**REDEQUIM**

Revista Debates em Ensino de Química

## CONTRIBUIÇÕES À FORMAÇÃO DOCENTE DA ATIVIDADE DA DINÂMICA DAS CAIXAS DESENVOLVIDA EM UM CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

Quédina Pieper<sup>1</sup>, Fábio André Sangiogo<sup>1</sup>  
(quedinapieper@gmail.com)

1. Universidade Federal de Pelotas- UFPel

**04**

### RESUMO

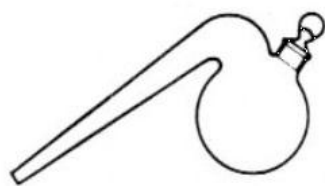
Este trabalho apresenta a análise da atividade da dinâmica das caixas fechadas desenvolvida no componente curricular de História, Filosofia e Epistemologia da Ciência no curso de Licenciatura em Química da UFPel, com vistas a identificar e conhecer os efeitos da dinâmica à formação dos graduandos. Houve registros das aulas, realização de questionários e entrevistas, sendo que os materiais foram analisados com base na análise microgenética. A dinâmica contribui à formação inicial de professores de Química, pois há menção explícita nos registros da atividade de seu potencial à formação e para o contexto da educação básica (para futuras ações em sala de aula), além de possibilitar identificar ao longo da atividade a incorporação de discursos sobre a natureza da Ciência, permitindo qualificar visões e compreensões sobre a Ciência, a exemplo dos seus modelos e representações, o papel do cientista e algumas relações entre Ciência, tecnologia e sociedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Ciências/Química, natureza da Ciência, formação de professores.

Quédina Pieper é licencianda em Química pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e bolsista do Programa de Iniciação à Pesquisa da UFPel (PBIP/UFPel).

Fábio André Sangiogo é licenciado em Química e mestre em Educação nas Ciências pela Unijuí, doutor em Educação Científica e Tecnológica pela UFSC e atualmente é professor adjunto do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos da Universidade Federal de Pelotas (UFPel).





**REDEQUIM**

Revista Debates em Ensino de Química

## CONTRIBUTIONS TO TEACHERS' EDUCATION OF THE ACTIVITY OF BOX DYNAMIC DEVELOPED IN A CHEMISTRY LICENTIATION COURSE

### ABSTRACT

This work presents the analysis of the activity of closed box dynamics developed in the curricular component of History, Philosophy and Epistemology of Science in the Chemistry Licentiation Course at UFPel, aiming to identify and comprehend the effects of the dynamic to the undergraduate education. There were records of classes, application of questionnaires and interviews, whose analysis were based in the microgenetic. The dynamic contributed to the initial Chemistry teachers' education, because there is explicit mention in the records to the potential of the activity to the education and to the context of basic education (for future actions in classrooms), beyond enabling to identify the embodiment of discourses about the nature of Science along the activity, allowing to qualify views and comprehensions about Science, e.g. its models and representations, the role of the scientist and some relations between Science, Technology and Society.

**KEYWORDS:** Science / Chemistry Teaching, nature of science, teachers' education.



## 1 INTRODUÇÃO

A escola de acordo com Silva (2007) pode ser o lugar privilegiado para tornar a Ciência operante no nível da consciência cultural mais abrangente: de modo a ser “conhecida, discutida, polemizada” (p. 114), para além de aprender Ciências, aprender sobre Ciências (MALDANER, 2003; CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2004; MACHADO, 2004; LOPES, 2007). Hodson (1988), ao falar da elaboração de um currículo de Ciências, destaca que os professores “precisam tomar conhecimento dessas várias distinções e relacioná-las às distinções cruciais entre *aprender Ciência, aprender sobre a Ciência, e fazer Ciência*” (p. 54). Também em sintonia com essa compreensão, Matthews (1995) defende a história e filosofia para o ensino de Ciências e para formação de professores, de modo que contemple a educação em Ciências nos seus diversos eixos e contextos de abrangência: “ético, social, histórico, filosófico e tecnológico; o que não deixa de ser um redimensionamento do velho argumento de que o ensino de Ciências deveria ser, simultaneamente, em e sobre Ciências” (p. 166).

Com base nos referenciais citados, e em trabalhos como de Paixão e Cachapuz (2003) e de Leite (2002), entende-se que discussões e abordagens sobre História e Filosofia da Ciência, em especial sobre a natureza da Ciência, são amplamente reconhecidas como importantes para a formação inicial de professores, na educação científica e, conseqüentemente, à educação básica. Esses pressupostos ratificam a defesa da importância de tais discussões e reflexões no âmbito da área de Ensino de Ciências, pois a Química, como uma área de conhecimento, utiliza-se de modelos explicativos específicos, com linguagens e conhecimentos que são abstratos e algumas vezes com conceitos distintos aos conhecimentos usados no contexto cotidiano (LOPES, 1999; SANGIOGO; ZANON, 2012).

Ao considerar a especificidade da Ciência Química, nas aulas de Química, faz-se necessária a utilização de modelos explicativos que instiguem relações entre contextos e conceitos que permitam a inserção dos estudantes ao “mundo” da Química, ou seja, a palavras, a símbolos e a significados próprios que levam em consideração o nível submicroscópico de explicação (LOPES, 1999; SANGIOGO, 2014). As explicações, segundo as orientações curriculares nacionais para o ensino médio, apontam que, “historicamente, o

conhecimento químico centrou-se em estudos de natureza empírica sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e substâncias” (BRASIL, 2002, p.87), situadas no seu contexto histórico e social e, portanto, demanda que a Ciência Química seja apresentada e discutida com base no tripé: “transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos” (idem, p.87).

Nesse sentido, cabe destacar a relevância de interações em sala de aula, em espaços de formação de professores e em contexto de ensino de Ciências/Química, de contemplar os três eixos do conhecimento Químico: o fenomenológico, o teórico e o representacional, ao entender e tomar mais consciência sobre as suas articulações, seus limites e suas potencialidades às explicações da realidade cotidiana ou mesmo ao contexto da produção de conhecimento científico (MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000; JOHNSTONE, 1993). Isso com vistas a entender, por exemplo, as relações entre sujeito e objeto do conhecimento e a possibilidade (ou não) de conhecer a realidade ou de alcançar a verdade (HESSEN, 2003; SANGIOGO, 2014).

Com base nos pressupostos apresentados, defende-se a importância de que professores busquem formas de ensinar sobre Ciências, que utilizem de argumentos e explicações que estimulem estudantes a compreender a natureza da Ciência, sua linguagem, as práticas e as possibilidades de articulações com o mundo que os rodeia. Nesse cenário, o curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no componente curricular (ou disciplina da graduação) de História Filosofia e Epistemologia da Ciência, tem como objetivo:

- Discutir sobre questões associadas aos processos históricos e sociais de produção e validação do conhecimento científico e a distinção de outros conhecimentos culturalmente presentes na sociedade.
- Propiciar compreensões e debates sobre a natureza da Ciência, as relações entre sujeito e objeto do conhecimento.
- Entender e refletir sobre implicações de diferentes categorias epistemológicas, as diferentes visões de Ciência, associadas ao processo de ensino e de aprendizagem de Ciências. (PPPCLQ/UFPEL, 2013).

Como modo de acompanhar processos de ensino e de aprendizagem do componente curricular no curso, o presente trabalho tem como **objetivo** relatar os efeitos na percepção dos graduandos sobre uma atividade

denominada “dinâmica caixas fechadas”, realizada em aulas do componente curricular. A escolha pela atividade se deve ao caráter formativo relatado pelos licenciandos durante e após a atividade. A dinâmica, também conhecida como “caixas pretas”, já foi desenvolvida e discutida em outros trabalhos, a exemplo de Lima e Núñez (2011), ao falar que a atividade proporcionou discussões sobre concepções dos licenciandos em Química referente ao conhecimento científico e os modelos usados nas Ciências e no ensino de Ciências, destacando que os graduandos apontaram que os modelos científicos são recursos para a explicação e interpretação dos fenômenos. Segundo os autores, a atividade reporta para a necessidade de maiores discussões sobre a forma como o professor conduz a mediação entre os modelos da Ciência e os modelos construídos por seus alunos nas aulas de química, ou seja, reflexões acerca da natureza da Ciência na formação de futuros professores. Desse modo, torna-se explícito a importância de discussões e problematizações sobre o que são e para que servem os modelos e representações, qual a relação com a realidade, entre outros, em cursos de formação de professores de Ciências da Natureza e, conseqüentemente, de Química.

## **2 METODOLOGIA**

A atividade da dinâmica das caixas foi realizada nos anos de 2014 e 2015, com planejamento e acompanhamento do componente curricular de História Filosofia e Epistemologia da Ciência, uma disciplina obrigatória do 2º semestre do curso de Licenciatura em Química da UFPel. A turma de 2014 contou com a presença de 8 licenciandos em Química e a turma de 2015 com a presença de 4 licenciandos em Química e um aluno do curso de Ciências Biológicas.

Entre as atividades de ensino do componente curricular, a dinâmica das caixas fechadas, em ambas as turmas acompanhadas, foi orientada pelo professor e realizada pelos licenciandos. Para o desenvolvimento da atividade foram utilizadas duas caixas pequenas que continham objetos diferentes em seu interior. As caixas foram denominadas de A e B (Figura 1), sendo embrulhadas com papel branco e apenas o professor sabia o que havia dentro. Os licenciandos foram divididos em dois grupos e orientados a criar um modelo explicativo para o(s) objeto(s) que estava(m) dentro das caixas

sem abri-las, escrevendo e justificando as características dos objetos, como forma geométrica, som, tamanho, se era leve ou pesado, etc. Também foi solicitado aos licenciandos que fizessem o desenho de uma representação do objeto, utilizando as características que haviam anotado. Cada grupo repetiu o procedimento para as duas caixas, sendo solicitado, após primeira análise, que fizessem um pequeno furo na caixa, que permitia que os estudantes cutucassem com um palito de churrasco o(s) objeto(s) no interior da caixa, em analogia ao papel que as tecnologias têm na Ciência. Ao final da atividade houve a socialização dos resultados com toda a turma, com questionamentos, discussões e reflexões.

**Figura 01: Caixas brancas, fechadas e com objeto em seu interior.**



**Fonte: Própria.**

Dentre as atividades desenvolvidas no contexto desta pesquisa<sup>8</sup>, houve o registro e a análise do componente curricular que contou com os seguintes materiais empíricos: diário de bordo das aulas; gravação de aulas; registro de atividades avaliativas (seminários e questionários); e entrevista semiestruturada.

As aulas e os materiais escritos dos estudantes foram transcritos pela bolsista e também se realizou uma entrevista semiestruturada seis meses após a finalização do componente curricular, com transcrição das falas. O professor foi codificado por “P1”, os licenciandos por “L1”, “L2”, e assim sucessivamente, seguido pelo ano letivo correspondente (2014 ou 2015).

<sup>8</sup>A pesquisa se refere ao projeto de pesquisa intitulado “As representações de partículas submicroscópicas no processo de ensino e de aprendizagem de Química”, desenvolvido pela bolsista do Programa de Bolsas de Iniciação à Pesquisa (PBIP) da UFPEL.

Sempre que se repetia a fala ou escrita de um mesmo sujeito, repetia(m)-se a(s) letra(s) e número(s).

Os materiais empíricos (falas e escritos dos sujeitos de pesquisa) foram lidos e analisados com base na perspectiva histórico-cultural da análise microgenética (WERTSCH, 1988; GÓES, 2000)<sup>9</sup>. A análise é micro “por ser orientada para minúcias indiciais – daí resulta a necessidade de recortes num tempo que tende a ser restrito”, e genética “no sentido de ser histórica, por focalizar o movimento durante processos e relacionar condições passadas e presentes, tentando explorar aquilo que, no presente, está impregnado de projeção futura” (GÓES, 2000, p. 15). A análise microgenética “está igualmente orientada para os detalhes das ações; para as interações e cenários socioculturais; para o estabelecimento de relações entre microeventos e condições macrosociais” (idem, p. 11). Na análise são apresentados recortes representativos de falas e escritos de estudantes e do professor, visto que os mesmos são importantes para identificar indícios de apropriação de palavras, significados ou de (re)elaboração de conhecimentos e práticas por parte dos sujeitos. Assim, neste trabalho, apresentam-se resultados de uma atividade que permitiu identificar referência a conceitos e a discussões desenvolvidas nas aulas do componente curricular e que fora mencionada pelos licenciados como de grande valor formativo à atuação profissional.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

No decorrer da orientação e da execução da atividade os grupos demonstraram interesse e curiosidade nas tentativas de “descobrir” o(s) objeto(s) que haviam no interior das duas caixas fechadas. A análise das interlocuções permite inferir que a dinâmica possibilitou: discussões a respeito do papel do cientista e das tecnologias; compreender sobre relações não neutras e historicamente situadas entre sujeito(s) e objeto do conhecimento; estabelecer relações entre Ciência tecnologia e sociedade na produção de novos conhecimentos; relacionar teoria, modelos explicativos, representação e a realidade.

---

<sup>9</sup>Alguns detalhes sobre atividades de ensino do componente curricular acompanhado pela pesquisa e da análise microgenética desenvolvida podem ser encontradas em Sangiogo e Pieper (2015) e Pieper e Sangiogo (2016).

A título de ilustração, na socialização dos resultados da turma de 2014, o grupo 1 admitiu que na caixa 1 havia um chaveiro (de acordo com as características: peso, som, tamanho, etc.) e o grupo 2 que havia pequenas pedras. Já na caixa 2 o grupo 1 disse que havia algo sólido (não identificaram o que realmente seria, mas imaginavam que era algo triangular), e o grupo 2 admitiu que havia dentro da caixa uma borracha no formato retangular. Não houve um consenso do que havia dentro das caixas entre os grupos. Na literatura, em analogia com a prática científica, podemos entender o consenso como algo “provisório e precário, podendo cada conquista teórica vir a se revelar falha ou ser substituída por outra que se revele superior” (OLIVA, 1999, p. 59). Além disso, “o consenso alcançado na Ciência é misto, isto é, é fruto de adesões cognitivas e de convergências institucionalmente construídas” (idem, p. 59). Ou seja, o consenso em Ciência não é algo rígido, que possui verdades definitivas e resultados inalteráveis, e sim é “provisório e precário”, o qual pode ser modificado e até mesmo substituído por outro consenso considerado mais adequado por uma comunidade científica. O fato dos estudantes não chegarem em um consenso estimula discussões sobre grupos de pesquisa que podem obter resultados ou modelos explicativos diferentes, tendo em vista suas experiências, teorias, ideologias, convicções, etc.

Após primeira apresentação dos grupos aos colegas e professor, houveram problematizações e discussões, por exemplo, sobre analogias entre a atividade das caixas desenvolvidas em sala de aula e as atividades que fazem parte da Ciência, a exemplo dos questionamentos do professor: “*A tecnologia teria um papel importante nesta atividade, por exemplo, ao fazer um furo e tocar, cutucar para identificar o que é? Ou ainda, na química, eu tenho como abrir a caixa?*” (P1/2014). Buscou-se também estabelecer relações entre sujeito(s) e objeto do conhecimento, ao associar os graduandos aos cientistas empenhados em produzir conhecimento sobre o objeto (no interior das caixas) que se quer conhecer, ou ainda ao produzir e socializar representações e modelos explicativos que são muitas vezes contraditórios, mas que carregam conhecimentos histórica e socialmente constituídos. Cabe ressaltar que “as interações entre sujeito e objeto do conhecimento não são neutras, uma vez que o sujeito, ao estabelecer relações cognitivas com o objeto, o faz com expectativas e pressupostos, isto



é, com uma certa intencionalidade” (DELIZOICOV, AULER, 2011, p. 248), o que refuta uma visão empirista que pode estar associada ao se apegar meramente no objeto que se quer conhecer (as caixas fechadas).

A análise das falas e representações feitas pelos grupos indica que os estudantes associaram o modelo do objeto com algo já conhecido: um chaveiro, uma borracha, etc. Essas associações permitem discutir que os graduandos, ao sentir e ouvir o(s) objeto(s) que estava(m) dentro das caixas, estabeleciam relações advindas do conhecimento cotidiano. Em analogia, pôde-se discutir que os cientistas não são sujeitos neutros, também usam de seus conhecimentos prévios para julgar, estabelecer relações e produzir novos conhecimentos. Essa relação com os conhecimentos prévios também permitiu discutir sobre relações entre tipos de conhecimentos associados na produção do conhecimento trabalhado na escola. Segundo Lopes (1997), o conhecimento escolar é aquele em que envolve a “(re)construção do conhecimento científico” (p. 54), sem perder de vista a “(re)construção do conhecimento cotidiano” (idem, p.54). De acordo com a autora “devemos conceber a escola como uma instituição que tem por objetivo contribuir para questionar as concepções cotidianas de todos nós” (p.54). Ou seja, os alunos trazem consigo elementos do seu próprio cotidiano e o papel da escola é o de (re)construir este conhecimento, trazendo novos elementos e questionando sobre o senso comum, “no sentido de não só modificá-lo em parte, como limitá-lo ao seu campo de atuação” (idem, p.43).

A atividade também provocou questionamentos sobre o potencial das problematizações e discussões desenvolvidas no componente curricular para o contexto do ensino médio: “*Esta atividade poderia ser feita no Ensino Médio?*” (L2/2014). Quando L2 questiona a dinâmica das caixas fechadas, ele se coloca na condição de professor em formação inicial, o que tem relação com as Práticas como Componente Curricular (PCC), onde os licenciandos têm papel de pensar em questões associadas à escola e à docência (BRASIL, 2015). As PCC configuram espaços-tempo para trabalhar saberes docentes diversificados que integram e constituem o conhecimento profissional do professor, permitindo a construção de competências pedagógicas específicas (MARCON; NASCIMENTO; GRAÇA, 2007). O questionamento de L2 leva o professor a retomar a relevância da atividade para se discutir sobre Ciência no contexto da educação básica: “*Sim, pois*

*entender a Ciência é tão importante quanto entender sobre Ciências, pois nos faz entender sobre fatos explicados cientificamente. Como, por exemplo, os transgênicos, ao questionar sobre quais são os objetivos de quem financia, sobre quais são os interesses de cada um dos envolvidos. A Ciência é controversa, como perceberam e fizeram na atividade. Na escola muitas vezes a gente não discute sobre essas teorias em sala de aula, o como elas são construídas. [...]” (P1/2014).*

Scheuermann (2009), ao relatar uma pesquisa realizada no contexto do Ensino Médio, enfatiza que a atividade da dinâmica das caixas possibilitou discussões com os alunos, tais como: os modelos são aproximações com a realidade; o papel que o cientista tem em observar, estudar, levantar hipóteses e explicar; a argumentação e o aceite das hipóteses, as quais passam pela validação da comunidade científica, entre outros. A autora conclui que a atividade auxilia na aprendizagem dos alunos, sobre a compreensão de um conceito abstrato, como os modelos atômicos, além de ressaltar a importância de exemplos cotidianos para o desenvolvimento de conceitos oriundos da Ciência.

Ainda em sintonia com a não neutralidade da Ciência, Rosa e Auler (2016) destacam a importância de práticas educativas que problematizem a não existência de verdades absolutas, o trabalho em sala de aula sob a perspectiva CTS (Ciência-Tecnologia e Sociedade). Essas discussões podem vir a contribuir em compreensões mais críticas acerca de visões deformadas do trabalho científico (GIL PÉREZ et al, 2001). Nas aulas do componente curricular, por exemplo, buscou-se contemplar algumas discussões sobre a sociedade e as suas relações com a tecnologia, a Ciência e o trabalho científico, como podem ser identificados em alguns trechos representativos das aulas: *“A relação sobre quem fornece conhecimento é complicada...” (L5/2014); “Não se tem a preocupação para a sociedade, o foco é a produzir o conhecimento.” (P1/2014); “O interessante seria partir dos problemas das pessoas para se estudar e fazer uma pesquisa.” (L5/2014).*

Conforme o exposto, as aulas provocam discussões que reportam ao papel da pesquisa na sociedade, com encaminhamentos que valorizam a participação e o olhar para a sociedade nesse processo, com discursos que são agregados nas falas dos licenciandos, diferente do que se observava no

início do componente curricular. Segundo L5, para fazer pesquisa, seria necessário considerar os “*problemas das pessoas*” pesquisando sobre aquilo que de alguma forma intervém na sociedade (SENE, 2008). Nota-se que há uma discussão sobre a questão mercadológica, da produção de projetos, a questão dos interesses da pesquisa referente aquilo que seja socialmente útil ou economicamente lucrativo. De acordo com Delizoicov e Auler (2011), o avanço na área da Ciência não é determinado, unicamente, por suas próprias tendências, mas existe a questão dos interesses, desejos e/ou necessidades que estão articuladas em espaços-tempo de determinados grupos sociais e momentos históricos. Nesse sentido, a seleção do objeto de pesquisa, de problemas e de pesquisas a serem realizadas na Ciência, partem de ideologias e escolhas que podem ou não considerar os interesses da sociedade.

Segundo L2/2014, na atividade proposta pelo professor, houveram compreensões sobre o significado de “*pesquisar, assim como um cientista*”, ao buscar “*respostas para solucionar um problema*” e que o problema, no caso da proposta em aula, “*era descobrir o que tinha dentro do embrulho sem ver, nem tocar no seu interior*”. Conforme os escritos de L2, os licenciandos tinham um “*problema*” a ser resolvido, que “*era descobrir o que tinha dentro do embrulho*”. No campo epistemológico ou pedagógico, segundo Gehlen (2009), “o problema assume um papel na gênese da produção e apropriação de signos, assim como é o mediador nas relações entre sujeito e objeto do conhecimento” (p. 6). Bachelard também aponta a relevância do problema na construção do conhecimento científico, ao afirmar:

- Discutir sobre questões associadas aos processos históricos e sociais de produção e validação do conhecimento científico e a distinção de outros conhecimentos culturalmente presentes na sociedade.
- Propiciar compreensões e debates sobre a natureza da Ciência, as relações entre sujeito e objeto do conhecimento.
- Entender e refletir sobre implicações de diferentes categorias epistemológicas, as diferentes visões de Ciência, associadas ao processo de ensino e de aprendizagem de Ciências. (PPPCLQ/UFPEL, 2013).

Em analogia com a atividade científica, os licenciandos empenharam-se na resolução de um problema, buscando conhecer ao que havia no interior das caixas, ao propor um modelo explicativo e uma representação que seria discutida e compartilhada com seus colegas. Outro ponto observado que

pode ser problematizado foi durante o desenvolvimento da atividade, em que os licenciandos conversavam entre si sobre o que poderia estar dentro da caixa e alguns alunos expressavam convicção ao(s) objeto(s) no seu interior. Convicção que fora confrontada ao se deparar com argumentos e representações distintas aos de seus colegas, no seu grupo ou na socialização com o professor e demais colegas. Na atividade também se observou a interação entre os grupos, sendo que os mesmos buscavam apresentar ou trocar informações sobre o(s) objeto(s) no interior das caixas. Essas questões também podem ser observadas e problematizadas, seja no contexto do ensino superior ou da educação básica.

L2/2014 ainda complementa dizendo que a atividade possibilita discussões sobre *“modelos e símbolos que há na química, sobre quais foram os fatos e os fenômenos que levaram a construção dos modelos que conhecemos, como os de Rutherford, Bohr, Thomson, Dalton [...]”*. Na Ciência Química e no ensino de Ciências, sabe-se que *“modelos”* e *“símbolos”* constituem o discurso científico, portanto, compreensões sobre eles são importantes aos processos de (re)construção de linguagens e pensamentos específicos às culturas da comunidade científica e escolar nas aulas de Ciências/Química (VIGOTSKI, 2001). De acordo com Justi (2010), os modelos na Ciência podem ser compreendidos como representações parciais de uma entidade, ou seja, eles não refletem exatamente a realidade em si, não são cópias da realidade e possuem limitações, visto que a Ciência e as discussões por detrás dela estão em constante transformação, construção e reconstrução. Nessa lógica, cabe reforçar a ideia de que o estudo sobre modelos e representações são importantes de serem trabalhados e usados como conteúdo de ensino em aulas ou livros didáticos de Ciências da Natureza, além de serem amplamente debatidos em espaços de formação de professores (SANGIOGO, ZANON, 2012).

O professor, nas aulas e após a dinâmica, questiona os licenciandos sobre a especificidade do conhecimento científico, a exemplo das questões realizadas: *“Com base em que vocês criaram essas “teorias” sobre as caixas? Quando eu gero um conhecimento científico? Vocês, como licenciandos ou alunos, produzem um conhecimento científico? Por quê?”* (P1/2015). Os licenciandos dizem que ao criar explicações para o objeto que se quer conhecer, na criação de uma teoria, eles *“tentam lembrar alguma coisa*

*parecida com conhecimento que a gente já tem” (L2/2015), que a Ciência se produz “através de hipóteses. Acho que através de dúvidas também” (L2/2015), e ao “se basear no experimento do outro” (L3/2015), “que tem que ter uma equipe, pois sozinho não faz grande coisa. Um acrescenta uma coisa e o outro acrescenta novo ponto.” (L1/2015).*

Segundo Lopes (1999), a Ciência se preocupa com critérios de validação, como reporta L1, ao dizer que para ser um conhecimento científico deve-se de alguma maneira “*percorrer um caminho de produção, de disseminação e validação*”. Contudo a autora afirma que “*não se trata de uma validação pelo experimento: a verificação de um fato científico — que por ser científico já é uma construção — depende de uma interpretação ordenada, dentro de uma teoria explícita*” (p.109). Ao falar sobre a produção do conhecimento, Lopes (1999, com base em Marx), expressa que “*a produção não existe no isolamento do homem, tal qual a linguagem só existe entre homens se comunicando em conjunto*” (p. 99), como destaca L1 ao dizer que para a produção do conhecimento deve “*ter uma equipe, pois sozinho não faz grande coisa*” (L1/2015). O escrito de L1 indica a compreensão de que o trabalho deve ser colaborativo, como processo em que se tem acesso, compartilhamento e validação de conhecimentos, um processo que conta com a contribuição de outros sujeitos, questões essas que não eram explicitadas nas primeiras aulas do componente curricular.

Após seis meses da finalização do componente curricular, houve uma entrevista semiestruturada com o objetivo de questionar os licenciandos sobre o que esses rememoravam das aulas. Na entrevista realizada, o professor, além de outras discussões, questiona sobre como entendem o processo de produção do conhecimento científico, e os estudantes espontaneamente lembram da dinâmica das caixas fechadas: “*[...] no momento em que a gente foi orientado a fazer a atividade da caixa, a gente não sabia o que tinha ali dentro. A gente construiu um conceito do que teria ali dentro, através do conhecimento que tínhamos adquirido. A gente observou que rolava, daí pensamos que podia ser uma pilha, um objeto redondo, alguma coisa meio pequena. Isso com base nos conhecimentos que a gente tem de outros lugares [...]*” (L2/2014). Essa compreensão é complementada pela fala de L1/2014, ao dizer que se “*[...] traz algum conhecimento que a gente tem do dia a dia, com o de livros, que é provado, que é dito experimentalmente,*

*alguma coisa assim. Daí eu relaciono com aquele conhecimento que eu já tenho e assim é produzido”.*

Os alunos expressam analogias com algo já conhecido ao propor explicações sobre o que havia nas caixas. Portanto, cabe a compreensão de que a atividade das caixas é análoga a discussões que permeiam a natureza da Ciência, tais como: o problema de pesquisa; o trabalho do(s) cientista(s); a argumentação e busca de bases teóricas sistematizadas (para além do conhecimento cotidiano); a comunicação e validação pela comunidade científica; a articulação entre o objeto do conhecimento e os sujeitos que produzem conhecimentos sobre o objeto; o diálogo e as controversas entre cientistas.

De acordo com Justi e Mendonça (2008), as analogias são bastante utilizadas no ensino de Ciências, visto que “elas podem favorecer a ocorrência de um ‘trânsito’ melhor entre os conceitos prévios e os conceitos desconhecidos, o que pode levar o indivíduo a reestruturar suas informações, formar um novo esquema ou acrescentar novas informações às existentes” (p. 25). A atividade das caixas fechadas realizada pelos estudantes deve ser compreendida num processo análogo, com fins didáticos ao trabalho científico dos cientistas. Entretanto, cabe ressaltar que tais analogias também podem causar efeitos negativos, dependendo da maneira como são utilizadas. Ainda segundo as autoras:

Para que as analogias possam contribuir para a aprendizagem é importante o professor levar em consideração que (i) seu uso torna-se recomendado quando o domínio alvo é difícil de ser compreendido e/ou visualizado pelos alunos e (ii) as relações entre os dois domínios devem ser facilmente compreendidas pelos alunos. Além disso, elas devem ser claras, simples e fáceis de serem lembradas (JUSTI; MENDONÇA, 2008, p. 25).

Conforme o referencial exposto acima, fica evidente que é necessário trabalhar com as analogias em sala de aula, com objetivo de evitar obstáculos epistemológicos na forma como se compreende o conhecimento científico ou os obstáculos pedagógicos ao acesso do conhecimento escolar (BACHELARD, 1972; LOPES, 1999).

Enfim, a atividade permite associações entre a articulação de conhecimentos cotidianos e científicos por parte dos licenciandos, mas também carecem cuidados típicos da produção do conhecimento escolar, no sentido de que:

O conhecimento escolar deve ser compreendido a partir dos processos de mediação didática e de disciplinarização, eminentemente constitutivo de configurações cognitivas próprias. Ou seja, o conhecimento escolar deve ser a didatização do conhecimento científico, mas não deve constituir-se como obstáculo ao desenvolvimento do conhecimento científico. A produção de conhecimento na escola não pode ter a ilusão de construir uma nova Ciência, ao deturpar a Ciência oficial, e dificultar, ou mesmo impedir, a compreensão do conhecimento científico, a partir do enaltecimento do senso comum (LOPES, 1999, p. 43).

Os relatos representativos da compreensão dos estudantes indicam a presença, mesmo após as aulas, da analogia da atividade das caixas fechadas desenvolvida em aula quando se tentou produzir uma resposta sobre o processo de produção de conhecimento científico. Entretanto, após a finalização do componente curricular, as respostas são menos completas que durante as aulas, não ficando evidente a explicitação de Ciência como não neutra, histórica e socialmente situada. Essas visões não indicam que os licenciandos desconsiderem tais características para a Ciência, mas indica relevância de novas mediações por parte do professor, provocando novos processos de (re)elaborações de significados sobre a natureza da Ciência ao longo da formação docente (VIGOTSKI, 2001). Na entrevista, essas discussões novamente foram instigadas por outros questionamentos: “O que vocês sabem sobre *produção e validação do conhecimento científico?* [...] *Quando alguém diz que algo é produzido e provado cientificamente, como é que vocês veem isto?* [...] *A sociedade ajuda na produção de conhecimento científico?* [...] *A Ciência e a tecnologia interferem na sociedade?*” (P1/2014).

Enfim, ao analisar as falas e os escritos dos estudantes, tornou-se representativa a importância da atividade relatada neste trabalho para problematizações e discussões sobre a natureza da Ciência em espaços de formação de professores. Ou seja, a análise da atividade das caixas ratifica a relevância de agregar significados aos discursos já presentes dos licenciandos, ampliando reflexões sobre Ciências e que estão relacionadas com aulas de Química, como: ao problematizar o papel do cientista; as relações entre sujeito e objeto do conhecimento; os processos e relações envolvidos na produção de conhecimentos cotidianos, científicos e/ou escolares; as relações entre Ciência, tecnologia e sociedade; os modelos explicativos e a linguagem específica desenvolvida em diferentes grupos sociais. Ainda que haja necessidade de novas intervenções e significações

para problematizar ou evitar visões deformadas do trabalho científico dos docentes em formação, como as apresentadas por Gil Perez et al. (2001), a atividade tem potencial para desenvolvimento de reflexões sobre o processo de produção e validação do conhecimento, como aqueles específicos da Química, ao estudo *de e sobre* Ciências.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O texto traz contribuições sobre a relevância de discussões sobre a natureza da Ciência em espaços de formação de professores, exemplificando uma atividade indicada pelos graduandos como de grande potencial formativo, como as que integram o contexto das Práticas como Componente Curricular (PCC) de cursos de Licenciatura em Ciências e/ou Química, que se referem a disciplinas voltadas à formação profissional. Na análise, ao longo da atividade se evidenciou indícios da apropriação de discursos sobre Ciência que eram discutidos ao longo da disciplina acompanhada pela pesquisa, apresentado neste trabalho de forma representativa por trechos de escritos e falas do professor e estudantes.

Através da atividade da dinâmica das caixas fechadas, trabalhou-se e evidenciou-se algumas discussões por parte dos licenciandos a respeito das representações e modelos utilizados na Ciência/Química, o papel do cientista, das tecnologias e da sociedade nos processos de produção e validação do conhecimento científico, a especificidade e relações entre conhecimentos cotidianos e científicos, a origem e a possibilidade de conhecer. As intervenções possibilitam trabalhar com conhecimentos iniciais e em construção ao longo das intervenções pedagógicas, ainda que caiba ao professor buscar formas de auxiliar os licenciandos a compreender melhor a natureza da Ciência.

Este trabalho, além de relatar uma atividade que identifica ações pedagógicas desenvolvidas em um curso de licenciatura em Química, propicia momentos de reflexão-ação, com vistas a melhorias na formação e na prática docente, do professor, do componente curricular, que trata de questões de história e filosofia da Ciência e dos licenciandos, ambos em processo de formação permanente (MALDANER, 2003). Com base na análise das intervenções, a dinâmica desenvolvida deixa indícios da promoção e de repercussões em torno de melhores compreensões sobre a natureza da Ciência no contexto de



espaços de formação de professores e no âmbito da educação básica, reforçando discussões desenvolvidas na área de ensino de Ciências.

## REFERÊNCIAS

- BACHELARD, G. Conhecimento comum e conhecimento científico. **Tempo Brasileiro**. Rio de Janeiro. v. 28, p. 27-46, 1972.
- BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- BRASIL. Parecer **CNE/CP Nº 2/2015** de 09 de junho de 2015. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial e Continuada dos Profissionais do Magistério da Educação Básica, Brasília, MEC: 2015.
- BRASIL. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.
- CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino das Ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & Educação**. v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.
- DELIZOICOV, D.; AULER, D. Ciência, Tecnologia e Formação Social do Espaço: questões sobre a não-neutralidade. **Alexandria- Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 247-273, 2011.
- GEHLEN, S. T. **A função do problema no processo de ensino aprendizagem de Ciências: Contribuições de Freire e Vygotsky**. 2009. 253p. Tese de doutorado. Florianópolis: PPGET/UFSC, 2009.
- GIL PÉREZ, D.; MONTORO, I.F.; ALÍS, J.C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**. v. 7, p. 125-153, 2001.
- GÓES, M. C. R. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. **Cadernos Cedes**. n. 50, p. 9-25, 2000.
- HESSSEN, J. **Teoria do Conhecimento**. Trad. João V. G. Cuter, 2.ed, São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- HODSON, D. Experimentos na ciência e no ensino de ciências. **Educational philosophy and theory**, n. 20, p. 53-66, 1988.
- JOHNSTONE, A. H. The Development of Chemistry Teaching: A Changing Response to Changing Demand. **Journal of Chemical Education**, n. 70, p. 701-704, 1993.
- JUSTI, R.; MENDONÇA, P. C. C. Usando analogias com função criativa: uma nova estratégia para o ensino de química. **Educació Química**, n. 1, p. 24-29, 2008.
- JUSTI, R. Modelos e modelagem no ensino de química: um olhar sobre aspectos essenciais pouco discutidos. In: SANTOS, W. L. P. e MALDANER, O. A. **Ensino de química em foco**. Ijuí: Unijuí, 2010.
- LEITE, L. History of Science in Science Education: development and validation of checklist for analysing the historical content of science textbooks. **Science & Education**, v. 11, n. 4, p. 333-359, 2002.
- LIMA, A. de A.; NÚÑEZ, I. B. Reflexões a cerca da natureza do conhecimento químico: uma investigação na formação inicial de professores de química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 11, n. 3, p. 209-229, 2011.
- LOPES, A. R. C. **Conhecimento Escolar: Ciência e Cotidiano**. Rio de Janeiro: UERJ, 1999.
- LOPES, A. R. C. Conhecimento escolar em Química- Processo de Mediação Didática da Ciência. **Química Nova**, v. 20, n. 5, p. 563- 568, 1997.
- LOPES, A. R. C. **Currículo e epistemologia**. Ijuí: Unijuí, 2007.
- MACHADO, A. **Aula de Química: discurso e conhecimento**. 2. ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2004.
- MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química– professor/pesquisador**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.
- MARCON, D.; NASCIMENTO, J. V.; GRAÇA, A. B. S. A construção das competências pedagógicas através da prática como componente curricular na

- formação inicial em educação física. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 21, n. 1, p.11-25, 2007.
- MATTHEWS, M. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO. A. H.; ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de Química para o Estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- OLIVA, A. **Ciência e Sociedade: do Consenso à Revolução**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999.
- PAIXÃO, F.; CACHAPUZ, A. Mudança na prática de ensino da Química pela formação dos professores em História e Filosofia das Ciências. **Química Nova na Escola**, Belo Horizonte, n. 18, p. 31-36, 2003.
- PIEPER, Q.; SANGIOGO, F. A. Percepções de Graduandos sobre algumas Implicações da História e Filosofia da Ciência ao Ensino de Química. Encontro Nacional de Ensino de Química- XVIII ENEQ. **Anais...** Florianópolis, 2016.
- ROSA, S. E.; AULER, D. Não Neutralidade da Ciência-Tecnologia: Problematizando Silenciamentos em Práticas Educativas CTS. **Alexandria- Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 2, p. 203-231, 2016.
- SANGIOGO, F. A. **A elaboração conceitual sobre representações de partículas submicroscópicas em aulas de Química da Educação Básica**: aspectos pedagógicos e epistemológicos. Tese de doutorado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- SANGIOGO, F. A.; PIEPER, Q. Elaboraões conceituais sobre relações entre modelo, representação e realidade em aulas da graduação em Química. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - X ENPEC. **Anais...** ABRAPEC: Águas de Lindóia, 2015.
- SANGIOGO, F. A; ZANON, L.B; Reflexões sobre Modelos e Representações na Formação de Professores com Foco na Compreensão Conceitual da Catálise Enzimática. **Química Nova na Escola**. v. 34, n. 1, p. 26-34, 2012.
- SCHEUERMANN, C. **A compreensão de modelos atômicos por alunos da educação de jovens e adultos**. 2009. 27p. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- SENE, J. E. A Sociedade do Conhecimento e as Reformas Educacionais. Universidade de Barcelona. **Atas do X Colóquio Internacional de Geocrítica**. Barcelona, 2008.
- SILVA, Ilton B. **Inter-relação**: a pedagogia da ciência - uma leitura do discurso epistemológico de Gaston Bachelard. 2. ed., Ijuí: UNIJUÍ, 2007.
- VIGOTSKI, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução de Paulo Bezerra. São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- WERTSCH, J. V. **Vygotsky y la formación social de la mente**. Tradução de Javier Zanón e Montserrat Cortés. Barcelona: Paidós, 1988.