

Uma análise das práticas e movimentos epistêmicos desenvolvidos em uma aula virtual sobre dilatação térmica

An analysis of the epistemic practices and movements developed in a virtual class on thermal dilatation

Felipe Aragão Freire

UFS – Universidade Federal de Sergipe
felipearagaofreire@hotmail.com

Adjane da Costa Tourinho e Silva

UFS – Universidade Federal de Sergipe
adjane@academico.ufs.br

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. 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.

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 virtual Physics 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, in order 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.

Keywords: epistemic movements, epistemic practices, inquiry-based teaching sequence, thermal expansion, virtual classroom

Introdução

Nas últimas décadas, o movimento construtivista tem tido bastante destaque na área da educação em ciências. As propostas educacionais surgidas inicialmente, inspiradas em sua maioria nos estudos de Piaget, sugeriam apontamentos e/ou caminhos para o ensino de ciências. Para autores como Kelly e Sezen (2010), o modelo de mudança conceitual, como outras propostas inseridas na mesma direção, ao focalizar em demasia o indivíduo como sujeito epistêmico, acabou direcionando até hoje olhares muitas vezes individualistas nas formas de interpretação da cognição.

A mudança do sujeito epistêmico de um indivíduo solitário para um grupo social, em uma perspectiva sociocultural de educação, resulta em novos problemas de ensino e aprendizagem, realoca a percepção de aprendizagem e abre um leque de direções de pesquisa. Com base na teoria da atividade¹, Kelly e Sezen (2010) propõem apontamentos consideráveis para a aprendizagem de ciências, os quais se dirigem para o reconhecimento da comunidade endógena local de conhecedores como sujeito epistêmico, implicando em uma interpretação de aprendizagem como socialização em maneiras de ser, conhecer, interagir e participar.

Tal mudança resulta na necessidade de examinar os processos sociais que determinam o que conta como conhecimento, de considerar uma compreensão comum do significado, de avaliar ideias estabelecidas em contextos históricos e públicos e de reconhecer a importância da avaliação de reivindicações de conhecimento por grupos relevantes. São esses processos sociais que podem se tornar rotineiros e padronizados ao longo do tempo, constituindo-se em 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 e DUSCHL, 2002, p. 19, tradução nossa).

Apresentamos neste trabalho uma análise de parte de uma Sequência de Ensino Investigativa sobre dilatação térmica, a fim de caracterizar as práticas epistêmicas desenvolvidas pelos alunos, bem como os movimentos epistêmicos do professor, em uma sala de aula virtual de Física. Evidenciamos, na análise, as discussões em torno de um experimento simulando uma lâmina bimetálica, o qual dividiu os pontos de vista dos alunos e mobilizou diferentes movimentos epistêmicos.

Aspectos teórico-metodológicos

As categorias analíticas

As ações do professor, entendidas como movimentos epistêmicos, que contribuem para o surgimento de práticas epistêmicas, foram verificadas por meio das categorias utilizadas por Silva (2015). Tais movimentos são: elaboração, reelaboração, instrução, confirmação, correção, síntese e compreensão. Destacamos aqui, por uma questão de espaço, apenas os dois primeiros movimentos, considerando que os demais apresentam denominações, até certo ponto, auto-explicativas. Os movimentos de elaboração correspondem às ações do professor

¹ A teoria da atividade é um paradigma de pesquisa que considera a aprendizagem como construída por grupos sociais. Esta teoria teve origem nas décadas de 1920 e 1930 pelo psicólogo Lev S. Vygotsky, bem como seus alunos Alexei N. Leontiev e Alexander R. Luria, que se concentraram na própria atividade para compreender o desenvolvimento humano.

que possibilitam aos alunos construir um olhar inicial sobre os fenômenos. Trata-se de 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 eventos investigados. Já os de reelaboração são aqueles que instigam os alunos a observarem aspectos até então desconsiderados ou a trazerem à tona novas ideias, favorecendo uma modificação ou uma problematização do pensamento inicial apresentado. Ao logo de nossa pesquisa, geramos uma nova categoria que se coloca entre essas duas, a qual foi denominada de elaboração-aprofundamento. Por meio de tal movimento, o professor visa favorecer um avanço nas ideias apresentadas pelos alunos na direção já indicada por eles. Nesse sentido, os alunos trazem à tona concepções que muitas vezes já estão na perspectiva da ciência escolar.

Para a caracterização das práticas epistêmicas mobilizadas pelos alunos, adotamos o conjunto proposto por Araújo (2008), considerando as instâncias de produção, comunicação e avaliação do conhecimento (KELLY; DUSCHL, 2002). Vale ressaltar que não existe um conjunto finito de práticas epistêmicas já que estas podem ser apropriadas e geradas ao longo de uma gama de objetivos educacionais (KELLY; LICONA, 2018).

Coleta, tratamento e análise dos dados

A aula analisada para este trabalho faz parte de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) aplicada para um grupo de alunos da 2ª série do Ensino Médio do Colégio de Aplicação de uma universidade federal. A SEI, desenvolvida em torno do tema “dilatação térmica”, envolveu três encontros virtuais, cada um com mais de duas horas de duração, e por conta da pandemia do coronavírus precisou ser adaptada e aplicada no formato *on-line* por meio de uma plataforma virtual de videoconferências.

Foi possível obter as gravações em vídeo de todos os encontros, além da troca de mensagens em tempo real por meio do *chat*. Todos os registros foram transcritos e submetidos à análise por meio de um *software*, o Videograph, que nos forneceu percentuais de tempo de emprego de cada categoria utilizada em nossa análise.

Selecionamos para este trabalho um trecho retirado do segundo encontro. Aqui 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 recebido.

Resultados e Discussão

O experimento da “lâmina bimetálica”, abordado em muitos livros didáticos, foi constituído por tiras 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 a parte de papel sulfite voltada para a chama. Já em um segundo momento, o contato ocorreu com a parte de papel-alumínio voltada para a chama. Os alunos deveriam descrever o que ocorreu em cada situação e fazer uma comparação entre os dois momentos do experimento. Um outro questionamento indagou aos alunos se ao analisar os resultados obtidos no experimento foi possível observar alguma diferença na forma como os materiais sofreram dilatação e como isto poderia ser explicado. Vejamos no Quadro 1 o momento inicial da discussão sobre tais aspectos.

Quadro 1: Excerto do Episódio 2 - Discussão sobre o aquecimento da lâmina papel-alumínio - papel sulfite (00:10:17 - 00:12:12)

Categoria	Falas
-----------	-------

epistêmica	
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 quê que acontece nesse primeiro momento, né? Ou seja, quando a parte de papel ficou voltada pra vela. E aí o quê 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. 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. Para A8, o ocorrido no experimento foi decorrente do aumento da temperatura dos materiais. Tal aumento, para o aluno, provocaria uma 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. Também chamou atenção para o fato de que a dobradura formada tinha sempre o papel-alumínio no lado externo, independente do lado de contato da lâmina com a chama da vela. Para A3, o alumínio se contraiu na direção do papel. Semelhante a A8, os demais alunos não se referem à dilatação do papel, ainda que no encontro anterior tal fenômeno tenha sido introduzido pelo professor. 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 na parte externa e o alumínio na interna. Neste momento, os alunos mobilizaram a prática epistêmica descrevendo. Trata-se de uma descrição em que, de algum modo, os alunos organizam os 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. 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 - Discussão sobre o aquecimento da lâmina papel-alumínio - papel sulfite (00:16:08-00:17:12)

Categoria epistêmica	Falas
Reelaboração	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.

Reelaboração	Professor: Expandir as dimensões, não é? A3 disse: aí me pegou. Na teoria ele está dilatando. Na teoria ou na prática? Ou em ambos?
Produção - 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?
Produção - Lidando com situação anômala ou problemática	A6 (pelo chat): Eu não faço ideia A8: Eu não faço ideia.

Fonte: Elaborado pelos autores.

No decorrer da discussão, os alunos demonstraram ter dúvida se o fenômeno observado poderia ser identificado como dilatação do papel-alumínio. Essa dúvida, embora não prevista, passa a ser por nós compreensível. Ver com clareza a dilatação de um material é algo difícil na prática cotidiana, pois o aumento linear 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 visualizada 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. O que seria uma forma de tornar a dilatação do alumínio perceptível, evidente, na verdade não obteve a resposta esperada. 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 para tanto). Assim, o professor passou a investir no movimento de reelaboração, já que os alunos mostravam ter dúvidas sobre o que estava de fato acontecendo.

Não há um consenso entre os alunos sobre o ocorrido com o papel-alumínio. Essa incerteza culminou nos momentos de mobilização da prática lidando com situação anômala ou problemática. No decorrer da discussão, o professor segue adotando o movimento de reelaboração, passando pelo movimento de instrução ao explicar a diferença entre transformação física e reação química. Após mais uma exibição do vídeo do experimento, o professor tornou a indagar aos alunos sobre o que teria ocorrido com o papel-alumínio.

O movimento de reelaboração foi instaurado pelo professor ao fazer os alunos repensarem sobre aspectos desconsiderados. O professor chama atenção para o fato do papel sulfite e do papel-alumínio serem dois materiais que tiveram contato com o calor produzido pela chama da vela. O intuito aqui foi fazer com que os alunos chegassem ao entendimento, partindo do que já fora trabalhado no encontro anterior, que os dois materiais dilataram. Alguns alunos, como demonstrado por A8, não compartilham desse entendimento, chegando, inclusive, a afirmar que o papel poderia sofrer uma reação química.

Essa resistência de alguns alunos em enxergar o fenômeno estudado como dilatação, leva o professor a adotar um movimento epistêmico de instrução para explicar a reação química de combustão. Possibilidade levantada por alguns alunos para o papel sulfite. Posteriormente, o professor questiona para os alunos 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 se dilatar.

O professor trabalha dentro do movimento de reelaboração, partindo do que foi dito pelos alunos sobre os dois materiais dilatarem, para questionar se o papel sulfite, que dilata menos, não estaria segurando o papel-alumínio. Ainda mobilizando um movimento de reelaboração, o professor utiliza uma analogia com corridas de duplas em que um dos componentes corresse

menos que o outro, para questionar qual seria o comportamento do papel-alumínio, uma vez que o outro componente não dilataria tanto. Após a intervenção do professor, A8 elabora a hipótese 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 tipo de dobra que sempre é formada. O professor, partindo das ideias alcançadas pelos alunos, em um movimento de instrução, explica o fundamento científico do experimento.

Quadro 3: Excerto do Episódio 2 - Discussão sobre o aquecimento da lâmina papel-alumínio - papel sulfite (00:36:15-00:36:59)

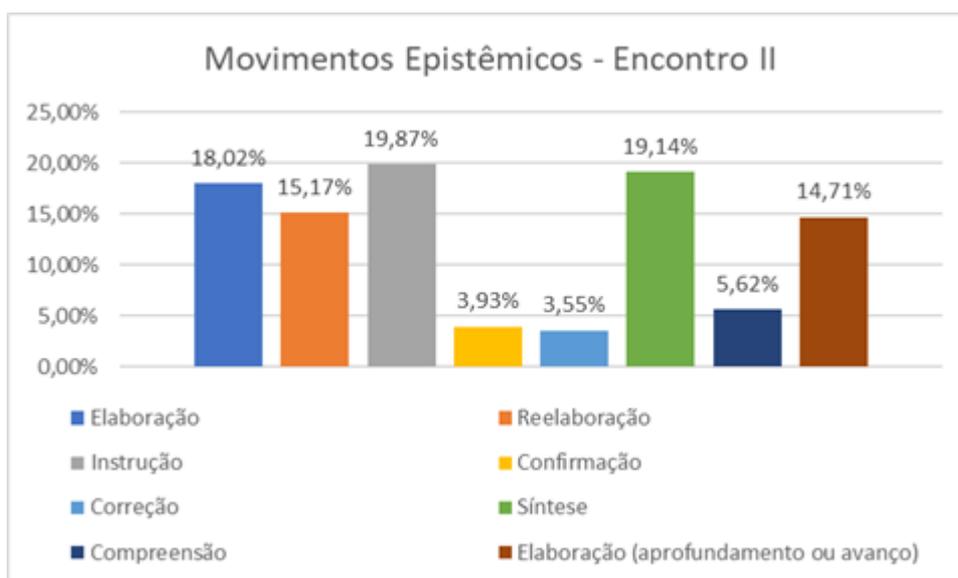
Categoria epistêmica	Falas
Produção – Concluindo	A6: Então eu estava... A8: Então... como o local... como é... como o papel sulfite acaba sendo menor aí o alumínio acaba circulando ele, formando uma espiral.
Confirmação	Professor: Exatamente. Crescendo, como se fosse crescendo, ele não pode fazendo isso aqui aí ele vai crescendo...
Avaliação – Usando conceitos para avaliação de conclusões	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 a explicação dada pelo 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 o conceito de dilatação e coeficiente de dilatação para avaliar a conclusão alcançada, mobilizando a prática epistêmica usando conceitos para avaliação de conclusões. 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.

Abaixo apresentamos o Gráfico 1, em que aparecem os percentuais dos movimentos epistêmicos verificados nesse encontro. O percentual relativo aos movimentos de elaboração – aprofundamento e de reelaboração somados entre si (29,88%) indica um recurso discursivo do professor para convergir as ideias dos alunos àquelas cientificamente aceitas, em uma aula em que parte relevante da mesma envolveu uma discussão sobre um experimento cujos dados não se constituíam naturalmente em evidência empírica para as conclusões que se pretendia alcançar, dando espaço para que os alunos refletissem sobre os seus pontos de vista. Nessa direção, percebe-se também um alto percentual para os movimentos de instrução, em que o professor apresenta novas ideias aos alunos, e de síntese, em que sintetiza, ao longo da aula, os conhecimentos produzidos e acordados nesta comunidade epistêmicas.

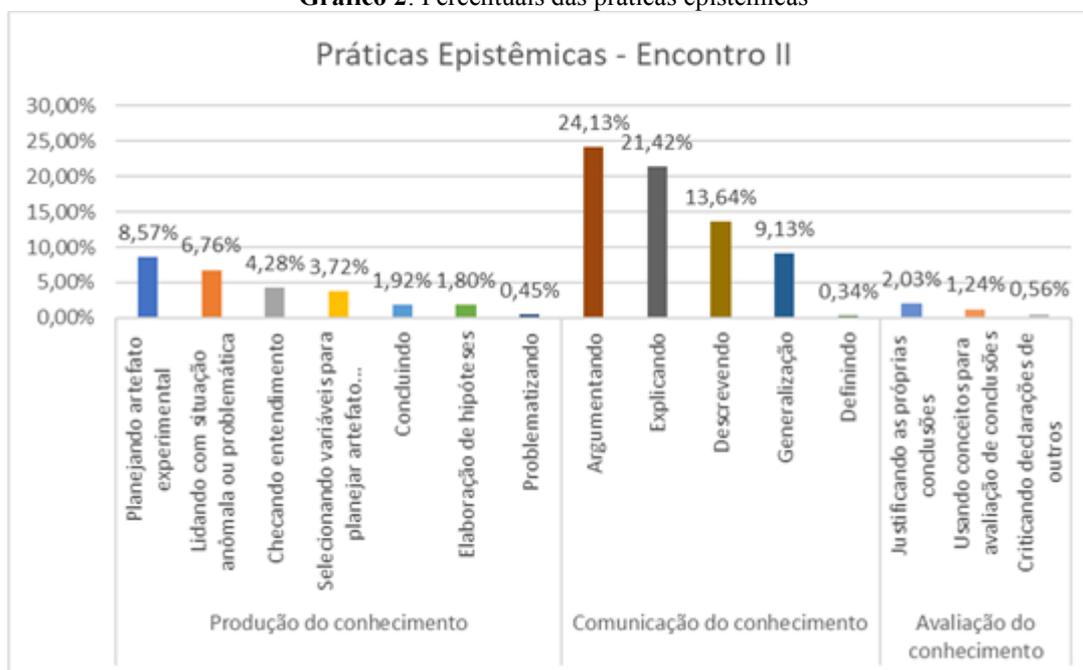
Gráfico 1: Percentuais dos movimentos epistêmicos



Fonte: Os autores.

Fica perceptível no Gráfico 2, 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 argumentando acerca dos dados experimentais dispostos por meio de vídeos em que os experimentos são apresentados. Além disso, o razoável percentual relativo à prática de generalização indica como as discussões que giravam em torno de eventos específicos acabam ganhando status de conhecimentos que podem ser aplicados a outros eventos semelhantes, o que marca uma característica do discurso da ciência.

Gráfico 2: Percentuais das práticas epistêmicas



Fonte: Os autores.

Considerações Finais

A aula analisada denota um protagonismo dos alunos para argumentar, tecer descrições sobre o os fenômenos explorados, elaborar explicações e alcançar generalizações. Tais ações

expressam os maiores percentuais das práticas argumentando, explicando, descrevendo e generalizando, situadas na instância de comunicação do conhecimento. Estas 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 gerava espaço para os movimentos de elaboração-aprofundamento e reelaboração. Tais movimentos, em conjunto, prevaleceram na aula, indicando o esforço do professor na produção de significados cientificamente aceitos.

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 já foram apresentados aos alunos em sua realização, por meio de vídeo, o que diminuiu as possibilidades de práticas na instância de produção. Com relação à instância de avaliação, vale ressaltar que a argumentação (24,13%) pode ser percebida como uma prática epistêmica inserida também nessa instância, já que se presta à justificação dos saberes pelos alunos, bem como à persuasão diante da comunidade de prática. Nesse sentido, pode-se considerar que a instância de avaliação também foi bem contemplada. 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.

Referências

- 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, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- 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.
- _____; 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.
- _____; 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.
- SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 69-96, nov. 2015.