



Ensaios Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)

ISSN: 1415-2150

ISSN: 1983-2117

Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais

SILVA, CRISTIANE MARTINS DA; JUSTI, ROSÁRIA
PLANEJAMENTO E CONDUÇÃO DE DISCUSSÕES SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA OCORRIDAS EM UMA SITUAÇÃO DE ENSINO FUNDAMENTADA EM MODELAGEM CONDUZIDA POR UMA PROFESSORA EM FORMAÇÃO
Ensaios Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), vol. 21, e10601, 2019
Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais

DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21172019210124>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.ox?id=129563223028>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em [redalyc.org](https://www.redalyc.org)

redalyc.org
UAEM

Sistema de Informação Científica Redalyc

Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal

Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

ARTIGO

PLANEJAMENTO E CONDUÇÃO DE DISCUSSÕES SOBRE NATUREZA DA CIÊNCIA OCORRIDAS EM UMA SITUAÇÃO DE ENSINO FUNDAMENTADA EM MODELAGEM CONDUZIDA POR UMA PROFESSORA EM FORMAÇÃO

CRISTIANE MARTINS DA SILVA^I*

<https://orcid.org/0000-0001-6594-6575>

ROSÁRIA JUSTI^{II}**

<https://orcid.org/0000-0001-6535-5046>

RESUMO: Neste artigo apresentamos os resultados de uma pesquisa que investigou (i) como uma licencianda identificou aspectos de natureza da ciência (NdC) possíveis de serem discutidos no contexto de ensino fundamentado em modelagem; (ii) como tais discussões foram conduzidas; e (iii) a participação dos estudantes nas mesmas. As aulas ocorreram em uma turma do primeiro ano do ensino médio. Os dados que subsidiaram nossas análises foram coletados a partir de registro em vídeo do planejamento e da condução das aulas. Neste último caso, focamos nos debates e interações entre licencianda e estudantes. Os resultados mostram que, apesar de a licencianda ter sido capaz de identificar todos os aspectos possíveis de serem discutidos a partir daquelas atividades de modelagem, nem sempre a condução das aulas resultou na participação dos estudantes e expressão de suas ideias sobre NdC. Isto ocorreu somente quando a licencianda explorou os conhecimentos vivenciados pelos estudantes durante as discussões dos processos de modelagem desenvolvidos por eles. Isto mostra o papel essencial do professor na condução dessas atividades e aponta para a necessidade de que os processos de formação de professores favoreçam instruções sobre NdC que contemplam discussões sobre o assunto e explorem aspectos práticos desse ensino.

Palavras-chave: Natureza da ciência. Ensino fundamentado em modelagem. Planejamento e condução de ensino.

*Mestre em Educação pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professora Assistente da Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Pesquisadora do Grupo de Pesquisa REAGIR: Modelagem e Educação em Ciências. E-mail: <cristiane.martins@ufrpe.br>

**Doutora em Educação pela Universidade de Reading, Reino Unido. Professora Titular do Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais. Coordenadora do Grupo de Pesquisa REAGIR: Modelagem e Educação em Ciências. E-mail: <rjusti@ufmg.br>

I Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, PE - Brasil.

II Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Exatas, Departamento de Química, Belo Horizonte, MG - Brasil.

PLANIFICACIÓN Y REALIZACIÓN DE DEBATES SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA EN UNA SITUACIÓN DE ENSEÑANZA BASADA EN MODELIZACIÓN ORIENTADA POR UNA MAESTRA EN FORMACIÓN

RESUMEN: En este artículo presentamos los resultados de un estudio que investigó (i) cómo una maestra en formación identificó aspectos sobre la naturaleza de la ciencia (NdC) que podrían discutirse en un contexto de la enseñanza basada en modelización; (ii) cómo se llevaron a cabo tales discusiones; y (iii) la participación de los alumnos en las discusiones. Las clases tuvieron lugar en una clase regular del primer año de nivel medio. Los datos que respaldaron nuestro análisis se obtuvieron de la grabación de video de la planificación y la conducción de las clases. En este último caso, nos enfocamos en debates e interacciones entre la maestra y los alumnos. Los resultados muestran que, aunque la maestra pudo identificar todos los aspectos posibles que podrían discutirse a partir de esas actividades de modelización, la conducción de las clases no siempre resultó en la participación de los estudiantes y la expresión de sus ideas sobre NdC. Esto ocurrió solo cuando la maestra exploró los conocimientos experimentados por los alumnos durante las discusiones de los procesos de modelización desarrollados por ellos. Esto muestra el papel esencial que desempeña el maestro en la conducción de las actividades y señala la necesidad de que los procesos de formación de los maestros incluyan instrucción sobre NdC que abarquen discusiones acerca del asunto y exploren aspectos prácticos de esa enseñanza.

Palabras clave: Naturaleza de la ciencia. Enseñanza basada en modelización. Planificación y dirección de la enseñanza.

PLANNING AND CONDUCTING OF DISCUSSIONS ABOUT NATURE OF SCIENCE IN A MODELLING-BASED TEACHING SITUATION CONDUCTED BY A PRE-SERVICE TEACHER

ABSTRACT: In this paper, we present the results of a study that investigated (i) how a pre-service teacher identified aspects about nature of science (NOS) that could be discussed in a modelling-based teaching context; (ii) how such discussions were conducted; and (iii) the student participation in the discussions. The classes took place in a regular first year medium level class. Data that supported our analysis were collected from video recording of the planning and conducting of the classes. In the latter case, we focus on debates and interactions between the pre-service teacher and the students. The results show that, although the pre-service teacher was able to identify all possible aspects that could be discussed from those modeling activities, the conduction of the classes didn't always result in the participation and expression of students' ideas about NOS. This occurred only when the pre-service teacher explored the students' knowledge experienced during the discussions of the modelling processes in which they participated. This shows the essential role the teacher plays in the conduction of the activities and points out the need for the inclusion of instruction on NOS in teachers' education that could support the development of their content and pedagogical knowledge related to NOS.

Keywords: Nature of science. Modelling-based teaching. Planning and conduction of teaching.

INTRODUÇÃO

Durante as últimas décadas, documentos oficiais no Brasil e no exterior, por exemplo, Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000), Base Nacional Comum Curricular da Educação Básica (BRASIL, 2017) e A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas (NRC, 2012) têm buscado cada vez mais propor recomendações para currículos de Ciências¹ que favoreçam o desenvolvimento de um ensino amplo e coerente com as práticas científicas. Tais orientações visam contribuir para que os estudantes compreendam a ciência como um constructo humano e dinâmico, que influencia diretamente a sociedade.

Nesse sentido, estudos têm apontado o ensino de natureza da ciência (NdC) como uma possibilidade de promover um melhor entendimento *sobre* ciências. De acordo com Smith e Sharman (1999), as discussões sobre NdC em sala de aula possibilitam que estudantes adquiram visões mais esclarecidas sobre ciência. Além disso, o ensino de NdC tende a favorecer a alfabetização científica, tornando os estudantes mais qualificados para lidar com as inter-relações entre ciência, tecnologias e sociedade (HODSON, 2009). Como consequência, eles podem desenvolver a capacidade de se posicionar de forma consciente e crítica frente ao desenvolvimento social e tecnológico, bem como participar de debates envolvendo aspectos científicos atuais.

Entretanto, muitos estudantes e professores ainda possuem uma compreensão inadequada e confusa de NdC, pois o entendimento da mesma é muitas vezes prejudicado por imagens estereotipadas construídas consciente ou inconscientemente nas escolas e nos currículos educacionais (WONG; HODSON, 2009; LEDERMAN, 1992; VAZQUES-ALONSO *et al.*, 2012). Várias pesquisas têm evidenciado que essas situações se devem principalmente à ausência de discussões específicas sobre o assunto na maioria dos cursos de formação de professores, assim como à falta de materiais que tenham como foco discussões específicas sobre NdC (GUERRA-RAMOS, 2012; WAHBEH; ABD-EL-KHALICK, 2014; AKERSON *et al.* 2012; HANUSCIN *et al.*, 2011).

Além disso, ao revisarem a literatura, Abd-El-Khalick e Lederman (2000) verificaram que os estudos analisados pouco favoreciam o desenvolvimento de NdC de professores em formação. Isto porque a maioria desses estudos não explorava o caráter prático desse conhecimento, o que impedia que os professores em formação vivenciassem experiências de aplicação e ensino sobre o assunto. Dessa forma, para que os estudantes tenham um entendimento pertinente sobre NdC é necessário que os cursos de formação favoreçam que os futuros professores adquiram conhecimentos que lhes possibilitem: (i) desenvolver um conhecimento amplo sobre ciências; (ii) aprender sobre como utilizar e selecionar estratégias e atividades que sejam realmente efetivas para o ensino de NdC; e (iii) discutir orientações que possam ajudá-los a conduzir discussões sobre NdC em sala de aula.

Por essa razão, como forma de contribuir para discussões na área e para favorecer a execução de estratégias de ensino que deem suporte a discussões sobre NdC, analisamos o planejamento e a condução, por uma licencianda de um curso de Química, de discussões sobre NdC em uma sala de aula na qual os estudantes participaram de atividades de modelagem.

IDEIAS IMPORTANTES DISCUTIDAS NA LITERATURA

A introdução de aspectos de NdC na Educação em Ciências tem sido amplamente discutida nas últimas décadas. Segundo Irzik e Nola (2014), esse debate se iniciou a partir do momento em que vários pesquisadores começaram a destacar a importância das discussões sobre a estrutura conceitual das ciências e seus aspectos epistemológicos como parte fundamental da educação científica. Nesse sentido, nas últimas duas décadas, a promoção e a análise de situações de ensino de NdC têm atraído a atenção de vários pesquisadores.

Alguns deles defendem que para que um ensino de NdC seja efetivo, isto é, favoreça um entendimento amplo dos estudantes, é necessário que as estratégias e as atividades utilizadas proporcionem a ocorrência de discussões explícitas e reflexivas sobre o assunto (LEDERMAN, 1999; WHABEH; ABD-EL-KHALICK, 2014; BURGIN; SADLER, 2016). Além disso, é importante que os estudantes estejam engajados em atividades e situações nas quais as práticas e investigações científicas estejam presentes, visto que o caráter motivador dessas tarefas tende a favorecer o pensamento crítico dos mesmos (DUSCHL; GRANDY, 2013).

Também neste sentido, Hodson (2014) defende que essas atividades não devam ser apenas uma sequência investigativa na qual os estudantes sigam passos definidos até chegar a uma conclusão de acordo com as metodologias utilizadas pelos cientistas, visto que as práticas científicas não seguem uma sequência rígida. Para ele, tais atividades devem explorar a leitura e debate de textos em grupo, assim como a discussão do processo vivenciado. Hodson também defende que o professor favoreça e explore o debate entre diferentes pontos de vista, que discuta explicitamente as ideias principais sobre ciência, cientistas e as práticas vivenciadas pelos estudantes.

Na mesma direção das ideias de Hodson, Duschl e Grandy (2013) indicam que dentre as atividades de natureza investigativa, aquelas baseadas em modelagem seriam especialmente interessantes para favorecer tais discussões.

Em relação à modelagem, Justi e Gilbert (2002) defendem que a ciência pode ser entendida como um processo de construção de modelos, uma vez que a criação e o uso de modelos são essenciais para o desenvolvimento e divulgação do conhecimento científico. Isto porque modelos funcionam como artefatos para apoiar o pensamento (KNUUTTILA, 2011), enquanto sua construção e manipulação apoiam sua participação em várias funções epistêmicas (GILBERT; JUSTI, 2016).

Por se tratar de um processo importante para a ciência, atividades de ensino baseadas em modelagem (processo de elaborar, interpretar, expressar, testar e utilizar modelos) podem ser vistas como um contexto adequado para se discutir sobre NdC (ALLCHIN, 2014; DUSCHL; GRANDY, 2013). Isso porque a modelagem envolve processos que possibilitam que o estudante entenda como o conhecimento científico é construído a partir de práticas que envolvem raciocínio sobre evidências, análise e construção de modelos, e participem na cultura das práticas científicas (DUSCHL; GRANDY, 2013).

Apesar do reconhecimento desta potencialidade do uso de atividades de modelagem, poucos estudos têm sido conduzidos visando analisar aspectos relacionados à mesma. E, mesmo entre tais estudos, a maioria envolve apenas alguns aspectos relacionados à NdC. Por exemplo, Ferreira e Justi (2008) acompanharam uma

turma de ensino médio por oito meses, analisando seus metaconhecimentos sobre modelagem. As autoras concluíram que o envolvimento dos estudantes em atividades de modelagem pode contribuir para que eles compreendam as complexidades e limitações envolvidas nesta própria prática científica, o que favorece a compreensão do processo de produção de conhecimento como dinâmico e não linear.

Por outro lado, em geral, professores têm dificuldades em discutir sobre NdC em sala de aula visto que, mesmo os que possuem conhecimentos sobre o assunto de forma geral, não conseguem articular discussões envolvendo aspectos de NdC no ensino, tendo problemas em identificar e planejar o que ensinar sobre o assunto e a forma como essas discussões poderiam ser realizadas (LEDEN *et. al.*, 2015).

Tais dificuldades de discutir sobre o assunto em sala de aula geram o que Romero-Maltrana *et. al.* (2017) definem como relativismo epistêmico. Esse termo se relaciona às discussões simplistas de aspectos de ciência como meras menções de fatos científicos, sem um aprofundamento mais amplo sobre aspectos presentes nos processos de construção do conhecimento científico.

Visando minimizar este problema, entendemos que a formação de professores deva explorar o caráter prático do ensino de NdC e não apenas focar em discussões de aspectos e concepções de ciência, a fim de que o futuro docente possa ter condições de efetivamente introduzir essas questões em sala de aula (WAHBEH; ABD-EL-KHALICK, 2014). Para isso, é necessário promover ações nas quais o professor em formação tenha a oportunidade de analisar e aplicar atividades sobre NdC tendo em mente os objetivos que pretende atingir no ensino (tanto em termos de aprendizagem de conteúdo quanto de compreensões sobre aspectos mais amplos sobre ciência e desenvolvimento de habilidades), bem como as possíveis metodologias a partir das quais essas questões possam ser abordadas (GALILI, 2019). Tais processos podem proporcionar uma maior reflexão sobre as situações vivenciadas pelo docente que, por sua vez, podem contribuir para sustentar suas ações futuras.

OBJETIVO

Considerando o fato de atividades baseadas em modelagem serem tidas como uma possibilidade para favorecer discussões sobre vários aspectos de NdC, assim como a necessidade de que professores estejam preparados para conduzir tais discussões visando uma aprendizagem mais holística dos estudantes, neste trabalho temos como objetivo discutir as seguintes questões de pesquisa:

- Como um professor em formação planeja discutir aspectos de natureza da ciência a partir de atividades de ensino fundamentadas em modelagem?
- Quais as relações entre a condução dessas atividades e o planejamento das mesmas?
- Como este professor articula particularidades das atividades de modelagem com discussões de aspectos de natureza da ciência?

ASPECTOS METODOLÓGICOS

CONTEXTO GERAL DE REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Esse trabalho foi realizado no contexto de um projeto desenvolvido com professores de Química em formação em uma universidade pública brasileira. O projeto tinha o intuito de contribuir para a instrução dos licenciandos e dos estudantes da educação básica sobre NdC e de favorecer o desenvolvimento das ações daqueles futuros professores voltadas para a introdução de NdC em sala de aula.

O projeto envolveu a participação de duas coordenadoras, responsáveis pelo planejamento, condução, orientação e instrução do projeto; três professores supervisores, docentes de escolas públicas da região, que foram responsáveis pela supervisão dos licenciandos nas escolas; e dezessete licenciandos que se encontravam em diferentes períodos da graduação, apresentando, consequentemente, diferentes níveis de experiência e conhecimento sobre o Ensino de Ciências de uma forma geral.

Ao longo do projeto, as coordenadoras, que eram professoras e pesquisadoras da área, criaram condições que favoreceram aos licenciandos refletir sobre o significado de NdC (a partir de uma visão holística e que considera as influências de várias disciplinas na ciência, como caracterizado por Justi e Erduran (2015) e de se introduzir aspectos de NdC no ensino. Isso foi realizado a partir da participação dos licenciandos em inúmeras atividades, dentre elas discussões sobre modelos e o seu papel na ciência e para o ensino de ciências; atividades envolvendo as várias etapas do processo de modelagem; e discussões relacionadas a possíveis maneiras de se trabalhar com modelos e modelagem no ensino.

ATIVIDADES DE ENSINO BASEADAS EM MODELAGEM E DISCUSSÕES SOBRE NDC

Entre as atividades desenvolvidas no projeto, apresentamos neste estudo a análise do planejamento e do ensino de NdC a partir da aplicação de uma série de atividades de modelagem. Tais atividades foram adaptadas por um grupo composto por três licenciandos, a partir de uma unidade didática baseada em modelagem já existente (MENDONÇA; JUSTI, 2009), voltada para o ensino do tema ligações iônicas.

A unidade didática continha atividades que envolviam a obtenção de informações a partir da leitura de gráficos e tabelas e da realização de atividades experimentais, assim como a produção, expressão, teste e reformulação de modelos por parte dos estudantes. Inicialmente, o grupo de licenciandos fez uma análise (i) da unidade didática, a fim de verificar quais aspectos de NdC poderiam ser discutidos; e (ii) do tempo disponível na turma na qual as aulas seriam aplicadas (que eles já conheciam em função da realização de atividades anteriores na mesma turma). A partir daí, inseriram algumas questões sobre NdC no planejamento das aulas.

Para o desenvolvimento das atividades em sala de aula, que seriam realizadas em grupos de estudantes, os licenciandos planejaram as atividades de forma que as mesmas possibilassem o debate e a troca de ideias entre os estudantes, com o intuito de favorecer a ocorrência de discussões sobre NdC e o processo de construção de modelos. Como resultado, eles propuseram explorar principalmente

aspectos de NdC relacionados à produção, comunicação, avaliação, revisão e validação de conhecimentos científicos. Um resumo de como os licenciandos planejaram discutir estes aspectos é apresentado nos resultados deste artigo.

AMOSTRA

As atividades de modelagem foram aplicadas em uma turma de 34 estudantes do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública em uma pequena cidade do sudeste brasileiro. As aulas foram conduzidas por uma das licenciandas participante do grupo que propôs as discussões apresentadas anteriormente (identificada pelo nome fictício Ana) e que já havia aplicado outras atividades nesta turma ao longo dos meses anteriores. Tal aspecto contribuiu para que ela tivesse um melhor conhecimento dos estudantes e do contexto da sala de aula, o que favoreceu sua interação com eles e a condução de todas as discussões. Além disso, para auxiliar Ana na aplicação da unidade didática, foram entregues a ela trabalhos que descreviam a aplicação de sua versão original em sala de aula, contendo sugestões para ações docentes relacionadas à condução de atividades de modelagem, assim como registros sobre o comportamento, a participação e as ideias de estudantes observados em aplicações anteriores. Nenhum desses materiais trazia comentários relacionados à NdC. O objetivo de disponibilizar tais materiais foi somente o de contribuir para que ela tivesse mais segurança em relação à condução das atividades de modelagem.

Durante a aplicação das atividades, a turma se dividiu em seis grupos constituídos por quatro ou cinco estudantes. A professora da turma esteve presente nas aulas, mas não interferiu em nenhum momento na condução das mesmas.

Todos os sujeitos participantes, assim como seus responsáveis, foram esclarecidos sobre, e concordaram com os objetivos da pesquisa e com todos os procedimentos éticos que seriam seguidos para preservar a identidade dos mesmos.

COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados a partir do registro em vídeo do planejamento e da condução das aulas ministradas por Ana. O intuito dos vídeos era registrar todas as ideias expressas por Ana e pelos estudantes (tanto em termos verbais quanto a partir de gestos ou outras representações que viessem a utilizar), assim como as interações entre os participantes. Todos os diálogos relacionados a algum aspecto de NdC foram transcritos de forma situada, isto é, com acréscimo de registros de outras formas de expressão que pudessem contribuir para o entendimento de alguma ideia expressa. Isto subsidiou a elaboração de um estudo de caso sobre as ações da licenciada no planejamento e condução daquelas aulas (SILVA; 2016).

Para discutir as questões de pesquisa que orientam este trabalho, buscamos identificar, no estudo de caso, (a) quais aspectos de NdC foram identificados pelos licenciandos como possíveis de serem discutidos nas aulas; e (b) como eles pretendiam inserir tais discussões nas aulas. Em seguida, buscamos identificar se, e como, as discussões sobre NdC foram conduzidas durante a aplicação das atividades que possuíam aspectos de NdC em sala de aula. Para isso, recorremos a todos os registros

em que houve discussões sobre NdC motivadas por ações de Ana e outros debates sobre o tema que ocorreram entre ela e os estudantes. Nesses registros, identificamos (i) quais aspectos de NdC estiveram presentes nas discussões, considerando os aspectos que foram indicados no planejamento das atividades a serem conduzidas; e (ii) o modo como tais aspectos foram trabalhados, a ênfase atribuída aos mesmos, e os conhecimentos sobre ciência expressados pelos estudantes durante as atividades de modelagem. A partir daí, discutimos se, e como, as ações de Ana desenvolvidas durante a aplicação das atividades de modelagem realmente contribuíram para as discussões sobre NdC em um contexto real de sala de aula.

Visando aumentar a confiabilidade da análise, todas as etapas foram realizadas pelas duas pesquisadoras independentemente e possíveis divergências foram discutidas até se atingir um consenso.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

PARTE A

Como destacado anteriormente, os licenciandos propuseram discutir aspectos relacionados à produção, comunicação, avaliação, revisão e validação de conhecimentos científicos. Isto ocorreu nos contextos de planejamento e condução de algumas atividades específicas, como explicitado a seguir.

Atividade 1

A primeira atividade tinha o intuito de discutir os métodos e práticas utilizados na ciência. Essas questões seriam exploradas a partir dos experimentos da queima da fita de magnésio e da mudança de cor da “garrafa mágica”,² que foram utilizados para analisar questões referentes ao aumento e diminuição de energia e sua relação com a estabilidade do sistema.

Nesse caso, a proposta seria que as discussões sobre NdC fossem fomentadas a partir do que os estudantes tivessem observado nos experimentos da queima da fita de magnésio e da “garrafa mágica” (liberação de calor e mudança de cor, respectivamente), uma vez que seria a partir dessas observações que eles deveriam apresentar explicações para a ocorrência dos fenômenos. Então, pretendia-se discutir o papel de evidências e justificativas na ciência, bem como a relevância das mesmas para dar confiabilidade a um trabalho científico.

Atividade 3

O próximo aspecto de NdC a ser discutido estava inserido na Atividade 3 e se referia à produção e interpretação de modelos na ciência. Nesta atividade, os estudantes deveriam produzir e expressar o modelo do cloreto de sódio dissolvido em água e após a evaporação da água, possibilitando que eles refletissem sobre as possíveis forças de interação presentes na substância.

Como esta atividade está direcionada à produção de modelos, foi proposto que se discutisse inicialmente as características de modelos na ciência, especificando o que são modelos, a necessidade de criatividade e imaginação na produção dos mesmos, a sua importância para o desenvolvimento do conhecimento científico e o seu uso como uma prática comum entre cientistas. Além disso, considerando que os estudantes iriam produzir modelos para representar o sistema proposto, seria possível que algum dos modelos elaborados tivesse alguma semelhança com modelos elaborados por cientistas no passado em relação ao tipo de interação entre os átomos. Assim, caso essas concepções fossem expressas por eles, a ideia seria relacioná-las ao que os cientistas pensaram no passado, evidenciando que tais ideias tinham uma certa 'lógica', visto que cientistas também já haviam pensado de maneira semelhante. Assim, seria discutido que o conhecimento científico evolui com o tempo e de acordo com o conhecimento disponível no momento, isto é, é provisório e não se desenvolve linearmente.

Atividade 4

Os métodos e práticas utilizados na ciência seriam o aspecto a ser discutido na Atividade 4. Nela, os estudantes testariam os modelos produzidos anteriormente a partir de novas informações e dados fornecidos sobre o sistema 'cloreto de sódio dissolvido em água' e deveriam socializar os modelos produzidos ou reformulados em sala, defendendo o motivo de os mesmos serem capazes de explicar o sistema. A partir daí, pretendia-se discutir que esse processo também é comum na comunidade científica, uma vez que cientistas têm que defender suas ideias e que isso só é possível se eles apresentarem evidências e argumentos válidos visando favorecer a aceitação da ideia defendida pelos pares. Além disso, a evolução dos modelos permitiria discutir que, na ciência, modelos estão sempre se aprimorando com o objetivo de serem mais genéricos e terem maior poder de explicação.

Atividade 5

Na última Atividade, os estudantes teriam a oportunidade de testar seus modelos novamente a partir de dados adicionais fornecidos sobre o sistema cloreto de sódio dissolvido em água, a fim de verificar a aplicabilidade dos mesmos em outras situações. Nessa etapa, esperava-se que a produção de modelos diferentes entre os grupos permitisse discutir a questão da subjetividade na ciência e o uso da criatividade e imaginação. Isto porque os mesmos dados podem ser interpretados por pessoas diferentes de maneiras distintas, resultando na criação de modelos diferentes, o que mostra que os conhecimentos e as crenças pessoais dos cientistas influenciam o modo como eles interpretam dados. Além disso, como os estudantes testariam os modelos novamente, pretendia-se enfatizar que esta é uma prática comum e importante na comunidade científica por possibilitar averiguar a consistência, coerência, poder de explicação e generalidade de modelos, resultando assim em uma confiabilidade maior ao conhecimento científico.

Como os modelos seriam produzidos em grupo, pretendia-se também discutir sobre a importância do consenso entre pares visando contribuir para

que os estudantes entendessem que, assim como os modelos produzidos por eles tiveram que ser aceitos entre os colegas da turma, na ciência, os modelos e ideias propostos devem ser aceitos pela comunidade científica.

Por fim, ao terminar as atividades, pretendia-se retomar todas as ideias discutidas sobre NdC com o intuito de verificar o entendimento dos estudantes ou enfatizar alguma questão que ainda não tivesse sido entendida por eles.

PARTE B

Nesta parte, apresentamos as discussões envolvendo NdC que ocorreram ao longo das atividades. Para auxiliar o leitor a acompanhar os eventos, os resultados são apresentados por atividade.

Atividade 1

Nesta atividade, Ana iniciou a aula explicando aos estudantes os conceitos de evidência e justificativa, dando exemplos para que eles pudessem responder as questões relacionadas ao experimento e, ao final da discussão das respostas dos estudantes, Ana discutiu sobre NdC. Para essa discussão, inicialmente ela fez um resumo do processo que eles vivenciaram desde a análise do experimento até a proposição de explicações para as mudanças no sistema, finalizando com a seguinte afirmação:

Isso que vocês fizeram, recolher evidências experimentais e justificativas para chegar a uma conclusão, é uma característica muito importante da ciência, porque os cientistas não chegam a conclusões a partir de coisas aleatórias. Eles precisam de evidências experimentais para suportar alguma conclusão, e de justificativas também.

Para dar continuidade às discussões sobre o papel de evidências e justificativas na ciência, Ana utilizou como exemplo o experimento do espalhamento de partículas alfa como uma evidência importante para o desenvolvimento do modelo atômico de Rutherford. O ensino sobre modelos atômicos naquela turma havia sido conduzido por Ana no semestre anterior e, segunda ela, a intenção na aula sob análise seria discutir as novas ideias a partir de uma experiência conhecida para os estudantes. Quando questionada sobre por que ela havia pensado em fazer assim, Ana afirmou que considerava que poderia facilitar a compreensão sobre evidências e justificativas e sua importância para a construção de modelos, bem como o reconhecimento da presença das mesmas na ciência.

Nas discussões sobre NdC, os estudantes foram pouco participativos, sendo que eles apenas relembraram a atividade, discutiram o exemplo, mas não interagiram no momento das discussões sobre NdC, simplesmente concordaram com as afirmações feitas por Ana.

É possível que essa falta de interação tenha acontecido devido à maneira como Ana conduziu as discussões, uma vez que ela apenas informou aos estudantes que o processo que eles vivenciaram caracterizava situações típicas da ciência e citou um exemplo conhecido deles, sem afetivamente abrir espaço para a discussão.

Acreditamos que, apesar de a atividade explorar práticas e investigações científicas, o que segundo Duschl e Grandy (2013) tende a possibilitar o engajamento dos estudantes nas discussões e a favorecer o entendimento das situações que permeiam o conhecimento científico, a não promoção de debates sobre o processo vivenciado impediou uma maior interação e participação por parte dos estudantes.

Atividade 3

Nesta atividade, Ana iniciou a aula explicando aos estudantes o conceito de modelos, de forma geral e na ciência, bem como a sua importância para o desenvolvimento do conhecimento. Em seguida, divididos em grupos, os estudantes produziram os modelos solicitados na atividade e os apresentaram para a turma, justificando a elaboração dos mesmos.

Para as discussões de NdC, Ana utilizou as características semelhantes presentes nos diversos modelos dos estudantes (por exemplo a atração entre cargas opostas nos modelos do cloreto de sódio) para questionar se eles acreditavam que as ideias dos cientistas sobre átomos, moléculas e substâncias sempre foram as mesmas. Com essa pergunta, ela pretendia relacionar a ideia dos estudantes com o que os cientistas haviam pensado no passado.

Ana: *Vocês representaram aí, eu vi que muita gente representou, por exemplo, atração entre cargas diferentes. Os meninos aqui fizeram, o outro grupo também fez e as meninas lá também fizeram atração entre cargas opostas. Vocês acham que os cientistas sempre pensaram assim sobre as moléculas, sobre os átomos?*

Estudante 3: *Acho que não.*

Estudante 1: *Eu também acho que não, porque para eles descobrirem, eles tiveram que ter vários estudos até conseguir achar a concreta, a certeza e que no caso seria essa a atração entre cargas opostas.*

Ana: *Entendi. Vocês acham que eles pensavam muito diferente do que a gente pensa hoje?*

Alguns estudantes: *Sim.*

Estudante 1: *Pensavam, porque eles não tinham tantos fatos e experimentos que comprovavam isso.*

Estudante 4: *Acho que não também.*

Ana: *Por quê?*

Estudante 4: *Ah porque, sei lá... eles tiveram que estudar. No começo eles não tinham tanto recurso assim para ver as moléculas. Aí cada um pensava de um jeito, pode ser que uns sim e outros não.*

Ana: *E você acha que dá para ver moléculas?*

Estudante 4: *Não, só se for muito grande. (risos)*

Nesse momento, houve uma grande interação dos estudantes com Ana. Eles apresentaram suas ideias, sendo que a maioria deles acreditava que era possível ver os átomos usando um microscópio. A partir dessas discussões, Ana aproveitou para explorar sobre o assunto.

Átomos e moléculas, na verdade, não chegam a ser microscópicos; eles são submicroscópicos porque não é possível vê-los nem com o microscópio. É porque, na verdade, os átomos e as moléculas, eles são uma construção humana. Ninguém nunca chegou a ver um átomo no microscópio ou uma molécula. A gente tem evidências de que eles existem. Igual quando a gente estudou no período passado sobre os modelos atômicos: os cientistas fizeram vários experimentos e conseguiram descobrir coisas sobre o comportamento do átomo. Mas só que a gente não consegue observar átomos diretamente, a gente só consegue ter evidências de que eles existem. (...) Então os modelos são legais justamente por isso, porque a gente consegue propor o comportamento de algumas substâncias, de moléculas ou de átomos. Igual vocês fizeram.

Os trechos citados mostram que, nesta aula, Ana conseguiu explorar mais os processos vivenciados pelos estudantes. Isto aconteceu quando ela utilizou as características dos modelos construídos por eles, o que possivelmente favoreceu uma maior participação dos mesmos durante os questionamentos realizados. Além disso, quando Ana não apresentou as questões do conhecimento científico de forma impositiva ou como uma mera informação – práticas que muitas vezes acontecem em sala de aula (ABD-EL-KHALICK; LEDERMAN, 2000) –, ela favoreceu que os estudantes expressassem dúvidas e concepções inadequadas (como a ideia de que átomos e moléculas poderiam ser vistos com microscópios).

Ao esclarecer a situação para os estudantes, Ana aproveitou para discutir sobre o papel das evidências e da subjetividade na ciência, aspectos em relação aos quais muitos estudantes – como os daquela turma – apresentam visões inadequadas. Na pesquisa feita por Lederman (1999), por exemplo, foi possível identificar que a maioria dos estudantes acreditava que as evidências eram requisitos necessários para transformar teorias em leis e que a imaginação, a subjetividade e a criatividade dos cientistas não influenciavam os resultados das práticas científicas.

Outra situação a ser destacada se relaciona ao fato de aspectos que não estavam inclusos no planejamento inicial da atividade, como os citados anteriormente, serem explorados. Isso se mostra importante, uma vez que muitas discussões sobre NdC abordam apenas questões mais gerais sobre o assunto, como o fato de a ciência ser empírica e utilizar inferências (ALLCHIN, 2014). Sendo assim, a possibilidade de discutir um maior número de aspectos sobre o tema, principalmente os que estão presentes no contexto da atividade, pode favorecer discussões mais amplas sobre NdC.

Atividade 4

Durante a aplicação da atividade, Ana pediu que os estudantes apresentassem para a turma os modelos que cada grupo havia reformulado após a inclusão e análise de novos dados para o sistema cloreto de sódio dissolvido em água. Esse tipo de atividade, na qual os estudantes examinam novos dados

e formulam explicações para fenômenos após a revisão e teste de modelos prévios, possibilita discussões relevantes sobre NdC na medida em que favorece o entendimento da prática científica a partir da reflexão sobre os próprios processos vivenciados (LEDERMAN, 1999).

Após a apresentação dos modelos reformulados, Ana questionou os estudantes sobre o que os motivou a modificar os modelos que haviam sido construídos anteriormente. Ao responder, eles reconheceram que foram os novos dados apresentados. Na sequência, ela os questionou sobre o que o surgimento de um novo dado representaria para um determinado conhecimento científico. A maioria dos estudantes respondeu que os dados dariam a certeza de que uma ideia estaria correta ou não. Tais respostas possibilitaram que Ana discutisse explicitamente sobre a confiabilidade de um dado conhecimento específico e a importância de evidências válidas para a aceitação do mesmo.

Ana: *Qual a importância que vocês acham que um dado experimental tem para a construção do conhecimento? Por que vocês acham que dados são importantes?*

Estudante 6: *É, se deu certo o dado experimental, pode até ter alguma coisa que precisa ser melhorada, mas a chance de estar certo é muito maior.*

Ana: *O que vocês acham?*

Estudante 9: *Vai dar mais certeza do que está sendo feito.*

Ana: *Os dados experimentais são muito importantes para ajudar você a construir o modelo. Igual ele (estudante 6) falou, não tem como você ter 100% de certeza de que aquele modelo que você criou está correto, mas o dado experimental dá um respaldo, ele te dá um certo grau de certeza de que aquilo que você pensou está correto.*

Depois dessa discussão, Ana aproveitou a ocasião para tentar desmistificar um pouco a ideia inadequada que muitos estudantes têm sobre os cientistas e o trabalho científico. Isto ficou nítido, por exemplo, quando ela afirmou:

Nenhum cientista vai para um laboratório, chega lá e explode alguma coisa e daí descobre uma coisa nova. Primeiro ele tem que ter alguma noção sobre aquilo que está estudando e daí ele pode pensar, propor um modelo, igual ao que vocês fizeram. São justamente os dados experimentais que podem reforçar ou ajudar a refutar o que vocês criaram. Você entenderam? (Os estudantes concordaram)

Além dessas discussões, Ana perguntou se, nos grupos, algum dos estudantes questionou a modificação dos modelos. Diante da negação deles, ela enfatizou a importância da aceitação pelos pares na ciência.

O relato desta aula mostra que as discussões explícitas sobre NdC ocorridas no contexto desta atividade de modelagem possibilitaram que outras discussões sobre o assunto que não estavam planejadas fossem exploradas, assim como aconteceu na aula anterior.

Acreditamos que isso se deveu principalmente às características das atividades de modelagem que tornam as discussões sobre NdC flexíveis na medida em que podem favorecer a emergência de diversas questões relacionadas à filosofia e epistemologia da ciência. Isto possibilita que, a partir de interações e discussões abrangentes sobre o processo, possa surgir o interesse ou a dúvida por outros aspectos relacionados aos significados da ciência e à produção e validação do conhecimento científico de forma geral.

Atividade 5

Nessa aula, Ana iniciou as discussões sobre NdC questionando os estudantes sobre o processo vivenciado por eles e sobre o que foi necessário para que os mesmos construíssem os modelos. Na sequência, ocorreu o seguinte diálogo:

Ana: *Vocês acham que cientistas precisam de criatividade e imaginação?*

Estudante 1: *Muito!!*

Outros estudantes: *Sim!!!!*

Ana: *Por quê?*

Estudante 1: *Por causa dos modelos.*

Estudante 6: *A maioria dos cientistas que fizeram alguma coisa... tinha algumas pessoas que falavam que estava errado, que não era daquele jeito. Então você tem que conseguir explicar e confiar muito no que você acredita porque muitas vezes tem um milhão de pessoas que acha o contrário.*

Ana: *Vocês concordam com ele?*

Estudantes: *Sim!*

Ana: *Isso que o Estudante 1 falou é muito interessante porque, além de modelos, os cientistas também criam analogias, leis, teorias e eles precisam de criatividade e imaginação para poder fazer isso. Além disso, o que o Estudante 6 falou é legal porque às vezes a gente acha que as crenças pessoais e as convicções dos cientistas não podem interferir no trabalho deles, mas muitas vezes elas interferem sim. E muitas vezes aquilo que os cientistas acreditam pode interferir no modo como eles interpretam os dados. Por exemplo, vários de vocês criaram modelos diferentes nas primeiras aulas a partir dos mesmos dados. Então isso significa que o modo de vocês pensarem e suas crenças pessoais interferiram no modo como vocês analisaram aqueles dados.*

Devido ao pouco tempo de aula que ainda restava para a discussão da atividade, Ana não discutiu outros aspectos sobre NdC naquela aula.

Na condução desta atividade, identificamos novamente que Ana explorou os procedimentos realizados durante a construção dos modelos para discutir sobre NdC. Acreditamos que essa estratégia tenha sido válida, pois os estudantes demonstraram entender que os cientistas necessitavam de criatividade e imaginação, concepção considerada difícil de ser entendida por muitos estudantes (LEDERMAN, 1999). Além disso, a associação feita por um dos estudantes entre criatividade e modelagem indica que a participação nas atividades de modelagem e a discussão dos procedimentos de forma explícita pode ter favorecido o entendimento de questões relacionadas à produção do conhecimento científico.

SÍNTESE DOS RESULTADOS

Visando favorecer a visualização dos principais resultados que subsidiaram a discussão de nossas questões de pesquisa, eles foram organizados no quadro 1.

Quadro 1. Síntese do planejamento e condução das discussões de NdC nas atividades e da participação dos estudantes em cada atividade.

Momento	Planejamento da atividade	Condução da atividade	Participação dos estudantes
Atividade 1	Explorar as observações e coleta de dados realizada pelos estudantes nos dois experimentos da atividade para discutir o papel de evidências e justificativas na ciência e a relevância das mesmas para dar confiabilidade ao trabalho científico.	Não houve espaço para discussões sobre NdC. Ana apenas recapitulou o processo de coleta de evidências realizado pelos estudantes e relacionou essas ações com situações comuns na prática científica, citando em seguida exemplos conhecidos dos estudantes.	Relembaram as etapas da atividade e discutiram o exemplo utilizado por Ana, mas não interagiram no momento das discussões sobre as práticas científicas.
Atividade 3	A partir do modelo produzido pelos estudantes, discutir o significado de modelos, o papel dos mesmos na ciência, a necessidade de criatividade e imaginação na sua produção, sua importância para o desenvolvimento do conhecimento científico, e a modelagem como uma prática comum entre cientistas.	Ana explicou o conceito de modelos de forma geral e na ciência, assim como sua importância para o desenvolvimento do conhecimento. Entretanto, ela não relacionou tais aspectos aos modelos produzidos pelos estudantes. Os outros aspectos que foram planejados não foram discutidos.	Não houve participação dos estudantes, que apenas escutaram a explicação de Ana em silêncio.
	Utilizar aspectos dos modelos dos estudantes para compará-los (mesmo que parcialmente) a modelos produzidos pelos cientistas no passado e, assim, discutir a provisoriade da ciência e o seu desenvolvimento não linear.	Ana utilizou características dos modelos produzidos pelos estudantes para questioná-los sobre a evolução do pensamento dos cientistas. A partir das discussões e questionamentos, ela abordou os aspectos de NdC que foram surgindo a partir das ideias apresentadas pelos estudantes.	A abertura dos questionamentos por parte de Ana e a análise das características dos modelos produzidos pelos estudantes possibilitou a participação dos mesmos nas discussões e a apresentação de algumas ideias e concepções inadequadas sobre a prática científica que contribuíram para as discussões gerais sobre NdC.

Atividade 4	<p>Explorar o processo de reformulação e socialização dos modelos a partir de novas evidências, para discutir a importância da confiabilidade na ciência e a necessidade de aceitação de um modelo pelos pares.</p>	<p>Ana explorou os processos de reformular modelos vivenciados pelos estudantes para questioná-los sobre o motivo das modificações feitas em seus modelos. As ideias apresentadas por eles contribuíram para que Ana promovesse outras discussões que não estavam planejadas (por exemplo, sobre ideias inadequadas sobre cientistas e sobre o trabalho científico).</p>	<p>A compreensão dos estudantes de que a modificação dos modelos produzidos por eles, a partir de novos dados, contribuía para uma maior confiabilidade dos mesmos favoreceu para que eles pudessem apresentar suas ideias e relacionar esses processos às práticas científicas.</p>
Atividade 5	<p>Discutir a subjetividade, criatividade e imaginação na ciência através dos diferentes modelos produzidos pelos estudantes a partir dos mesmos dados. Explorar as modificações feitas nos modelos pelos estudantes para discutir a importância da aceitação pelos pares na ciência.</p>	<p>Ana explorou os processos de construção e modificação dos modelos para questionar os estudantes se eles acreditavam que os cientistas deveriam ser criativos e usar a imaginação. As ideias apresentadas por eles subsidiaram as discussões que foram planejadas.</p>	<p>Para responder os questionamentos de Ana, os estudantes utilizaram não só ideias gerais sobre os cientistas, mas também sobre os processos realizados por eles nas atividades (como a construção de modelos) para confirmar a necessidade da criatividade e imaginação na ciência.</p>

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados neste trabalho sustentam nossa crença de que atividades de ensino baseadas em modelagem podem contribuir para o ensino de NdC. Isso foi identificado tanto a partir da seleção de aspectos de NdC presentes nas atividades, quanto das análises das discussões realizadas por Ana e da participação dos estudantes. Ambos resultaram na explicitação de aspectos de NdC e no esclarecimento de dúvidas e concepções inadequadas sobre o assunto.

A seleção de aspectos sobre NdC feita por Ana foi abrangente, sendo os mesmos relacionados a aspectos variados de produção, comunicação, avaliação, revisão e validação de conhecimentos científicos (como evidenciado no quadro 1). Os resultados evidenciam também que Ana planejou discutir os aspectos de NdC

através de ações realizadas pelos estudantes ao longo das atividades, relacionando assim esses processos aos métodos e práticas da ciência.

Tal planejamento é coerente com o contexto de ensino fundamentado em modelagem visto que o mesmo possibilita debater sobre práticas científicas que estão presentes no processo de construção de modelos. Isto favorece que professores explorem e relacionem ideias importantes sobre a ciência, os cientistas e as práticas vivenciadas pelos estudantes (HODSON, 2014). A síntese apresentada no quadro 1 evidencia que Ana utilizou essa estratégia em todas as atividades, seja através da observação e coleta de dados pelos estudantes para discutir o papel de evidências na ciência (atividade 1) ou nas discussões sobre confiabilidade da ciência ocorridas nas etapas de construção e reformulação dos modelos pelos estudantes (atividades 3, 4 e 5).

Na condução das atividades, Ana tentou, inicialmente, discutir os aspectos de NdC relacionando-os às ações realizadas pelos estudantes durante as atividades, assim como estava no planejamento. Porém, os resultados mostram que, nas atividades iniciais, ela apenas citou as ações realizadas pelos estudantes como um caminho para associar os aspectos de NdC, não favorecendo, assim, a participação deles nas discussões (eles ficaram em silêncio nesses momentos). Entendemos que essa maneira de condução das discussões tende a prejudicar o entendimento dos estudantes sobre o assunto, visto que o ensino de NdC deve ser explícito, dinâmico e reflexivo (ALLCHIN, 2014; BURGIN; SADLER, 2016). Além disto, a imposição das afirmações sobre NdC por parte de Ana e a não abertura de discussões e questionamentos aos estudantes nas atividades iniciais impediu que esse processo dinâmico e reflexivo acontecesse.

Essa situação se modificou nas atividades seguintes. Nelas, Ana continuou a explorar os processos nos quais os estudantes se envolveram nas várias etapas de modelagem (como, por exemplo, a elaboração e reformulação de modelos), mas também promoveu discussões relembrando as ações realizadas por eles e questionando-os se aquelas situações tinham alguma relação com a produção do conhecimento científico. Na atividade 4, por exemplo, ao questionar o motivo da reformulação do modelo elaborado pelos estudantes anteriormente e a resposta de que tal processo daria maior confiabilidade ao modelo, Ana aproveitou para questioná-los se eles pensavam que algo análogo acontecia na ciência. Isso possibilitou que os estudantes expressassem suas ideias sobre ciência e refletissem sobre a situação, apresentando também suas dúvidas – o que resultou em discussões mais dinâmicas.

Nesse sentido, os processos vivenciados pelos estudantes nas atividades de modelagem favoreceram a participação mais ativa dos mesmos nas discussões de aspectos abrangentes de NdC – o que corrobora a visão de que atividades de modelagem são um contexto propício para se discutir sobre NdC (ALLCHIN, 2014), pois o envolvimento dos estudantes nas mesmas possibilita uma maior compreensão do processo de construção do conhecimento científico (DUSCHL; GRANDY, 2013).

Contudo, os resultados mostram o papel essencial de quem conduz as atividades. Isso porque sem a ocorrência e discussão dos processos vivenciados pelos estudantes; os questionamentos anteriormente planejados realizados por Ana; e sua percepção e discussão de situações, dúvidas e opiniões não previstas no planejamento, as discussões sobre NdC poderiam não acontecer, ou ser muito mais restritas do que

efetivamente foram. Isto sustenta nossa conclusão de que a participação de estudantes em atividades envolvendo modelagem pode contribuir para a aprendizagem de NdC quando o professor consegue conduzir as discussões, sobre o assunto, estabelecendo relacionamentos explícitos e reflexivos com os processos vivenciados pelos estudantes. Ao mesmo tempo, isto também aponta para a importância de que professores sejam capazes de planejar e conduzir tais discussões.

Neste sentido, defendemos que processos de formação de professores contemplam atividades que favoreçam discussões mais abrangentes sobre NdC e sobre as várias estratégias possíveis de sustentar o ensino deste tema – o que, a nosso ver, pode resultar no desenvolvimento dos conhecimentos de conteúdo e pedagógicos relacionados à NdC dos futuros professores. Este é um campo de pesquisa relativamente pouco explorado na literatura para o qual o estudo completo do qual este trabalho faz parte (SILVA; JUSTI, 2015; SILVA, 2016; SILVA; JUSTI, 2018) pode contribuir.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, F.; LEDERMAN, N. G. Improving Science Teachers' Conceptions of Nature of Science: A Critical Review of the Literature. *International Journal of Science Education*, v. 22, n. 7, p. 665-701, 2000.
- AKERSON, V. L.; DONNELLY, L. A.; RIGGS, M. L.; EASTWOOD, J. L. Developing a Community of Practice to Support Preservice Elementary Teachers' Nature of Science Instruction. *International Journal of Science Education*, v. 34, n. 9, p. 1371-1392, 2012.
- ALLCHIN, D. Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. *Science Education*, v. 98, n. 3, p. 461-486, 2014.
- BARBOSA, F. T.; AIRES, J. A. A abordagem HFC por meio de estudos de casos históricos: propostas didáticas para o Ensino de Química. *Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química – ReLAPEQ*, v. 1, n. 2, p. 97-120, 2017.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio** - parte III - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: SEMTEC, 2000.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Secretaria da Educação Básica, 2017.
- BURGIN, S. R.; SADLER, T. D. Learning nature of science concepts through a research apprenticeship program: A comparative study of three approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 53, n. 1, p. 31-59, 2016.
- CHINELLI, M. V.; FERREIRA, M. V. S.; AGUIAR, L. E. V. Epistemologia em sala de aula: A natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de ciências. *Ciência & Educação*, v. 16, n. 1, p. 17-35, 2010.
- DUSCHL, R. A.; GRANDY, R. Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. *Science & Education*, v. 22, n. 9, p. 2109-2139, 2013.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 32-36, 2008.

GALILI, I. Towards a Refined Depiction of Nature of Science Applications to Physics Education. **Science & Education**, v. 28, n. 3, p. 503-537, 2019.

GILBERT, J. K.; JUSTI, R. **Modelling-based Teaching in Science Education**. Basel, Switzerland: Springer International Publishing, 2016.

GUERRA-RAMOS, M. T. Teachers’ Ideas about the Nature of Science: A Critical Analysis of Research Approaches and Their Contribution to Pedagogical Practice. **Science & Education**, v. 21, n. 5, p. 631-655, 2012.

HANUSCIN, D. L.; LEE, M. H.; AKERSON, V. L. Elementary Teachers’ Pedagogical Content Knowledge for Teaching the Nature of Science. **Science Education**, v. 95, n. 1, p. 145-167, 2011.

HODSON, D. **Teaching and Learning about Science**: Language, Theories, Methods, History, Traditions and Values. Rotterdam: Sense Publishers, 2009.

HODSON, D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different Goals Demand Different Learning Methods. **International Journal of Science Education**, v. 36, n. 15, p. 2534-2553, 2014.

IRZIK, G.; NOLA, R. New Directions for Nature of Science Research. In: M. R. Matthews (Ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching** (pp. 999-1022). New York and London: Springer, 2014.

JUSTI, R.; ERDURAN, S. Characterizing Nature of Science: A supporting model for teachers. In: Conference of the International History, Philosophy and Science Teaching Group, Rio de Janeiro, 2015.

JUSTI, R.; GILBERT, J. K. Modelling, teachers’ views on the nature of modelling, implications for the education of modellers, **International Journal of Science Education**, v. 24, n. 4, p. 369-387, 2002.

KNUUTTILA, T. Modelling and representing: An artefactual approach to model-based representation. **Studies in History and Philosophy of Science**, v. 42, n. 2, p. 262-272, 2011.

LEDEN, L.; HANSSON, L.; REDFORS, A.; IDELAND, M. Teachers’ Ways of Talking About Nature of Science and Its Teaching. **Science & Education**, v. 24, n. 9-10, p. 1141-1172, 2015.

LEDERMAN, N. G. Students’ and teachers’ conceptions about the nature of science: A review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

LEDERMAN, N. G. Teachers’ understanding of the nature of science and classroom practice. In: R. Investigando as contribuições de um curso de formação para o desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática para o ensino de natureza da ciência. In: 4ª Conferência Latino-Americana do International History, Philosophy and Science Group (IHPST-LA), **4ª IHPST-LA**, Santo André-SP, 2018.

SMITH, M.U.; SHARMANN, L. C. Defining versus Describing the Nature of Science: A Pragmatic Analysis for Classroom Teachers and Science Educators. **Science Education**, v. 83, n. 4, p. 493-509, 1999.

VAZQUES-ALONSO, A.; GARCIA-CARMONA, A.; MANASSERO-MAS, M. A.; BENNASSAR-ROIG, A. Science Teachers’ Thinking about the Nature of Science: A New Methodological Approach to Its Assessment. **Research in Science Education**, v. 43, n. 2, p. 781-808, 2012.

Planejamento e condução de discussões sobre natureza da Ciência ocorridas em uma situação de ensino fundamentada em modelagem conduzida por uma professora em formação

WHABEH, N.; ABD-EL-KHALICK, F. Revisiting the Translation of Nature of Science Understandings into Instructional Practice: Teachers' Nature of Science Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, v. 36, n. 3, p. 425-466, 2014.

WONG, S. L.; HODSON, D. From the Horses' Mouth: What Scientists Say About Scientific Investigation and Scientific Knowledge. *Science Education*, v. 93, n. 1, p. 109-130, 2009.

NOTAS

- 1 Neste artigo, usamos a palavra Ciências, no plural, para fazer referência a todas as ciências da natureza.
- 2 Recipiente de vidro transparente que contém uma solução que muda a coloração de incolor/amarelada, quando está em repouso, para azul, quando é agitada.

Submetido em 06/09/2018

Aprovado em 27/06/2019

Contato:

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Unidade Acadêmica de Serra Talhada

Av. Gregório Ferraz Nogueira, S/N - Bairro José Tomé de Souza Ramos

CEP 56.909-535 - Serra Talhada, PE - Brasil