorias, o papel da teoria na metodologia da pesquisa científica, a evolução e o crescimento de teorias e a estrutura do conhecimento disciplinar, dentre outros. Em uma perspectiva sociocultural, tais processos são percebidos como socialmente construídos por meio do discurso.

Kelly e Duschl (2002) discutem que o movimento em direção às investigações das práticas dos cientistas deve inspirar novas práticas na Educação em Ciências. Pretende-se, assim, que as práticas científicas possam inspirar o planejamento e a condução das investigações escolares pelos professores, de modo que os alunos se apropriem, ao longo das suas atividades investigativas, de aspectos epistêmicos fundamentais que ancoram as investigações científicas reais. O interesse é contribuir para que os alunos aprendam sobre a Natureza da Ciência e os saberes científicos performando práticas epistêmicas. Tal interesse alia-se a um modelo de ensino que supera aquele centrado na elaboração conceitual, dirigindo-se também à promoção do entendimento sobre ciência e o *fazer ciência* e as relações da ciência com aspectos tecnológicos e sociais, contempladas quando são abordadas questões de natureza sociocientífica.

Sandoval (2005) observa que, de uma perspectiva epistemológica, investigar é simplesmente o modo de fazer ciência. O autor refere-se à investigação como o processo de elaborar questões, planejar e desenvolver estratégias para responder tais questões, produzir dados, analisá-los, interpretá-los, esboçar conclusões a partir deles, comunicar as conclusões obtidas aplicando-as de volta à questão original e, talvez, seguindo novas questões que surjam. Como uma abordagem de ensino, a investigação pode situar-se ao longo de um contínuo que vai de menos a mais estruturada, com diferentes níveis de autonomia para os estudantes.

Uma abordagem investigativa geralmente busca desenvolver a capacidade dos alunos de conduzir investigações e, por meio desse processo, aprender o conhecimento e as práticas de uma comunidade disciplinar. A abordagem situa os alunos como inquiridores e busca desenvolver maneiras de construir conhecimento por meio do engajamento, desenvolvendo, ao longo do tempo, a capacidade de dar sentido ao seu mundo (Kelly; Licona, 2018).

Aspectos característicos de atividades investigativas fornecem o terreno onde as práticas epistêmicas se desdobram, como por exemplo, no teste de teorias e no refinamento de

conceitos. A relação entre práticas epistêmicas e atividades investigativas é dinâmica. As práticas epistêmicas podem, muitas vezes, inspirar novas questões e direções de pesquisa. Já as atividades investigativas podem desafiar e reformular os métodos tradicionais de aquisição de conhecimento.

III. Aspectos teórico-metodológicos

III.1 As categorias analíticas

Para a caracterização das ações mobilizadas pelos alunos consideramos em nossa análise as práticas epistêmicas apresentadas por Jiménez-Aleixandre *et al.* (2008), Araújo (2008), Freire, Silva e Borges (2014) e Kelly e Licona (2018). Compartilhamos da visão desses autores quanto ao entendimento de que não há um conjunto limitado de práticas epistêmicas. Como indicado por Kelly e Licona (2018), tais práticas são dependentes do campo e do tempo e mudam em função dos desafios da produção de conhecimento. Além disso, há que se considerar que muitas práticas epistêmicas mais amplas podem se desdobrar em várias outras mais específicas, a depender da análise que se pretende desenvolver. Sendo assim, em nossa pesquisa não priorizamos uma sistematização exaustiva das práticas epistêmicas, pelo contrário, determinadas categorias divulgadas na literatura não foram consideradas, ao tempo em que caracterizamos novas práticas, as quais decorreram das especificidades da investigação desenvolvida, tendo em vista a estrutura da atividade, as características do experimento, as demandas apresentadas nas questões propostas pelo pesquisador aos alunos, dentre outras.

Outro aspecto importante a ressaltar é que decidimos considerar em nossa análise apenas as três instâncias sociais em que se inserem as práticas epistêmicas, de acordo com Kelly (2008) e Kelly e Duschl (2002): proposição (inicialmente denominada produção), comunicação e avaliação do conhecimento. A quarta instância social indicada posteriormente por Kelly e Licona (2028), legitimação do conhecimento, não foi abordada em nossa pesquisa. Nós entendemos que a dimensão da legitimação de alguma forma já é contemplada na instância de avaliação original e, tendo em vista os nossos dados, não percebemos como necessário explorar tal instância de forma específica.

A seguir, apresentamos uma descrição das práticas utilizadas em nossa análise, considerando as instâncias de proposição, comunicação e avaliação do conhecimento.

A instância social de proposição do conhecimento corresponde aos momentos em que os alunos buscam dar sentido a fenômenos, apresentando seus pontos de vista e hipóteses, as quais poderão ser consideradas e/ou modificadas ao longo do período de investigação, planejam e realizam experimentos ou outras atividades para construção e significação de dados e articulam os próprios saberes dando sentido aos padrões de dados. Para essa instância temos as seguintes práticas:

1. Elaborando hipóteses – corresponde aos momentos em que os alunos elaboram alternativas de respostas possíveis ou explicações para responder a um problema proposto.
2. Problematizando – corresponde aos momentos em que os alunos criam um problema/questão relacionado ao tema que está sendo estudado ou retomam um problema/questão anterior;
3. Checando entendimento – corresponde aos momentos em que os alunos, geralmente usando perguntas, verificam se sua compreensão sobre determinado assunto está adequada, junto aos colegas;
4. Concluindo – corresponde aos momentos em que os alunos finalizam um raciocínio, questão ou problema;
5. Lidando com situação anômala ou problemática – ocorre quando a questão ou problema que se busca responder difere da que era esperada ou, ainda, quando os alunos se defrontam com um problema para o qual não conseguem formular hipótese ou chegar a uma resposta; (Araújo, 2008).

A instância social de comunicação do conhecimento envolve os momentos nos quais os alunos precisam investir em uma elaboração conjunta de sentido, persuasão e/ou representação de pensamento. Os alunos discutem ou textualizam resultados previamente obtidos, interpretam os dados, produzindo diferentes relações, traduzindo diferentes linguagens entre si (observacional, representacional e teórica) e negociando explicações. Nesta instância temos as seguintes práticas:

1. Descrevendo – momentos em que os alunos retratam por meio de propriedades ou características empíricas ou teóricas um fenômeno ou objeto;
2. Explicando – momentos em que os alunos utilizam algum modelo teórico ou relação causal a fim de tornar compreensível um fenômeno, objeto ou sistema;
3. Generalizando – momento em que os alunos elaboram ou retomam descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico (Silva, 2008);
4. Definindo – momentos em que os alunos enunciam um dado sentido que se pretende conferir a uma palavra ou expressão de modo que esta possa, a partir de então, ser tomada como referência coletiva (Araújo, 2008).

A instância social de avaliação do conhecimento corresponde aos momentos em que os alunos avaliam ou justificam o conhecimento gerado. Eles analisam criticamente os conhecimentos produzidos, estabelecendo relações entre teorias e evidências experimentais. Nesse sentido, eles contrastam as conclusões (próprias ou alheias) com as evidências, ou seja, avaliam a plausibilidade dos conhecimentos produzidos. Nessa instância, temos as práticas:

1. Criticando declarações de outros – momentos em que os alunos criticam ou julgam declarações ditas anteriormente;
2. Justificando as próprias conclusões – momentos em que os alunos constroem afirmações para sustentar ou justificar as conclusões obtidas;

3. Usando conceitos para avaliação de conclusões – momentos em que os alunos avaliam conclusões por meio de conceitos já apropriados (Freire; Silva; Borges, 2014).

As ações do professor que podem mobilizar o surgimento de práticas epistêmicas, e que são entendidas como movimentos epistêmicos, foram verificadas através das categorias utilizadas por Silva (2015), inspiradas no trabalho de Lidar, Lundquist e Östman (2005):

1. Elaboração – ações do professor que possibilitam aos alunos, geralmente por meio de questionamentos, construir um olhar inicial sobre o fenômeno. São os questionamentos presentes nos roteiros de atividade ou mesmo verbalizados pelo professor, os quais geram espaço para que os alunos reflitam segundo determinada perspectiva e exponham seus pontos de vista sobre os objetos e os eventos investigados;
2. Reelaboração – ações em que o professor instiga os alunos, por questionamentos ou breves afirmações, a observarem aspectos até então desconsiderados ou a trazerem à tona novas ideias, favorecendo uma modificação ou uma problematização do pensamento inicial apresentado;
3. Instrução – ações em que o professor apresenta de forma explícita novas informações para os alunos;
4. Confirmação – ações em que o professor concorda com as ideias apresentadas pelos alunos e/ou permite que eles executem determinados procedimentos planejados;
5. Correção – ações em que o professor corrige explicitamente as afirmações e os procedimentos dos alunos;
6. Síntese – ações em que o professor resume de maneira sucinta as principais ideias alcançadas pelos alunos;
7. Compreensão – ações em que o professor busca apenas compreender por meio de questionamentos determinados procedimentos e ideias apresentadas pelos alunos.

Durante a análise dos resultados, verificamos a necessidade de criação de mais uma categoria de movimento epistêmico. A seguir, a definição do movimento de elaboração (aprofundamento ou avanço):

8. Elaboração (aprofundamento ou avanço) – corresponde as ações do professor que visam aprofundar ou permitir um avanço nas ideias apresentadas pelos alunos considerando a direção já indicada por eles.

III.2 Produção, tratamento e análise dos dados

A SEI, desenvolvida em torno do tema “dilatação térmica”, envolveu três encontros virtuais, cada um com pouco mais de duas horas de duração. Devido à pandemia do

coronavírus, a SEI³ precisou ser adaptada para ser aplicada no formato *on-line*, por meio da plataforma virtual *Google Meet* de videoconferências, para um grupo de 11 alunos da 2ª série do Ensino Médio de uma escola pública do Nordeste. As aulas remotas ocorreram nos momentos destinados às atividades da disciplina Física, sendo tais momentos cedidos pelo docente responsável à pesquisa. A disciplina, na época da pandemia, estava sendo desenvolvida com a seguinte dinâmica: os alunos recebiam as atividades *on-line* e compareciam nos horários estabelecidos para colocar suas dúvidas ao professor, que ia desenvolvendo a aula a partir dessas dúvidas. É importante ressaltar que os alunos não estavam obrigados a comparecer às aulas virtuais, pois não havia como garantir que todos teriam condições para isso, mas eles deveriam realizar as atividades propostas pelo professor. Assim, quando as aulas foram cedidas à pesquisa, manteve-se o compromisso apenas com aqueles alunos que podiam e decidiram dela participar⁴.

A plataforma utilizada possibilitou a participação dos alunos por meio do navegador de internet ou aplicativo instalado em sistemas operacionais de dispositivos móveis. As funcionalidades possibilitadas pela ferramenta foram: compartilhamento de tela para apresentação de documentos; chamadas criptografadas entre todos os usuários; e troca de mensagens em tempo real por meio de *chat*. Foi possível obter as gravações em vídeo de todos os encontros, além dos registros do *chat*. Uma importante característica dessa plataforma é focalizar o emissor do discurso nos turnos de fala, permitindo, assim, que apenas um único locutor fale por vez. Isso foi de extrema valia para os momentos de discussão, fazendo os participantes respeitarem os turnos de fala individuais.

Além dos dados registrados em vídeo, foi possível a coleta de dados por meio de questionários constituintes do material instrucional. No decorrer das atividades, os questionários foram disponibilizados por meio de links no *chat* dos encontros. As informações coletadas por meio dos questionários foram transmitidas automaticamente.

Todos os registros produzidos foram armazenados em computador e as gravações em vídeo foram transcritas integralmente, sem alteração nas falas dos alunos e professor. Após o término da transcrição de cada encontro, cada vídeo foi revisto e comparado com a transcrição anteriormente feita. Este processo serviu para verificar possíveis desacordos entre as falas e o material transcrito. As transcrições das aulas foram fragmentadas em episódios⁵ e estes foram

³ A sequência de ensino considerada na pesquisa foi reestruturada e ampliada a partir daquela apresentada por Nascimento (2015) em sua dissertação de mestrado. Em um momento anterior a sua aplicação nesta pesquisa, ela passou por uma validação, sendo apresentada e aplicada, durante o estágio de docência do pesquisador, para alunos da disciplina Instrumentação para o Ensino de Física 3 do curso de Física (Licenciatura), do departamento de Física de uma Universidade Federal do Nordeste.

⁴ Os pais e os alunos assinaram os respectivos termos de Consentimento e Assentimento Livre e Esclarecido disponibilizados pelo pesquisador.

⁵ A ideia de episódio, apresentada por Mortimer *et al.* (2005), é uma adaptação da definição de evento na tradição da etnografia interacional. Os autores consideram que: [...] *um episódio é definido como um conjunto coerente de ações e significados produzidos pelos participantes em interação, que tem um início e um fim claros*

submetidos à análise por meio de um *software*, o *Videograph*, que nos forneceu percentuais de tempo relativos ao emprego de cada categoria utilizada em nossa análise⁶. Por meio da análise com este *software*, pudemos obter, também, a ordem de aparição de cada categoria ao longo de toda a atividade investigativa, associada ao seu tempo de emprego. Isso nos possibilitou a elaboração de uma linha do tempo, a qual foi confeccionada por meio de um aplicativo de *design* gráfico, o *Lucidchart*.

Selecionamos para discussão neste artigo a parte do encontro 2 em que os alunos investigavam o fenômeno da dilatação térmica por meio da discussão de um experimento específico. O experimento, por motivos já expressos, foi anteriormente gravado em vídeo e este foi disponibilizado para os alunos por meio do material instrucional enviado *on-line*.

Os episódios das diferentes fases dessa atividade investigativa foram analisados buscando-se compreender como as categorias representativas das ações discursivas dos alunos e do professor surgiam e davam lugar umas às outras no fluxo das interações e como elas relacionavam-se entre si. Com tal propósito, contamos com as transcrições dos episódios e a linha do tempo, por meio da qual evidenciamos o movimento das categorias de práticas e movimentos epistêmicos no avanço cronológico da atividade. Essa microanálise qualitativa foi complementada pelos percentuais de tempo, os quais nos possibilitaram perceber o peso de cada categoria ao longo da atividade, posto que eles dão visibilidade ao tempo referente à cada categoria em relação ao tempo total destinado à atividade como um todo. Os percentuais nos permitem perceber também o peso referente à cada instância social do conhecimento às quais as práticas epistêmicas se associam. Assim, esses dados quantitativos apontam para quais categorias caracterizam as ações dos alunos e do professor e o quanto elas caracterizam, em acordo com o objetivo da pesquisa.

A discussão sobre o movimento e a relação das categorias ao longo dos episódios da atividade não nos dá a dimensão sobre o quanto elas estão presentes no total de tempo de interação durante a atividade. Tal dimensão é proporcionada pelos percentuais de tempo. Nessa perspectiva, os percentuais colaboram com a análise qualitativa, proporcionando uma visão panorâmica em que tal análise, focada em momentos específicos, se insere.

IV. Resultados e Discussão

IV.1 Análise Qualitativa

A análise que apresentamos a seguir evidencia o movimento das categorias de práticas e movimentos epistêmicos seguindo a cronologia de desenvolvimento da atividade investigativa.

e que pode ser facilmente discernido dos eventos precedente e subsequente. Normalmente, esse conjunto distinto é também caracterizado por uma função específica no fluxo do discurso (2005, p. 03).

⁶ Importante salientar que desenvolvemos uma validação intersubjetiva considerando uma análise de mesmos episódios para diferentes membros do grupo de pesquisa.

Episódios representativos dos movimentos e práticas epistêmicas desenvolvidas na análise do experimento

O experimento da “lâmina bimetálica”, abordado em muitos livros didáticos e divulgado por meio de vídeos *on-line*, faz uso de lâminas constituídas de papel-alumínio e papel sulfite comum coladas uma à outra e fixadas em um pregador. A lâmina assim formada foi colocada em contato com a chama de uma vela ao longo de duas situações distintas. Em um primeiro momento, o contato foi com o lado de papel sulfite voltado para a chama. Já em um segundo momento, o contato com a chama ocorreu pelo lado de papel-alumínio. Os alunos foram solicitados a descrever o que ocorreu em cada situação e fazer uma comparação entre os dois momentos do experimento. Em outro questionamento, tiveram que responder se foi possível observar alguma diferença na forma como os materiais sofreram dilatação e como isto poderia ser explicado. As perguntas solicitavam duas práticas epistêmicas distintas: descrição e explicação. O objetivo da atividade foi introduzir uma discussão sobre as diferentes capacidades dos materiais se dilatarem e a partir daí chegar ao conceito de coeficiente de dilatação, o que seria explorado na atividade seguinte.

Vejamos, no Quadro 1, o momento inicial da discussão sobre tais aspectos.

Quadro 1: Excerto do Episódio 2 – Introdução à discussão sobre o aquecimento da lâmina papel-alumínio – papel sulfite (00:10:17-00:12:12).

Categoria epistêmica	Falas
Elaboração	Professor ((exibindo o vídeo do experimento)): A gente tem o quê? Uma lâmina, né, de materiais diferentes, papel-alumínio, papel e papel-alumínio no outro lado. E aí no primeiro momento o que que acontece? O lado que tem o papel comum, ele é exposto à chama da vela. Num segundo momento é o lado que tem o papel-alumínio que é exposto à chama da vela. Bem simples, né? E aí, o que que a primeira pergunta faz com que a gente reflita: ela pergunta o que que acontece nesse primeiro momento, né? Ou seja, quando a parte de papel ficou voltada pra vela. E aí o que que aconteceu? Quem que pode externar o que que foi que aconteceu?
Comunicação – Descrevendo	A8: Ali foi a reação do material com o aumento da temperatura. Eu sei que quando bota o papel no fogo, ele queima, mas o papel-alumínio eu não sei, então provavelmente, foi ele que teve essa reação de dobrar. Só que ele sempre dobrava com o papel voltado pro centro do espiral, enquanto o alumínio ficava pro lado de fora. A8: Tá sem áudio ((dirigindo-se a A3)) A3 ((pelo chat)): O alumínio se contraiu voltado para o papel (acho que foi esse lado)

Fonte: Elaborado pelos autores.

O professor, por meio do **movimento epistêmico de elaboração**, reproduz o vídeo do experimento e solicita que os alunos apresentem suas ideias, colocando suas impressões sobre o experimento. O movimento de elaboração consiste em atrair o olhar dos alunos para o fenômeno, a fim de que reflitam sobre ele. Nessa perspectiva, A8 descreve o evento apontando a relação de causa e efeito entre o aumento de temperatura provocado pela chama e a “deformação” da lâmina. Tal aumento, para o aluno, provocaria a queima do papel comum. No entanto, ele não expressa certeza sobre o que ocorreu com o papel-alumínio. Descreve, porém, que o papel-alumínio teve a reação de dobrar. Além disso, A8 chama atenção para o fato de que a dobradura formada mantinha sempre o papel-alumínio no lado externo da espiral, independente do lado de contato da lâmina com a chama da vela. A3 também apresenta tal descrição empírica. Semelhante a A8, os demais alunos não se referem ao fenômeno da dilatação, ainda que no encontro anterior tal fenômeno tenha sido introduzido pelo professor e discutido por meio da análise de situações apresentadas em vídeo. Ademais, o enunciado da questão trazia em si a informação de que os materiais se dilatavam.

A discussão progride nesta direção, em que os alunos vão compartilhando a ideia de que, com o aquecimento, a lâmina se curva sempre com o papel sulfite na parte interna e o alumínio na externa. Neste momento, os alunos mobilizaram a **prática epistêmica descrevendo**. Trata-se de uma descrição empírica, macroscópica, em que, de algum modo, os alunos compartilham e organizam suas impressões, as quais se constituem em dados do experimento apresentado. Posteriormente, o professor adota o **movimento de elaboração-aprofundamento** para que os alunos explicitem mais as suas ideias sobre o experimento, aprimorando-as. O Quadro 2 nos mostra como as intervenções do professor foram fundamentais para esse aprofundamento e explicitação de ideias.

Quadro 2: Excerto do episódio 2 – O que aconteceu com o alumínio, então? (00:14:33-00:15:02).

Categoria epistêmica	Falas
Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: O que aconteceu com o alumínio, então? O que que vocês podem dizer que aconteceu com o alumínio?
Explicando	A8: Eu diria que o alumínio sofreu uma reação física ao aumento de temperatura.
Elaboração (aprofundamento ou avanço)	Professor: Sofreu uma reação, uma transformação física. E que transformação seria essa?
Descrevendo	A8: Hurum. Nem sei dizer, definir isso. Foi dilatação mesmo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A8, inicialmente com dúvida, finaliza afirmando que o alumínio sofreu uma dilatação. A descrição agora, passa a se aprimorar, valendo-se de um conceito – a dilatação.

No decorrer da discussão, porém, os alunos demonstram ter dúvida se o fenômeno observado poderia ser identificado como dilatação do papel-alumínio. Ver com clareza a dilatação linear de um material é algo difícil na prática cotidiana, pois o aumento é algo milimétrico. Além disso, espera-se que o material dilatado, o faça de modo a se projetar longitudinalmente, estirando-se. No experimento, a dilatação do alumínio pode ser inferida por sua curvatura no sentido do papel, já que este tem um coeficiente de dilatação praticamente desprezível. Então, tudo ocorre como se o papel “segurasse” o alumínio, forçando-o a se curvar. Todavia, o que seria uma forma de discutir sobre as diferentes capacidades de dilatação, na verdade não obteve de início tal resposta. Além disso, alguns alunos insistem que o papel sofreria reação química ao se aproximar do fogo, embora isso não tivesse acontecido (a aproximação do papel à chama não fora suficiente). Assim, após retomar o movimento de elaboração, o professor passou a investir no movimento de reelaboração, já que a descrição macroscópica (lâmina curvando-se quando aquecida) ou conceitual (a lâmina dilatando-se) carecia de sentido para eles.

Quadro 3: Excerto do Episódio 2 – Por quê a lâmina papel-alumínio – papel sulfite se enrola? (00:15:47-00:17:09).

Categoria epistêmica	Falas
Elaboração	Professor: Seria dilatação. Mas é, seria contração? Não, né? Dilatação ou contração?
Comunicação – Explicando	A8: Acho que contração seria o papel que ia perder umidade. Inicialmente, né?
Comunicação – Descrevendo	A3 ((pelo chat)): Também acho que ele foi carbonizado. A6 ((pelo chat)): O papel alumínio pareceu se contrair.
Elaboração	Professor: Certo. Eu tô é perguntando contração porque A3 colocou: como se o papel... como se o papel estivesse resistindo a contração do papel-alumínio. Mas o papel-alumínio está se dilatando ou se contraindo? É pro grupo todo, certo?
Comunicação – Descrevendo	A7: Se dilatando. A3 ((pelo chat)): Aí me pegou. A6 ((pelo chat)): Na teoria ele está dilatando.
Elaboração (aprofundamento)	Professor: A7, dilatando, né? E dilatar é o que mesmo?
Comunicação – Definindo	A7: Expandir.
Elaboração (aprofundamento)	Professor: Expandir as dimensões, não é? A3 disse: aí me pegou. Na teoria ele está dilatando. Na teoria ou na prática? Ou em ambos?
Proposição - Lidando com situação anômala ou problemática	A6 ((pelo chat)): Só que na prática ficou meio estranho. A8: Na prática a gente vê ele enrolando, não dá pra ter certeza se ele tá se expandindo.
Reelaboração	Professor: Entendi. Mas, por que que ele se enrola então?

Proposição - Lidando com situação anômala ou problemática	A6 (pelo chat): Eu não faço ideia. A8: Eu não faço ideia.
---	--

Fonte: Elaborado pelos autores.

Não há um consenso entre os alunos sobre o ocorrido com o papel-alumínio. Há um conflito entre uma expectativa ancorada em uma teoria e o resultado experimental. Mesmo com a descrição e definição feitas por A7 para o fenômeno, notamos que os demais alunos permanecem incertos. Essa incerteza culminou na mobilização da prática **lidando com situação anômala ou problemática**. Observem que o professor gera espaço para que os alunos elaborem as suas ideias e as tornem claras para a classe e para si mesmos (movimentos de elaboração e elaboração – aprofundamento), até o momento em que os coloca diante do aspecto do fenômeno que permanece obscuro – “[...] Mas, por que que ele se enrola então?”, insistindo para que os alunos reelaborem as suas ideias. No decorrer da discussão, o professor segue adotando o movimento de **reelaboração**, passando pelo movimento de **instrução** ao discutir sobre transformação física e química, como colocado por alguns alunos. Após mais uma exibição do vídeo do experimento, o professor tornou a indagar aos alunos sobre o que teria ocorrido com o papel-alumínio. Vejamos o Quadro 4.

Quadro 4: Excerto do Episódio 2 – O que vocês esperavam que acontecesse? (00:21:54-00:23:26).

Categoria epistêmica	Falas
Reelaboração	Professor: A6 colocou que na teoria ele está dilatando só que na prática ficou meio estranho. Então assim, por que que na teoria está dilatando? Vocês... Teoricamente ele estaria, ele teria que estar se dilatando, não é? Por que? Porque ele foi o quê?
Comunicação – Explicando	A3 ((pelo chat)): Ele recebeu calor. A10: Porque ele foi aquecido, né? Recebeu tempera... mais calor, né?
Confirmação	Professor: Isso.
Proposição - Lidando com situação anômala	A10: A tendência era que se dilatasse e quando se contrai é quando ele perde, né? A6 ((pelo chat)): teve aumento na temperatura.
Compreensão	Professor: Perde o quê? Calor, né? A10: Isso. Professor: Ele teria que se dilatar, mas aí você achou estranho por que vocês esperariam que acontecesse o que com a dilatação?
Proposição - Lidando com situação anômala ou problemática	A10: Acho que assim, o comprimento aumentasse, algo do tipo. Sabe?

Compreensão	Professor: Certo. E ali parece que não fica claro se o comprimento aumentou ou não, não é?
Proposição – Lidando com situação anômala ou problemática	A10: É porque ele meio que se enrola, aí ficou confuso.
Reelaboração	Professor: Ele se enrola, certo. Ali tem dois materiais, não é? O papel sulfite e o papel-alumínio, não é? É, os dois teriam... com o calor ambos podem se dilatar?
Comunicação – Explicando	A8: Sim, só que o papel pode ter uma reação química, né? Que ele é...

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse último trecho podemos ver que o professor adota frequentemente o movimento de **compreensão**, buscando entender as ideias apresentadas pelos alunos. O movimento de **reelaboração** foi instaurado pelo professor ao fazer os alunos repensarem sobre aspectos desconsiderados ou subestimados. Nesse movimento, o professor chama atenção para o fato de que tanto o papel sulfite quanto o papel-alumínio tiveram contato com o calor produzido pela chama da vela e que, portanto, ambos sofreram dilatação. A concepção de que os dois materiais sofreram dilatação é fundamental para que os alunos, a partir daí, passem a explicar porque o alumínio ao se dilatar se curva sobre o papel sulfite. O intuito foi fazer com que os alunos chegassem ao entendimento, partindo do que já fora trabalhado nas aulas anteriores, que os dois materiais se dilataram. Alguns alunos, entretanto, como demonstrado por A8, não compartilham desse entendimento, chegando, inclusive, a afirmar que o papel poderia ter sofrido uma reação química.

Essa resistência de alguns alunos em “enxergar” o fenômeno estudado como dilatação, leva o professor a adotar o movimento epistêmico de **instrução** para explicar a reação química de combustão, possibilidade levantada por alguns alunos para o papel sulfite, corrigindo algumas concepções apresentadas pelos alunos.

Em dado momento da discussão, o professor questiona sobre qual dos dois materiais dilataria mais e A3 afirma ser o alumínio. Nesse sentido, em sua própria pergunta o professor já traz a informação de que ambos os materiais se dilatam e que um deles terá maior capacidade de dilatação. A ideia subjacente a essa informação é a de que o olhar para o experimento do aquecimento da lâmina bimetálica deve ser teoricamente orientado pela concepção de que os materiais quando aquecidos sofrem dilatação, posto que tal fenômeno não é, muitas vezes, facilmente perceptível.

O professor trabalha com o movimento de **reelaboração**, partindo do que foi dito pelos alunos sobre os dois materiais dilatarem, para questionar quem estaria se dilatando mais e menos. Ainda mobilizando um movimento de **reelaboração**, o professor utiliza uma analogia entre a lâmina bimetálica e uma corrida de duplas em que um dos componentes corresse menos que o outro, para questionar qual indivíduo teria comportamento análogo ao do papel alumínio e qual teria o comportamento análogo ao do papel sulfite. Após a

intervenção do professor, A8 elabora a hipótese de que o papel sulfite estaria forçando o papel-alumínio a se dobrar. Indagado, pelo professor, sobre o que o levaria a esta ideia, A8 afirma considerar o sentido da dobra que sempre era formada. Os alunos vão, então, elaborando as suas primeiras conclusões. Partindo das ideias alcançadas pelos alunos, o professor explica o fundamento científico do experimento, fazendo uso do movimento de **instrução**. Vejamos no Quadro 5 a transcrição de um excerto deste episódio.

Quadro 5: Excerto do Episódio 2 – Conclusão sobre o comportamento da lâmina papel-alumínio – papel sulfite (00:36:15-00:36:59).

Categoria epistêmica	Falas
Proposição – Concluindo	A6: Então eu estava... A8: Então... como o local... como é... como o papel sulfite acaba sendo menor aí o alumínio acaba circulando ele, formando uma espiral.
Confirmação	Professor: Exatamente. Crescendo, como se fosse crescendo, ele não pode fazendo isso aqui ((gesticulando com as mãos)) aí ele vai crescendo...
Proposição – Concluindo/elaborando hipóteses	A8: Provavelmente se os dois... se os dois tivessem a mesma dilatação, o mesmo coeficiente de dilatação linear, eles poderiam ter... eles poderiam ficar e ficar reto.
Confirmação	Professor: Ah, exatamente! Não se curvar, isso mesmo. Perfeito. É isso. Será que ficou claro pra todo mundo? A3: É, ficou sim. A6: Sim.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após as investidas do professor, A8 conclui que a formação da espiral no experimento ocorre por causa do papel sulfite dilatar menos que o papel-alumínio. O professor concorda com a ideia apresentada. A8 utiliza os conceitos de dilatação e coeficiente de dilatação linear para aprofundar a sua conclusão, elaborando uma hipótese. Importante salientar que o termo ‘coeficiente de dilatação’ não esteve presente em nenhuma discussão até o momento da aula. Todavia, a parte do material instrucional que foi trabalhada pelos alunos em casa trazia a formalização de que é possível mensurar a capacidade de dilatação de um material por uma grandeza denominada coeficiente de dilatação. A discussão final da atividade passa a abordar tal conceito. Assim, neste momento é possível verificar os alunos alcançando novas generalizações, além daquelas já utilizadas para analisar o fenômeno. Eles passam a fazer uso do conceito de coeficiente de dilatação, entendendo-o como uma propriedade específica dos materiais. Vejamos no Quadro 6 um excerto dessa discussão.

Quadro 6: Excerto do Episódio 2 – Avançando na discussão sobre o aquecimento da lâmina papel-alumínio – papel sulfite (00:38:23-00:40:24).

Categorias epistêmicas	Falas
Instrução	Professor: E o A6 perguntou, né, anteriormente, será que é uma propriedade específica do alumínio? E aí, será que o coeficiente de dilatação é uma propriedade específica?
Comunicação – Generalizando	A8: Sim, é. A3: Certamente... A8: Quanto maior for a variação de volume, maior variação de temperatura. Como uma ((cada material)) ...sofre variação de volume pra mesma variação de temperatura, eles sofrem... variação de volumes diferentes, os materiais diferentes. Então a gente pode criar uma relação e estabelecer um coeficiente pra cada um deles, definido pra cada material.
Instrução	Professor: (...). A propriedade coeficiente de dilatação é sim uma propriedade específica porque cada material, ele vai se dilatar de uma forma diferente do outro. A propriedade que expressa o quanto esse material dilata é o coeficiente de dilatação. Que é uma propriedade específica sim. Cada material vai ter o seu próprio coeficiente de dilatação. Que foi isso que ficou bem claro, né, com a quarta questão do questionário, do roteiro e aquele texto que veio logo abaixo, que vocês devem ter lido, que falava sobre dilatação e contração.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os episódios aqui discutidos expressam momentos representativos da atividade do experimento da lâmina bimetálica, possibilitando a compreensão de características fundamentais das interações e do fluxo discursivo desenvolvido, tendo em vista as variações das práticas e dos movimentos epistêmicos em diferentes momentos da atividade. A seguir, vamos ampliar a percepção de tal fluxo, considerando como as categorias surgem e se intercalam ao longo do tempo ao longo de toda a atividade, de modo avançar na percepção das relações entre elas, dirigindo-se a uma análise mais longitudinal.

O fluxo dos movimentos e práticas epistêmicas em uma linha do tempo – relações entre as categorias

Antes de iniciarmos a discussão com a linha do tempo, vale ressaltar que, de acordo com os referenciais que utilizamos em nossa pesquisa, em uma perspectiva sociocultural de ensino e aprendizagem, estamos considerando como sujeito epistêmico o grupo de alunos e não alunos isoladamente (Kelly, 2014). Entendemos que as investidas do professor reverberam em um grupo e todas as repostas obtidas em função de tais iniciativas nos ressoam como repostas desse grupo de indivíduos que estão compartilhando significados entre si no plano social da sala de aula, buscando dar sentido ao fenômeno analisado. Não desconsideramos que as enunciações dos alunos individualmente interfiram umas nas outras,

ao contrário, entendemos que elas dialogam entre si. Todavia, reconhecemos que as demandas e investidas do professor aos alunos mobilizam as diferentes respostas as quais, uma vez socializadas, passam a mobilizar entre si novos sentidos, sendo estes externados e devolvidos ao professor que, enquanto autoridade epistêmica, continua a orquestrar a dinâmica discursiva da sala de aula. É nessa perspectiva que discutimos como os movimentos epistêmicos desenvolvidos pelo professor fomentam as práticas epistêmicas apresentadas pelos alunos enquanto um grupo, e como tais práticas retroalimentam os movimentos do professor de forma cada vez mais interrelacional à medida que a discussão avança.

Retirados os momentos destinados aos episódios de agenda e gestão de classe que antecedem e sucedem o primeiro e o último episódio de conteúdo científico, em que o professor trabalha com o tema proposto para a aula, o tempo destinado à discussão sobre o experimento da lâmina bimetálica foi de 31 minutos e 48 segundos (00:31:48), iniciando-se no tempo 00:08:36 e finalizando-se no tempo 00:40:24.

Observando a linha do tempo (Fig. 1), torna-se mais evidente o fluxo das categorias, bem como aquelas que marcam os diferentes momentos da atividade e as relações entre elas. Inicialmente, os movimentos de **elaboração** e **compreensão** tomados pelo professor vêm seguidos praticamente por **descrições** (00:08:36 até 00:14:33). Os alunos respondem às investidas do professor com descrições empíricas sobre o fenômeno, referindo-se, principalmente, ao fato de o alumínio curvar-se sobre o papel sulfite, independente do lado pelo qual a lâmina havia sido aquecida. As **explicações** dos alunos surgem apenas após o movimento de **elaboração-aprofundamento** do professor (a partir do tempo 00:14:33). Elas passam a se intercalar com **descrições**, sendo estas últimas, em sua maioria, mais elaboradas que as descrições iniciais. Com o decorrer da atividade, as explicações vão intensificando a sua frequência, enquanto a descrição diminui.

Surgem também, como resposta ao movimento de elaboração-aprofundamento, as práticas **lidando com situação problemática** e **definição**. Assim, o investimento do professor no sentido de fazer com que os alunos avancem na análise do fenômeno obtém nítidas respostas expressas nas práticas epistêmicas performadas.

No tempo 00:16:53, o professor investe pela primeira vez no movimento de **reelaboração**, o qual passa a se repetir ao longo da discussão. Tal movimento, na maioria das vezes em que aparece, corresponde às investidas em que o professor busca levar os alunos a considerarem que o aquecimento da lâmina produz a dilatação dos materiais que a compõem e que ambos apresentam diferentes capacidades de dilatação. Todavia, como vimos, alguns alunos desde o início assumem outras orientações. A partir daí, observa-se o trabalho do professor com uma variedade de movimentos epistêmicos. Ele trabalha com o movimento de **instrução** (a partir de 00:18:36), abordando as reações de combustão. Após repassar o vídeo do experimento (00:19:35), o professor performa, ainda, os movimentos epistêmicos de **compreensão** e **confirmação** (diante das **explicações** e **hipóteses** apresentadas pelos alunos) que se somam ao movimento de **reelaboração** já instaurado. O movimento de **síntese**, por

meio do qual o professor busca firmar ideias já acordadas na discussão, também aparece. Quanto às práticas epistêmicas, a **elaboração de hipóteses** soma-se às práticas **explicação e lidando com situação anômala ou problemática**, as quais já haviam sido instauradas na discussão. Esta última passa a aparecer de forma mais frequente, indicando que os alunos encaram o problema a ser investigado. As **generalizações** também aparecem frente aos movimentos de **instrução**, algo que se repete, o que indica que os alunos passam a assumir os conhecimentos apresentados pelo professor na análise do fenômeno.

O movimento de **correção** surge apenas na segunda metade da aula (00:24:15), indicando um investimento mais direto do professor no sentido de convergir as ideias dos alunos àquelas cientificamente aceitas. No tempo 00:28:51, o professor apresenta a analogia como estratégia de seu movimento de reelaboração. Tal prática, na forma em que se apresenta neste momento, se mostra fundamental para que os alunos passem a apresentar suas primeiras **conclusões**. Nesse sentido, aparece a prática **avaliando declarações dos outros**, inserida na instância de avaliação, diferindo das demais, as quais se inserem nas instâncias de proposição e comunicação do conhecimento.

A parte final da atividade (a partir do tempo 00:38:12) envolve a prática de **generalização** dos alunos, a qual sucede o movimento de **instrução** do professor. A prática de encarar a situação problemática praticamente desaparece na parte final da aula, indicando que os alunos superam tal situação, chegando a elaborar suas **conclusões**. Nesse momento, a generalização aparece como forma de conclusão em que os alunos passam a considerar as ideias apreendidas da análise do experimento em seus aspectos generalizáveis, os conceitos, e, portanto, aplicáveis a outros fenômenos. Eles dão sentido à espiral formada pela lâmina frente ao aquecimento, fazendo uso dos conceitos de dilatação e coeficiente de dilatação e, posteriormente, passam a entender tal coeficiente como uma propriedade específica dos materiais.

A variação nas práticas epistêmicas, evidenciando o olhar dos alunos para os aspectos específicos e generalizáveis do fenômeno, caracteriza uma atitude epistêmica requerida e fundamental nas aulas de ciências. Por meio da linha do tempo, é possível verificar como tais práticas, indicativas da evolução das ideias dos alunos em sua análise acerca da dilatação da lâmina bimetálica, surgem e dão lugar umas às outras em sua relação com os movimentos epistêmicos performadas pelo professor.

IV.2 Análise Quantitativa

Na análise qualitativa que apresentamos, pudemos compreender, contando com as transcrições de episódios representativos do desenvolvimento da atividade e linha de tempo, como as categorias surgiam e davam lugar umas às outras no fluxo das interações e, ainda, as relações entre elas. Por meio da análise quantitativa que passamos a apresentar, poderemos perceber o peso de cada categoria, posto que teremos acesso aos percentuais de tempo que cada uma delas ocupou em relação ao tempo total destinado à atividade da lâmina bimetálica.

ME	Elaboração 08:36-09:38	NC	Apresentação do vídeo 09:38-10:17	ME	Elaboração 10:17-11:26	PE	Descrevendo 11:26-12:12	NC	Problemas com o microfone 12:12-12:37			
PE	Descrevendo 12:37-12:38	ME	Elaboração 12:38-13:40	ME	Compreensão 13:40-14:05	PE	Elaborando hipóteses 14:05-14:06	PE	Descrevendo 14:06-14:14			
ME	Compreensão 14:14-14:24	PE	Descrevendo 14:24-14:33	ME	Elaboração - Aprofundamento 14:33-14:37	PE	Explicando 14:37-14:43	ME	Elaboração - Aprofundamento 14:43-14:55			
PE	Descrevendo 14:55-15:02	ME	Elaboração 15:02-15:32	ME	Compreensão 15:32-15:41	PE	Descrevendo 15:41-15:43	PE	Explicando 15:43-15:47			
ME	Elaboração 15:47-15:54	PE	Explicando 15:54-16:01	PE	Descrevendo 16:01-16:08	ME	Elaboração 16:08-16:27	PE	Descrevendo 16:27-16:30			
ME	Elaboração - Aprofundamento 16:30-16:35	PE	Definindo 16:35-16:38	ME	Elaboração - Aprofundamento 16:38-16:47	PE	Lidando com situação anômala ou problemática 16:47-16:53	ME	Reelaboração 16:53-17:04			
E dilatar é o que mesmo?					Os alunos enfrentam a situação problemática							
PE	Lidando com situação anômala ou problemática 17:04-17:09	ME	Reelaboração 17:09-17:12	PE	Descrevendo 17:12-17:17	ME	Síntese 17:17-18:36	ME	Instrução 18:36-19:15			
Os alunos enfrentam a situação problemática												
PE	Generalizando 19:15-19:18	ME	Instrução 19:18-19:35	ME	Reelaboração 19:35-19:53	NC	Nova apresentação do vídeo 19:53-20:43	ME	Reelaboração 20:43-21:40			
					O professor propõe que os alunos revejam o vídeo							
PE	Descrevendo 21:40-21:51	PE	Lidando com situação anômala ou problemática 21:51-21:54	ME	Reelaboração 21:54-22:20	PE	Explicando 22:20-22:32	ME	Compreensão 22:32-22:45			
			Os alunos organizam a percepção da situação problemática		O professor busca retomar a ideia de que as lâminas receberam calor							
PE	Lidando com situação anômala ou problemática 22:45-22:50	ME	Compreensão 22:50-22:54	PE	Lidando com situação anômala ou problemática 22:54-22:57	ME	Reelaboração 22:57-23:19	PE	Elaborando hipóteses 23:19-23:26			
Os alunos organizam a percepção da situação problemática					O professor retoma/introduz a ideia de que ambos os materiais podem se dilatar		"...o papel pode ter uma reação química, né?" (ignora a investida do professor)					
ME	Confirmação 23:26-23:32	PE	Explicando 23:32-23:39	PE	Elaborando hipóteses 23:39-23:40	ME	Instrução 23:40-24:05	PE	Generalizando 24:05-24:08			
					O professor passa a retomar as ideias sobre reação química e de combustão							
ME	Confirmação 24:08-24:15	ME	Correção 24:15-24:24	PE	Descrevendo 24:24-24:25	ME	Correção 24:25-24:41	PE	Elaborando hipóteses 24:41-24:49			
		O papel não queimou		Insiste que pode ter havido uma reação química com o papel ("...saiu um vaporzinho.")		Não mostrou uma queima						
ME	Reelaboração 24:49-25:09	PE	Explicando 25:09-25:11	ME	Confirmação 25:11-25:18	PE	Generalizando 25:18-25:20	ME	Instrução 25:20-25:32			
O professor retoma a ideia de que os materiais se dilatam e questiona aos alunos se os dois materiais teriam a mesma capacidade de dilatação												
PE	Generalizando 25:32-25:35	ME	Síntese 25:35-25:44	PE	Explicando 25:44-25:56	ME	Síntese 25:56-26:23	PE	Explicando 26:23-26:38			
ME	Compreensão 26:38-26:49	PE	Explicando 26:49-26:58	ME	Correção 26:58-28:05	ME	Reelaboração 28:05-28:40	PE	Explicando 28:40-28:51			
ME	Reelaboração 28:51-29:49	PE	Elaborando hipóteses 29:49-29:55	ME	Reelaboração 29:55-30:02	PE	Concluindo 30:02-30:09	ME	Reelaboração 30:09-30:43			
PE	Criticando declarações de outros 30:43-30:52	ME	Síntese 30:52-31:31	ME	Reelaboração 31:31-32:48	PE	Explicando 32:48-33:40	ME	Síntese 33:40-34:32			
PE	Descrevendo 34:32-34:34	PE	Lidando com situação anômala ou problemática 34:34-35:03	ME	Instrução 35:03-36:15	PE	Concluindo 36:15-36:25	ME	Confirmação 36:25-36:32			
PE	Concluindo 36:32-36:43	ME	Confirmação 36:43-36:59	ME	Síntese 36:59-37:52	ME	Instrução 37:52-38:12	PE	Generalizando 38:12-38:23			
ME	Instrução 38:23-38:43	PE	Generalizando 38:43-39:24	ME	Instrução 39:24-40:24	NC	Gestão e manejo de classe 40:24-40:42	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Prática Epistêmica</td> </tr> <tr> <td>Movimento Epistêmico</td> </tr> <tr> <td>Não Categorizado</td> </tr> </tbody> </table>		Prática Epistêmica	Movimento Epistêmico	Não Categorizado
Prática Epistêmica												
Movimento Epistêmico												
Não Categorizado												

Fig. 1 – Linha do tempo das categorias epistêmicas. Fonte: os autores.

Abaixo apresentamos o Gráfico 1, em que aparecem os percentuais dos movimentos epistêmicos. O movimento de reelaboração foi o que mais prevaleceu, com um percentual de 26,71% do tempo total. Em seguida, aparece o percentual relativo ao movimento de instrução, com 19,23 %. Tais percentuais indicam o investimento do professor em orientar o olhar dos alunos a fim de que considerassem concepções científicas já trabalhadas em sala de aula, diante de um experimento que se constituiu em evidência empírica controversa. Nesse sentido, o professor buscou gerar espaço para que os alunos refletissem sobre os seus pontos de vista, instigando-os a levarem em conta aspectos desconsiderados, e apresentou novas informações como forma de suporte para o avanço da discussão. Os demais movimentos de maior ocorrência foram os de elaboração e síntese com, respectivamente, 18,07% e 18,80%. Assim, fica claro o movimento inicial do professor em explorar as concepções prévias dos alunos (movimento de elaboração) e em um momento posterior investir em promover o avanço de tais ideias em direção àquelas cientificamente aceitas (movimentos de reelaboração e instrução). O movimento de síntese, como pudemos verificar, apareceu associado ao movimento de reelaboração, marcando mais tal investimento do professor. O movimento de elaboração aprofundamento foi o menor registrado, com 2,18%. Esse movimento corresponde a um avanço do movimento de elaboração, em que os alunos expressam livremente as suas concepções e o professor busca entendê-las, para àquele em que o professor tenta possibilitar que os alunos elaborem melhor as suas ideias na perspectiva em que é apresentada.

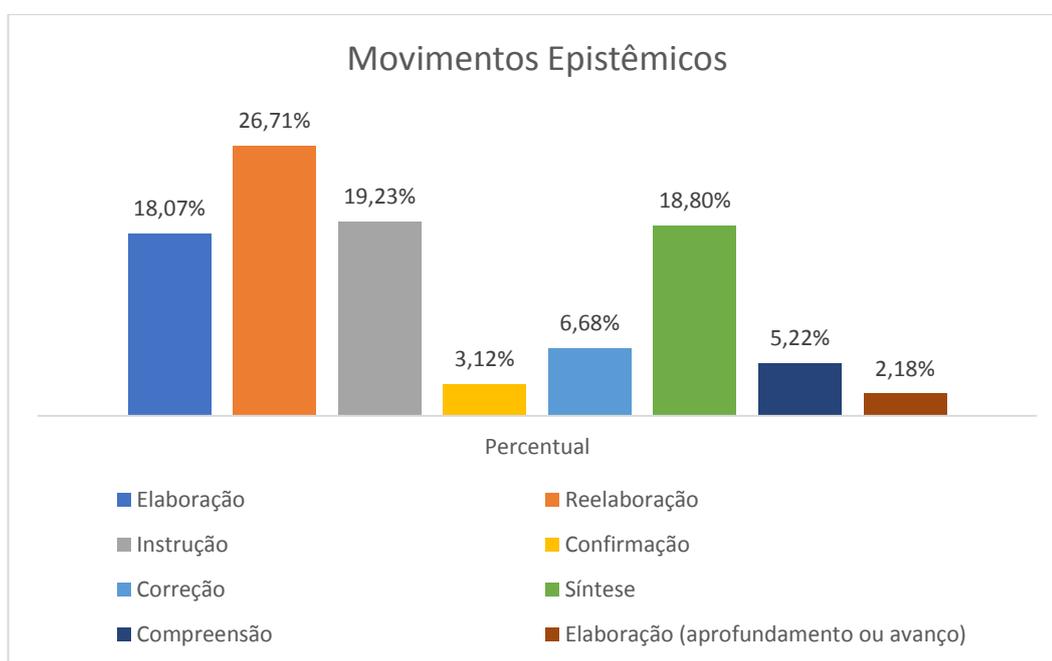


Gráfico 1 – Percentuais dos movimentos epistêmicos. Fonte: Elaborado pelos autores.

Com relação às práticas epistêmicas, podemos perceber, no Gráfico 2, que prevaleceram as práticas explicando, descrevendo e generalizando com, respectivamente,

32,93%, 24,52% e 15,14%, as quais se inserem na instância de comunicação do conhecimento. Tais práticas expressam a linguagem social da ciência escolar (Mortimer; Scott, 2003), surgindo quando os alunos buscam dar sentido aos fenômenos, debatendo suas ideias juntos aos colegas e ao professor. Além destas, temos ainda a prática definindo, com percentual bastante reduzido (0,72%). Tal prática pode ser entendida como um caso particular da generalização, posto que não se alia a eventos ou objetos específicos do conhecimento, mas a uma classe destes (Silva; Mortimer, 2008).

Seguindo às práticas de explicação, descrição e generalização, aparece a prática lidando com situação problemática (12,26%), a qual representa os momentos em que os alunos percebem e encaram o problema, sendo este expresso pelo desacordo entre suas expectativas e os dados experimentais. As práticas concluindo e elaborando hipóteses aparecem com percentuais muito próximos, 6,73% e 5,53%, respectivamente. Assim, podemos perceber que, apesar de a elaboração de hipóteses ter marcado vários momentos da atividade, diferentemente da prática concluindo, o fez de forma discreta, tomando pouco tempo nas enunciações dos alunos. As práticas lidando com situação problemática, concluindo e elaborando hipóteses se inserem na instância de proposição do conhecimento (24,52%), instância esta que se configura com um menor percentual que a de comunicação do conhecimento (73,31%). A instância de avaliação (2,16%), com o menor percentual dentre as três, é marcada apenas pela prática criticando declarações de outros, que aparece, conforme comentamos, pontualmente, apenas na parte final da atividade.

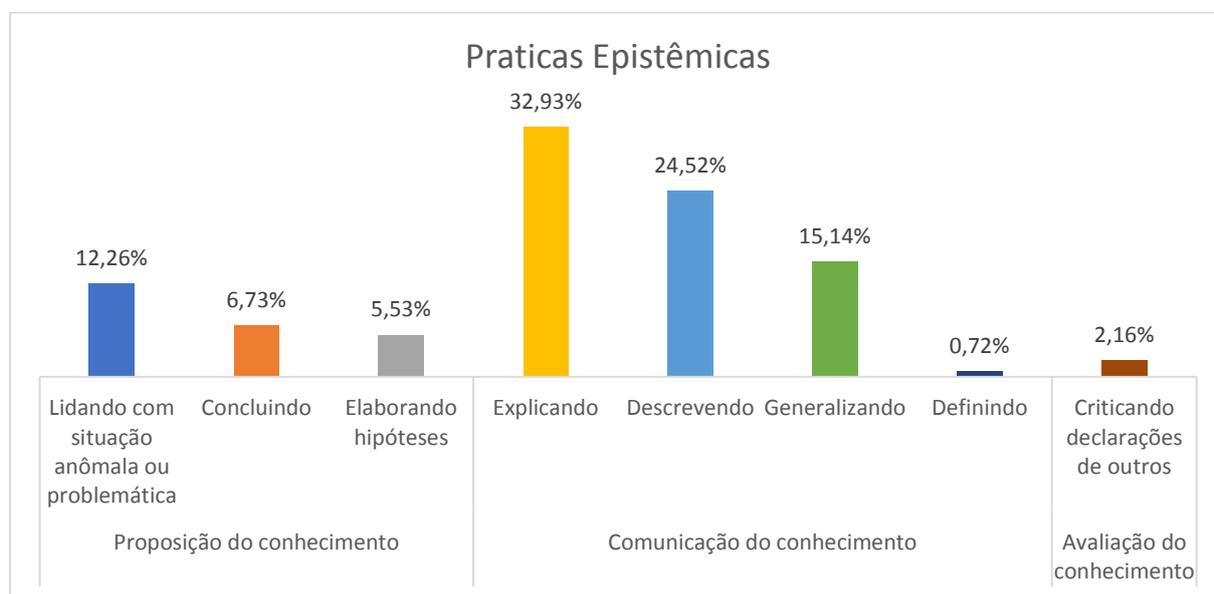


Gráfico 2 – Percentuais de Práticas Epistêmicas. Fonte: Elaborado pelos autores.

O predomínio das práticas na instância de comunicação do conhecimento, em que os alunos debatem seus pontos de vista, mediados pelo professor, prioritariamente descrevendo,

explicando e generalizando em torno dos dados experimentais dispostos por meio de vídeo, alia-se à estrutura da atividade desenvolvida virtualmente. Semelhante ao que ocorreu em outras aulas da sequência de ensino investigativa, o vídeo do experimento foi apresentado aos alunos e a partir daí, tendo em vista os questionamentos propostos no roteiro da atividade, instaurou-se a discussão com toda a turma junto ao professor. Esse formato certamente compromete o desenvolvimento de determinadas práticas da instância de proposição do conhecimento da forma como aparecem aqui definidas, contribuindo para o aumento dos percentuais nas demais instâncias.

Quanto à instância de avaliação do conhecimento, entendemos que a redução do seu percentual se relacionou mais diretamente à interação dos alunos com o experimento, mediada pelo professor, e não ao formato virtual da aula por si. Ao longo da atividade não foram elaboradas distintas explicações e conclusões para os resultados experimentais de modo a gerar um debate dos alunos com argumentos a fim de ponderar sobre aquelas mais plausíveis. Ainda que diferentes explicações tenham sido apresentadas, os alunos não defendiam um ponto de vista em detrimento de outros, pois pareciam não estar seguros de suas próprias asserções. Na maior parte do tempo, estavam todos empenhados em elaborar conjuntamente uma explicação consistente. Assim, as ideias apresentadas foram reformuladas adquirindo gradativamente legitimidade contando com o aval do professor, que resolveu dar um caráter mais diretivo em suas intervenções a partir de dado momento da aula. É nessa perspectiva que entendemos o baixo percentual para a instância de avaliação do conhecimento. Ressaltamos, ainda, que isso não aconteceu em todas as aulas da sequência. Enfim, na atividade aqui discutida houve o predomínio da instância de comunicação, com as práticas já apontadas.

Há que se considerar também que, no formato virtual, ao menos como tem sido comumente conduzido e como ocorreu em nossa pesquisa, todas as interações envolvem a presença do professor. Os alunos não discutem entre si em pequenos grupos, como é comum acontecer nas aulas presenciais. Isso pode impactar no processo mais consistente de defesa e embate de diferentes pontos de vista, pois as ideias não foram discutidas e legitimadas nos pequenos grupos antes de serem apresentadas a toda turma.

Todavia, o que reconhecemos como relevante destacar neste ponto, é que, se o formato virtual estabelece algumas limitações para o desenvolvimento de práticas epistêmicas, estas não são impossíveis de serem realizadas em uma sala de aula virtual, como bem mostram os resultados de nossa pesquisa.

Outro aspecto que merece consideração é o razoável percentual relativo à prática de generalização, o que indica como as discussões que giravam em torno de eventos específicos acabam ganhando *status* de conhecimentos que podem ser aplicados a outros eventos semelhantes, ou seja, a análise desenvolvida atinge os aspectos generalizáveis do fenômeno investigado, o que marca uma característica do discurso da ciência e da ciência escolar.

V. Considerações finais

A análise que apresentamos neste artigo focalizou as interações discursivas de um grupo de alunos junto ao professor em torno do experimento da lâmina bimetálica. Tal experimento é bastante divulgado em livros didáticos e certamente compõe as aulas de diversos professores de Física na Educação Básica. A discussão dos alunos em torno de tal experimento em nossa pesquisa adquiriu um *status* controverso (Latour, 2000) visto que a sua análise, longe de ser consensual, gerou diferentes interpretações pelos alunos. Abordado na perspectiva investigativa, o experimento mobilizou uma variedade de práticas e movimentos epistêmicos.

A curvatura da lâmina frente ao aquecimento constituiu-se em algo inesperado pelos alunos, instigando uma intensa discussão que, após o movimento de elaboração, envolveu o investimento do professor no movimento de reelaboração, aliado aos de instrução, correção e síntese, para que os alunos pudessem orientar o seu olhar na perspectiva científica, avançando em suas interpretações. Tais movimentos foram fundamentais para o estabelecimento desse entendimento.

Ao longo de nossa análise, verificamos em muitos momentos que, após o movimento de elaboração, no qual o professor solicitava que ideias e entendimentos fossem expostos, as falas dos alunos apresentavam, ainda que na direção científica, colocações pouco estruturadas. Diante disso, o professor adotou ações que visavam o aprofundamento dessas ideias. Tais ações não puderam ser enquadradas como reelaboração, pois não objetivavam uma modificação ou uma problematização do pensamento inicial que fora apresentado. Tampouco, como elaboração, pois era nítido que o olhar inicial sobre o fenômeno já estava configurado e explicitado. Assim, sentimos a necessidade de gerar uma nova categoria de movimento epistêmico denominada de elaboração-aprofundamento. Esse movimento epistêmico corresponde às ações do professor que visam aprofundar ou permitir um avanço nas ideias apresentadas pelos alunos na direção já indicada por eles, como aconteceu em nosso caso.

A aula analisada denota um protagonismo dos alunos para elaborar descrições e explicações sobre o fenômeno explorado, fazer uso de generalizações e elaborar outras novas. Tais ações expressam-se nos maiores percentuais das práticas explicando, descrevendo e generalizando, situadas na instância de comunicação do conhecimento. Estas práticas associam-se às estratégias do professor ao propor a análise dos fenômenos por meio do movimento de elaboração, o qual, à medida que a aula progredia cedia espaço para os movimentos de elaboração-aprofundamento e reelaboração. Tais movimentos, em conjunto, prevaleceram na aula, indicando o esforço do professor para que os alunos elaborassem ideias cientificamente aceitas.

A maior ocorrência de práticas epistêmicas na instância social de comunicação do conhecimento relaciona-se, ainda, à estrutura da aula associada ao ambiente virtual, em que os experimentos foram apresentados aos alunos por meio de vídeo, o que diminuiu as possibilidades de práticas na instância de proposição do conhecimento. Com relação à

instância de avaliação, houve um percentual mínimo relacionado à prática de analisar as conclusões próprias e de outros. Sobre isso, consideramos que, mesmo quando os alunos apresentavam diferentes explicações, na maior parte do tempo não estavam empenhados em sua defesa ou na crítica daquelas apresentadas pelos colegas, mas em uma construção coletiva que envolvia a legitimação pelo professor. Isso certamente reduziu o percentual relativo à instância de avaliação do conhecimento.

Nesse ponto, torna-se importante considerar o quanto o formato virtual da aula configurou algumas características da atividade desenvolvida e as possibilidades de práticas e movimentos epistêmicos. Apesar de a sequência de ensino ter sido desenvolvida de maneira que os alunos não se reunissem fisicamente em torno do experimento, o processo investigativo foi possibilitado com a presença de dados, por meio de vídeos, fotos e textos. Em um contexto social que foi desafiador para educadores em todo o mundo, com as limitações inerentes ao meio utilizado, foi possível verificar o engajamento dos alunos com o desenvolvimento de práticas epistêmicas desencadeadas em função das intervenções feitas pelo professor. Assim, consideramos a possibilidade de realização de práticas epistêmicas em ambientes virtuais, levando-se em conta a importância de preservar o espaço interativo e social que caracteriza uma comunidade relevante na realização de práticas que são reconhecíveis e acordadas pelos seus membros.

Enfim, esperamos que os resultados e a metodologia empregada em nossa pesquisa possam inspirar o investimento em pesquisas sobre o tema em diferentes ambientes de aprendizagem.

Os resultados obtidos nesta pesquisa nos sugerem o investimento na análise de práticas epistêmicas em diferentes contextos de ensino e aprendizagem, sobretudo virtuais, a fim de verificar as potencialidades e limitações deles, de modo a fomentar a reflexão das comunidades de pesquisa e pedagógica sobre o tema.

Referências bibliográficas

ARAÚJO, A. O. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de Química**. 2008. 144 f. (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, UFMG, Belo Horizonte.

FREIRE, F. A. **Práticas epistêmicas e argumentação em uma atividade investigativa de física**. 2021. 223 f. (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2021.

FREIRE, F. A.; SILVA, A. C. T.; BORGES, D. R. Práticas epistêmicas na construção e justificação dos saberes pelos alunos. **Scientia Plena**, [s. l.], v.10, n. 4(B), p.1-10, mar. 2014. Disponível em: www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1931. Acesso em: 05 abr. 2020.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. A argumentação sobre questões sócio-científicas: processos de construção e justificação do conhecimento na aula. *In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS*, V, 2005, Bauru. **Atas [...]**. Bauru: ABRAPEC, 2006. CD-ROM.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. *et al.* D. Epistemic practices: an analytical framework for science classrooms. *In: ANNUAL MEETING OF AMERICAN EDUCATIONAL RESEARCH ASSOCIATION (AERA)*. New York, 2008. **Proceedings of AERA 2008**. New York: AERA, 2008.

KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. *In: DUSCHL, R.A.; GRANDY, R. E.* (Eds.). **Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation**. Rotterdam, Holand: Taipei Sense Publishers, 2008. cap. 8, p. 99-117.

KELLY, G. J. Scientific literacy, discourse, and epistemic practices. *In: LINDER, C.; ÖSTMAN, L; ROBERTS, D. A.; WICKMAN, P.; ERIKSON, G.; McKINNON, A.* (Eds.). **Exploring the landscape of scientific literacy**. New York: Routledge, 2011. cap. 5, p. 61-73.

KELLY, G. J. Discourse Practices in Science Learning and Teaching. *In: LEDERMAN, N. G.; ABELL, S. K.* (Eds.). **Handbook of Research on Science Education**. New York: Routledge, 2014. v. 2, cap. 17, p. 321-336.

KELLY, G. J. Learning science: Discourse practices. *In: WORTHAM, S.; KIM, D.; MAY, S.* (Eds.). **Discourse and Education**. Encyclopedia of Language and Education. 3. ed. New York: Springer, 2017. p. 223-237.

KELLY, G. J.; CHEN, C.; CRAWFORD, T. Methodological considerations for studying science-in-the-making in educational settings. **Research in Science Education**, v. 28, n. 1, p. 23-49, 1998.

KELLY, G. J.; CRAWFORD, T.; GREEN, J. Common task and uncommon knowledge: dissenting voices in the discursive construction of physics across small laboratory groups. **Linguistics and Education**, New York, v. 12, n. 2, p. 135-174, 2001.

KELLY, G. J.; DUSCHL, R. A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. *In: ANNUAL MEETING OF THE NATIONAL ASSOCIATION OF RESEARCH IN SCIENCE TEACHING (NARST)*, 75., 2002, New Orleans. **Proceeding of the NARST Annual Meeting**. Reston: NARST, 2002.

KELLY, G. J.; LICONA, P. Epistemic Practices and Science Education. *In*: MATTHEWS, M. R. (Ed.). **History, Philosophy and Science Teaching: New Perspectives**. Cham: Springer International Publishing, 2018. p. 139-165.

KELLY, G. J.; SEZEN, A. Activity, Discourse, & Meaning Some Directions for Science Education. *In*: Roth, W.M. (Ed). **Re/Structuring Science Education**. Cultural Studies of Science Education, vol 2. Springer, Dordrecht. 2010, p. 39-52.

LATOUR, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora**. São Paulo: Editora da Unesp, 2000.

LEMKE, J. L. **Talking Science: Language, Learning and Values**. Norwood, NJ: Ablex, 1990, 269 p.

LEMKE, J. L. Articulating communities: sociocultural perspectives on science education. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, v. 38, n. 3, p. 296-316, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200103\)38:3<296::AID-TEA1007>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38:3<296::AID-TEA1007>3.0.CO;2-R). Acesso em: 3 fev. 2023.

LIDAR, M; LUNDQVIST, E.; OSTMAN, L. Teaching and learning in the science classroom: the interplay between teachers' epistemological moves and students' practical epistemology. **Science Education**, [s. l.] v. 90, n. 1, p. 148-163, 2005.

LOPES, J. B. *et al.* Instrumentos de ajuda à mediação do professor para promover a aprendizagem dos alunos e o desenvolvimento profissional dos professores. **Sensos**, Porto, v. 2, n. 1, p. 77-91, 2012.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações no Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MORTIMER, E. F.; MASSICAME, T.; BUTY, C.; TIBERGHIE, A. Uma metodologia de análise e comparação entre a dinâmica discursiva de salas de aulas de ciências utilizando software e sistema de categorização de dados em vídeo: parte 1, dados gerais. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, V, 2005, Bauru. **Atas [...]**. Bauru: ABRAPEC, 2006. CD-ROM.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. **Meaning Making in Secondary Science Classroom**. 1.ed. Maidenhead: Open University Press/McGraw Hill, 2003.

NASCIMENTO, E. D. O. **Práticas epistêmicas em atividades investigativas de Ciências**. 2015. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - UFS, São Cristóvão, SE.

OSBORNE, J. F. Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. **Science**, New York, v. 328, p. 463-466, 2010. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1183944>. Acesso em: 10 jan. 2023.

RATZ, S. V. S. **Os aspectos epistêmicos da construção de argumentos em uma sequência didática em ecologia**. 2015. 199 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), USP, São Paulo.

ROTH, W. M.; LAWLESS, D.V. How Does the Body Get Into the Mind?. **Human Studies**, [s. l.], v. 25, p. 333-358, 2002.

SADLER, T.D. Situated learning in science education: Socio-scientific issues as contexts for practice. **Studies in Science Education**, [s. l.], v. 45, p. 1-42, 2009.

SANDOVAL, W. A. Understanding student's practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. **Science Education**, Abingdon, v. 89, n. 4, p. 634-656, 2005.

SILVA, A.C.T. **Estratégias enunciativas em salas de aula de química: contrastando professores de estilos diferentes**. 2008. 476 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, UFMG, Belo Horizonte.

SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. esp., p. 69-96, nov. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s05>. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172015000400069. Acesso em: abr. 2019.

SILVA, A. C. T.; MORTIMER, E. F. Aspectos epistêmicos das estratégias enunciativas em uma sala de aula de química. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: UFPR/DQ, 2008. p. 1-12.

SILVA, A. C. T.; NARDI, R. Argumentos de professores de química e física sobre modelos de ensino: aspectos estruturais, dialéticos e retóricos. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 94-121, 2019.

SILVA, F. A. R. **O ensino de ciências por investigação na educação superior: um ambiente para o estudo da aprendizagem científica.** 2011. 326 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, UFMG, Belo Horizonte, 2011.

SILVA, M. B.; GEROLIN, E. C.; TRIVELATO, S. L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 905-933, 2018. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183905. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4817>. Acesso em: 16 jun. 2022.

VALLE, M. G. **Movimentos e práticas epistêmicos e suas relações com a construção de argumentos nas aulas de ciências.** 2014. 165 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, USP, São Paulo.



Direito autoral e licença de uso: Este artigo está licenciado sob uma [Licença Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).