

Aspectos de Natureza da Ciência Presentes no Ensino de Modelos Ácido-Base: Concepções de Docentes do Ensino Médio

Aspects of Nature of Science in Acid-Base Models Teaching: Conceptions of High School Teachers

Resumo

A abordagem do conteúdo de ácido-base no Ensino Médio geralmente se limita às definições, sem focar aspectos de natureza da ciência. Existem cerca de 19 definições ácido-base, que enquanto modelos, podem ser utilizados na produção de novos conhecimentos e desenvolvimento de teorias. Essa diversidade de modelos permitiria trabalhar em sala de aula muitos aspectos *sobre* Ciência. Essa pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de investigar como professores da Educação Básica concebem estes modelos ácido-base e seus conhecimentos *sobre* Ciências relacionados ao tema. Para isso foram realizadas entrevistas semiestruturadas com quatro professores da Educação Básica, com tempo de experiência docente distintos. Os dados das entrevistas foram categorizados e diagramas foram elaborados com a distribuição da frequência de cada categoria. Os diagramas auxiliaram na compreensão das ideias *sobre* Ciências e o conhecimento dos modelos ácido-base que os professores possuíam. De uma maneira geral, os docentes demonstraram conhecer os modelos ácido-base de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis. Contudo, os professores apresentaram ideias limitadas de natureza da ciência relacionadas aos diferentes modelos ácido-base.

Palavras chave: modelos, natureza da ciência, ácido-base.

Abstract

The acid-base approach in high school is generally limited to definitions, without focusing on aspects of the nature of science. There are about 19 acid-base definitions that can be used as models in the production of new knowledge and the development of theories. This diversity of models would allow many aspects of Science to work in the classroom. This research was developed with the objective of investigating how Basic Education teachers conceive these acid-base models and their knowledge about Sciences related to the theme. For that, semi-structured interviews were carried out with four Basic Education teachers, with different teaching experience time. The interviews data were categorized, and diagrams were prepared with the frequency distribution of each category. The diagrams helped to understand the ideas about Science and the knowledge of the acid-base models that the teachers had. In general, the professors demonstrated to know the acid-base models of Arrhenius, Brønsted-Lowry and Lewis. However, the teachers presented limited ideas of a science nature related to the different acid-base models.

Key words: models, nature of science, acid-base.

Introdução:

Um dos temas abordados em aulas de Química são os ácidos e as bases. Reconhecer e relacionar comportamentos ácido e básico a algumas substâncias, suas reações e valores da escala de potencial hidrogeniônico (pH) são alguns dos conhecimentos de conteúdo que os estudantes devem desenvolver. Esse é um conteúdo com grande potencial para abordar aspectos de Natureza da Ciência (NdC) com os estudantes, se consideradas as diferenças teorias e modelos associados a esse tópico. Contudo, tais aspectos geralmente não são abordados no pouco tempo que o professor de Química possui em suas aulas, sendo priorizados os conteúdos científico curriculares.

Diante destas lacunas, o presente trabalho buscou analisar o conhecimento de docentes de química relacionados à natureza do conhecimento sobre os modelos ácido-base, bem como reflexões sobre a prática desses docentes ao ensinar esse conteúdo.

Conceitos importantes:

Os conhecimentos de Natureza da Ciência (NdC) têm sido investigados e debatidos em suas mais diversas relações no contexto da Educação em Ciências. Aprender *sobre* Ciências¹ se torna uma demanda quando pensamos em termos da formação crítico-reflexiva do estudante.

O aprendizado de aspectos sobre como a Ciência é produzida contribuiria para uma educação científica mais autêntica, o que poderia fomentar a formação de cidadãos crítico-reflexivos para a atuação na sociedade (SASSERON; CARVALHO, 2011). Então, essa formação teria o papel de aproximar o estudante da atividade humana que é a construção da Ciência, com seus contextos de produção, limitação e potencialidades.

Nesse contexto, a necessidade de inserir e discutir conhecimentos *sobre* Ciências nos processos de ensino e aprendizagem emerge. Esses conhecimentos devem estar de acordo com o processo real do fazer Ciência.

Allchin (2017) aponta a diversidade de definições para NdC, contudo ele ressalta o consenso entre pesquisadores de educação em ciências sobre a relevância de incluir NdC nos objetivos de ensino de ciências. Como reforça McComas (2017), NdC pode ser considerada “um tipo de processo e produto científico” (MCCOMAS, 2017, p. 71).

Enquanto produtos da Ciência, os modelos científicos chegam em sala de aula por intermédio de modelos curriculares e de ensino² (GILBERT e JUSTI, 2016) que, por vezes, podem gerar, ou reforçar, concepções alternativas³ nos estudantes, quando utilizados de forma incorreta e incoerente com os modelos científicos. O objetivo dos modelos compreendido aqui é auxiliar o pensamento na produção de conhecimento.

O trabalho de Souza e Aricó (2016) aponta para a necessidade de se abordar e discutir aspectos de NdC com o intuito de reduzir as visões distorcidas da Ciência. Este mesmo

¹ Nesta pesquisa, o termo sobre Ciências será entendido como sinônimo de Natureza da Ciência, bem como Santos (2019) fez em seu trabalho.

² Os modelos curriculares são entendidos aqui como modelos que os estudantes devem aprender, enquanto os de ensino são adaptações dos curriculares, com o objetivo de ensino.

³ São ideias equivocadas, incoerentes, aos conhecimentos científicos ensinados.

trabalho organiza as diferentes formas de se pensar em ácidos e bases em um mapa cronológico, que apresenta 19 modelos ácido-base, desenvolvidos desde a metade do século XVII, além de realizar uma revisão bibliográfica dessas ideias. A exemplo das discussões trazidas por estes pesquisadores, podemos explorar o que ocorreu em 1923, com relação a discussões sobre ácido-base, quando foram propostos os modelos de Brønsted, Lowry e Lewis. Os modelos dos químicos dinamarquês Johan Brønsted e britânico Thomas Lowry tinham uma certa semelhança e complementaridade, uma vez que os dois modelos seguiam a lógica dos prótons (por vezes conhecida como Teoria Protônica) e, por isso, são tratados, principalmente, no contexto de ensino como um modelo só: o modelo de Brønsted-Lowry. Contudo, a ideia equivocada de que são o mesmo modelo, ou de que Brønsted e Lowry trabalharam juntos, pode aparecer com certa frequência (CHAGAS, 2000).

Os modelos de Arrhenius, Brønsted, Lowry e Lewis, representam apenas um recorte de uma história extremamente rica em termos de avanços científicos e das condições em que ocorreram esses avanços. Tomar consciência dessa história e transpô-la para a sala de aula contribui para elucidar um pouco da natureza dos modelos ácido-base.

Objetivos e Questões de Pesquisa:

Foram objetivos desta pesquisa i) compreender a visão de docentes sobre o ensino de modelos ácido-base, ii) identificar a concepção de docentes de natureza da ciência e iii) investigar as relações entre a natureza do conhecimento científico e os modelos ácido-base estabelecidas por professores da Educação Básica.

Assim, considerando a relevância dos temas envolvidos neste trabalho e algumas lacunas apontadas na literatura, a presente investigação foi norteada por três questões de pesquisa:

1. Quais concepções de Natureza da Ciência os professores da Educação Básica possuem?
2. Quais modelos ácido-base são apresentados por professores da Educação Básica para os estudantes como pertinentes?
3. Quais relações os professores da Educação Básica estabelecem entre a natureza do conhecimento científico e o ensino de modelos ácido-base?

Metodologia:

Inicialmente foi elaborado um roteiro de entrevista semiestruturada, o qual foi utilizado primeiramente em entrevistas piloto. Essa modalidade de entrevista foi escolhida por se tratar de uma pesquisa qualitativa, na qual era interesse nosso que os docentes entrevistados se sentissem confortáveis e que as respostas não fossem conduzidas a um único ponto em comum. Isto é, o entrevistado foi questionado em um tópico, mas considerando também sua prática docente, ele poderia ter pontos de vista diversos, aspectos que uma entrevista completamente estruturada impossibilitaria emergir (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Após a condução das entrevistas piloto, o roteiro foi revisado por um segundo pesquisador. O roteiro final possuía 13 questões, considerando os diferentes assuntos principais desta pesquisa: modelos ácido-base (seis questões), materiais didáticos (duas questões), Natureza da Ciência (quatro questões) e utilização de modelos no ensino (uma questão).

Posteriormente à elaboração e revisão do roteiro, quatro professores foram selecionados, seguindo os seguintes critérios: (i) estarem no máximo dois anos distante das salas de aula da

Educação Básica; (ii) estarem inseridos em grupos de pesquisa; e (iii) terem vivenciado realidades e contextos de formação inicial, continuada e atuação docente diversas.

Buscando manter o anonimato dos sujeitos e seguindo todas as normas éticas da pesquisa, os entrevistados foram codificados em P1, P2, P3 e P4 (tabela 1).

Tabela 1: Caracterização dos sujeitos da pesquisa.

SUJEITO	IES DE ORIGEM	GRADUAÇÃO	FORMAÇÃO	CONTEXTO	LECIONOU ÁCIDO-BASE?
P1	UFMG	2015	Doutorado em andamento	Escola pública central	Não
P2	UNIFOR	2003	Doutorado em andamento	Escola particular	Sim
P3	UFOP	2013	Doutorado em andamento	Escola pública de periferia	Sim
P4	UFV	2018	Graduado	Escola pública rural	Não

Fonte: autoria nossa.

As falas de cada professor foram categorizadas utilizando os áudios produzidos pelas entrevistas. Essas categorias foram definidas considerando a frequência geral dos temas que surgiram nas falas e os de interesse nesta pesquisa. As oito categorias foram: ácido-base, conhecimentos prévios, contextualização, formação inicial, modelagem, modelos, natureza da ciência e prática docente.

A frequência de cada categoria, em cada entrevista, foi representada em diagrama distribuindo essas categorias ao longo do tempo da entrevista. Assim, esses diagramas representam como, ao longo do tempo da entrevista, os diferentes assuntos foram manifestados pelos professores.

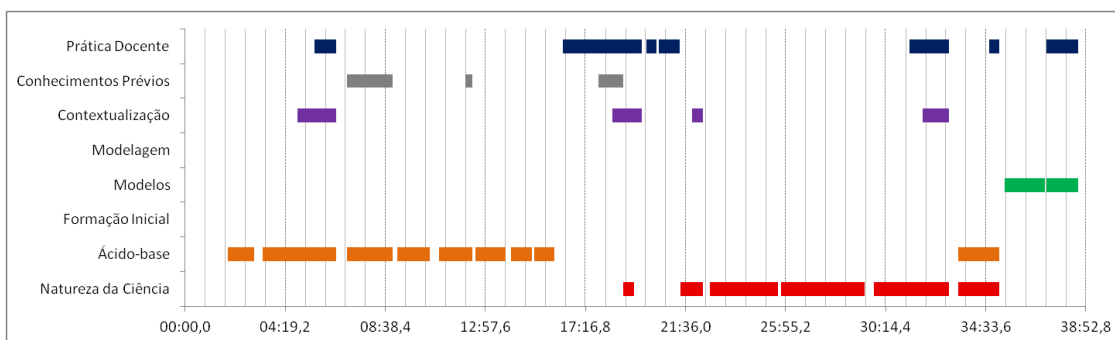
O conteúdo das entrevistas foi analisado de forma interpretativa, bem como as possíveis correlações entre as categorias que os professores possam ter manifestados simultaneamente (COHEN et al., 2007). Os áudios das entrevistas foram então analisados em termos de conteúdo das falas, argumentos apresentados e frequência das categorias expressas durante a entrevista.

Resultados e Discussões:

Os resultados serão apresentados a seguir no formato de diagrama, seguidos da discussão dos principais pontos de cada entrevista.

A partir da análise realizada, o diagrama da entrevista de P1 está representado na figura 1.

Figura 1: Tópicos abordados ao longo da entrevista por P1.



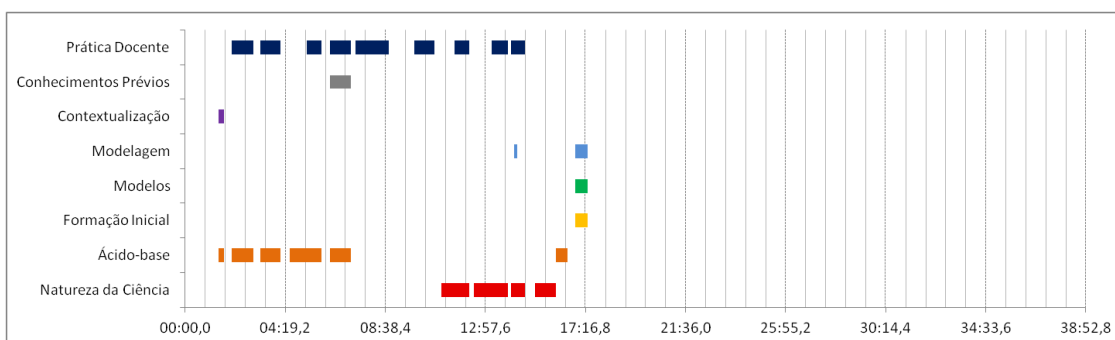
Fonte: autoria nossa.

Nesta entrevista, o professor apontou questões sobre contextualização. A relação que este professor fez com NdC foi muito mais voltada ao contexto em que a Ciência é produzida. Segundo P1, ao trabalhar de forma contextualizada, é importante transpor os momentos e contextos históricos para os atuais.

O primeiro ponto que gostaríamos de discutir dessa fala do professor P1 é o reconhecimento da Química como Ciência que utiliza modelos para trabalhar com o submicroscópico. O outro ponto é a questão da transição entre modelos. No contexto do ensino de ácido-base, ele apresentou a visão de que os modelos científicos são adaptados a modelos de ensino em sala de aula. Dessa forma, essa transição não corresponde a diversas maneiras de se adaptar um mesmo modelo. Segundo esse professor, é importante estar atento ao transitar entre diferentes modelos no contexto do ensino de um tema. Por exemplo, ao ensinar o modelo de Brønsted-Lowry, o professor deve promover a mudança do uso pelo estudante de modos de representação diferentes (como os verbais, concretos ou analógicos) para o fenômeno acidez, e não adaptar o modelo de Brønsted-Lowry nessas diferentes modalidades.

O professor P2 possui maior experiência na Educação Básica e o perfil do diagrama foi o da figura 2.

Figura 2: Tópicos abordados ao longo da entrevista por P2.



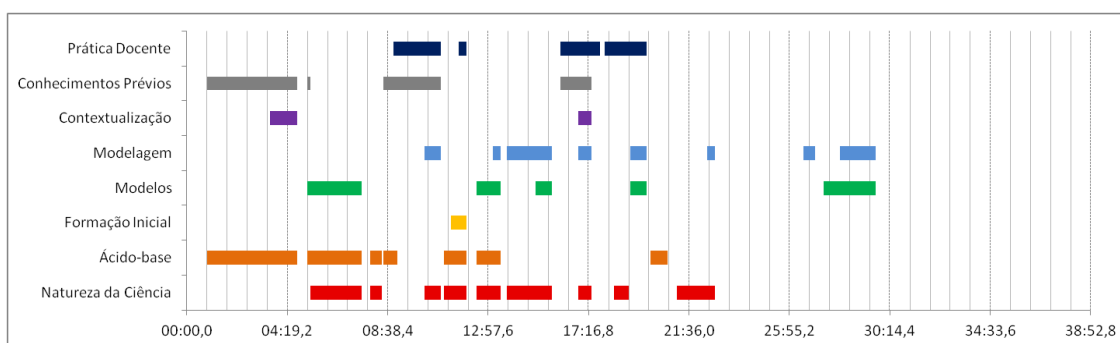
Fonte: autoria nossa.

Em uma entrevista mais curta, P2 foi bem pontual nos assuntos tratados. Durante a entrevista, poucas foram as relações estabelecidas por ele entre as categorias, apesar de ser o professor mais experiente dos quatro entrevistados.

Sua ideia de NdC pareceu distante do que realmente é discutido em Santos (2019). Isto pode ser evidenciado, por exemplo, na seguinte fala de P2: “(...) então, eu acho que a Natureza da Ciência é muito relacionada ao percurso histórico da informação (...)”. Isto indica que sua

ideia de NdC não é sobre um processo de construção do conhecimento e suas diversas interrelações, mas sim apenas da abordagem da perspectiva histórica. P2 se pauta apenas na ideia de incluir em suas aulas as condições nas quais modelos e postulados foram expostos, e não ultrapassa para o domínio de algo processual. Considerando as ideias de Hodson (2014) sobre os objetivos de se ensinar Ciências, NdC enquanto “percurso histórico da informação” não permitiria o desenvolvimento de habilidades inerentes à investigação científica. Podemos inferir que inserir e discutir aspectos de NdC em sala de aula, considerando essa sua ideia de “percurso histórico”, estaria limitado à constatação de fatos históricos. Além disso, este professor não estabeleceu relações entre os conhecimentos sobre Ciências e os modelos ácido-base, o que contrasta com a análise dos dados do professor P3, conforme o diagrama representado na figura 3.

Figura 3: Tópicos abordados ao longo da entrevista por P3.



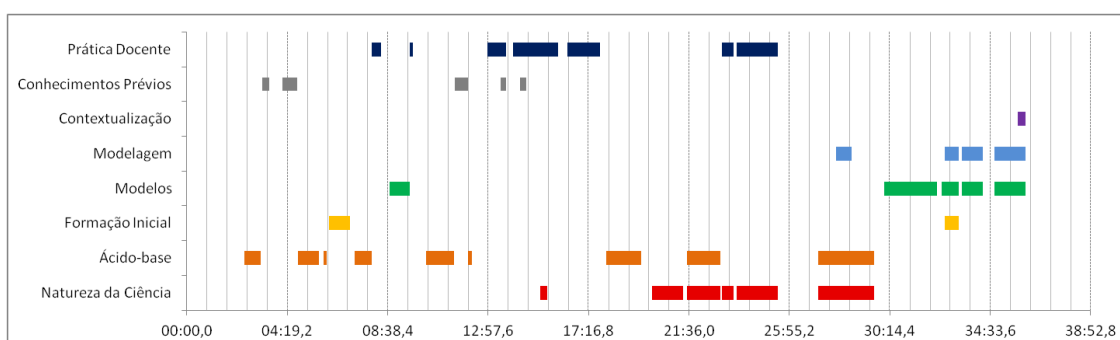
Fonte: autoria nossa.

O professor P3 se preocupa muito mais com ensinar sobre modelos do que em ensinar o conteúdo de um determinado modelo. Sua prioridade não está em desenvolver um modelo mais abrangente com os estudantes, mas em falar sobre o que é esta abrangência, as limitações e as diferentes aplicações de um modelo em contextos diferentes.

Mesmo não sabendo ao certo qual era o modelo de Lavoisier para ácidos, P3 afirmou saber da existência deste, como muitos outros modelos existem, além dos três principais. A preocupação de P3 em sua prática em abordar NdC pode inclusive ter vindo de seu contexto de formação. Este professor conheceu o modelo de Lavoisier e a existência de outros em uma disciplina de sua formação inicial. Além disso, sua participação em um grupo de pesquisa, que trata de temas como NdC pode ter contribuído para a importância dada aos conhecimentos sobre Ciências.

A seguir, o diagrama gerado da entrevista de P4, representado na figura 4.

Figura 4: Tópicos abordados ao longo da entrevista por P4.



Fonte: autoria nossa.

Ressaltamos aqui um momento da entrevista que englobou a discussão de aspectos de NdC envolvendo os modelos ácido-base. P4 não demonstrou tantos aspectos de NdC nos modelos ácido-base, o que para ele é um desafio e acha difícil. Sua ideia de NdC não parece ser bem elaborada, o que corrobora o que Santos (2019) aborda em seu trabalho. Mesmo considerando as limitações de entrevista para a compreensão da complexidade das ideias de uma pessoa, este professor se mostra consciente de suas limitações sobre estes conhecimentos.

De uma forma geral, em termos de conhecimentos sobre Ciências, P4 demonstrou que busca trabalhar aspectos de NdC. O exemplo que ele citou em sua recente experiência se relacionou ao ensino de modelos atômicos. Ao falar desses aspectos de NdC, o professor afirmou que os pontos que ele costuma trabalhar são a mutabilidade da Ciência, o fato de não existir uma verdade absoluta e os conflitos entre cientistas.

Ao serem questionados sobre a relevância que a temática de ácido-base teria para os estudantes, todos os professores afirmaram que ela é relevante para que o indivíduo utilize esses conhecimentos em seu cotidiano. P2 destacou que o professor deve possibilitar a construção de significados relacionando o cotidiano do estudante com o conhecimento científico. Em uma perspectiva semelhante, P1 relata em sua entrevista que aprender conhecimentos científicos, como este de ácido-base, pode contribuir para a ampliação da visão de mundo do estudante, na medida em que o mesmo utilize esses conhecimentos para compreender sobre fenômenos de seu cotidiano.

P1 ainda chamou muita atenção para aspectos relacionados à Economia e à Política, quando comentou quais tópicos trabalharia em sala de aula. Estes aspectos são relevantes, na opinião deste professor, pois este acredita que a aplicação e reconhecimento da Ciência no dia a dia é mais relevante do que, por exemplo, a mera memorização de nomenclaturas.

P4 se posicionou citando quais das definições ele utilizaria. Segundo P4, por sua formação inicial ter contemplado as definições de Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis, ele tentaria abordar essas três. Contudo, ele relata que talvez Lewis fosse um pouco complicado de abordar, pela complexidade ligeiramente maior do que das outras definições.

Na questão sobre quais modelos geralmente trabalha em sala de aula, P2 acredita que Brønsted-Lowry e Lewis seriam modelos pertinentes para serem trabalhados apenas no ensino profissionalizante ou superior. Contudo, menciona que quando refletimos sobre as aplicações dos modelos ácido-base, Arrhenius possui limitações consideráveis. Este ponto é explorado por Kiouranis e colaboradores (2005), ao relatar a problemática de ensinar sobre as propriedades ácido-base de compostos orgânicos, sem fazer uso de outros modelos além do de Arrhenius, quando não se tem meio aquoso. Nesse sentido, os pesquisadores confirmam a restrição do modelo de Arrhenius frente a compostos orgânicos. Considerando a grande presença de compostos orgânicos em nosso dia a dia (como em fármacos, alimentos e produtos de higiene), teríamos uma limitação do estudante de ensino básico na modalidade regular em compreender o mundo a partir de ideias sobre ácido-base.

Considerações Finais e Implicações:

De uma maneira geral, os professores não estabeleceram fortes relações de NdC no contexto dos modelos ácido-base. Um motivo poderia ser a falta de conhecimento sobre Ciências desses professores neste tema, como foi reconhecido por P3 e P4. Apesar de não conhecerem outros modelos, P3 e P4 reconheceram saber da existência desses e apresentaram disposição

em pesquisar e conhecer mais sobre a natureza desses modelos.

Os entrevistados demonstraram conhecer as definições ácido-base mais usuais no Educação Básica, mas ficou evidente que eles tendem a se limitar ao modelo de Arrhenius. Os dois principais motivos seriam: a falta de tempo hábil devido à atual carga horária disponível para aulas de Química (como apontado por P3 e P1) e aplicação no cotidiano, utilizando o modelo de Arrhenius em situações do dia a dia (como apontado por P2).

Sobre o que é NdC para os professores entrevistados, foi observado que as ideias não são tão complexas. É como se fosse apenas um tópico, um pano de fundo, para o principal que seria o conteúdo de Ciência. As ideias de P3 fogem um pouco dessa tendência, demonstrando consciência da complexidade de se trabalhar aspectos sobre Ciência em sala de aula, uma vez que este professor prioriza estes conhecimentos em suas aulas.

Em termos de conhecimentos *sobre* Ciências nos modelos ácido-base, esta parece ser uma relação recente e rasa. Não que os professores tenham que saber tantas definições como as apontadas em Souza e Aricó (2016), mas é importante inserir e abordar aspectos de NdC não apenas em assuntos como modelos atômicos ou radioatividade, mas em outros conteúdos como, por exemplo, ácido-base. Em nossa visão e diante dos dados oriundos a partir das entrevistas realizadas com os professores, seria proveitoso que NdC fosse vista com a mesma importância que conteúdos de Ciências; isto é, que as duas dimensões de conteúdos fossem integradas e NdC compusesse os objetivos de ensino.

Diante disso, acreditamos ser necessários estudos mais aprofundados sobre o assunto para corroborar ou não algumas evidências ressaltadas neste trabalho. Uma possibilidade seria aumentar o número de professores entrevistados, como feito por Drechsler e van Driel (2009), de forma que orientações para a formação docente pudessem ser traçadas a partir desses estudos.

Agradecimentos e apoios

Agradecemos aos professores participantes e à Universidade Federal de Viçosa.

Referências

- ALLCHIN, D. Beyond the consensus view: Whole science. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n. 1, p. 18-26, 2017.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**. Porto: Porto Editora, 1994.
- CHAGAS, A. P. O Ensino de Aspectos Históricos e Filosóficos da Química e as Teorias Ácido-Base ao Século XX. **Química Nova**, v. 23, n. 1, p. 126-133, 2000.
- COHEN, L.; MANION, L.; MORRISON, K.; **Research Methods in Education**. Routledge, 2007.
- DRECHSLER, M.; VAN DRIEL, J. Teachers' perceptions of the teaching of acids and bases in Swedish upper secondary schools. **Chemistry Education Research and Practice**. v. 10, p. 86-96, 2009.
- GILBERT, J.; JUSTI, R. **Modelling-based Teaching in Science Education**. Basel, Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

HODSON, D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**. v. 36, 2014.

KIOURANIS, N. M. M. et al. **A Pertinência do Estudo das Propriedades Ácido-base de Compostos Orgânicos no Ensino Médio**. VII Congreso Enseñanza de las Ciencias, n. extra, Barcelona, Espanha, 2005.

MCCOMAS, W. F. Understanding how science works: the nature of science as the foundation for science teaching and learning. **School Science Review**, v. 98, n. 365, p. 71-76, 2017.

SANTOS, M. A. R. **Compreendendo visões de estudantes sobre ciências e suas relações com o ensino fundamentado em modelagem em contextos cotidiano, científico e sociocientífico**. 2019. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: Uma Revisão Bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77. 2011

SOUZA, F. M.; ARICÓ, E. M. Mapa Cronológico da Evolução das definições ácido-base: um potencial material de apoio didático para contextualização histórica no ensino de química. **Educación Química**. v. 28, p. 2-10, 2016.