



AS TRANSFORMAÇÕES E AS PERMANÊNCIAS DE CONHECIMENTOS SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM UM CONTEXTO DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Knowledge retention and transformation on lab activities in chemistry teachers' initial training

Fábio Peres Gonçalves [fabio.pg@ufsc.br]
Beatriz Biagini [beatrizbiagini@gmail.com]
Renata Isabelle Guaita [renataguaita@gmail.com]

*Departamento de Química
Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica
Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Reitor João David Ferreira Lima, Trindade, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil*

Resumo

Investiga-se como se caracterizam os conhecimentos sobre atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências de licenciandos em Química, explicitados durante a participação em uma componente curricular. Analisam-se as produções textuais constituintes de portfólios da componente curricular integrante de um curso de licenciatura em Química de uma instituição pública de educação superior brasileira. O material foi examinado segundo os procedimentos da análise textual discursiva. Entre os resultados, destacam-se: a) conhecimentos relativos à valorização da participação discente durante as atividades experimentais; b) dos conhecimentos discentes concernentes à associação entre atividades experimentais e motivação; c) a explicitação de conhecimentos vinculados à necessidade de considerar, nas atividades experimentais, o respeito à integridade física dos estudantes e ao meio ambiente. Na sequência, analisam-se os conhecimentos dos licenciandos com base no referencial progressista de educação de Paulo Freire em diálogo com as categorias estrutura vertical e estrutura horizontal, de Eduardo Nicol. Desta análise depreenderam-se transformações e permanências de conhecimentos dos licenciandos, indicando a apropriação do que foi estudado, como: a possibilidade das atividades experimentais originarem questionamentos, a necessidade de favorecer a explicitação dos conhecimentos iniciais dos alunos e o respeito à integridade física dos estudantes não os submetendo a experimentos perigosos. Por outro lado, foi possível caracterizar a permanência, de forma mais pujante, de um conhecimento inicial sobre as atividades experimentais que as entende com motivadoras. Interpreta-se ainda que as transformações e as permanências de conhecimentos identificadas valorizaram, em alguma medida, a abordagem adotada no estudo sobre atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências, na formação inicial de professores de Química.

Palavras-Chave: Formação de professores; atividades experimentais; Ensino de Química.

Abstract

How knowledge on lab activities in chemistry teaching is characterized and made explicit in the components of a curriculum is here under examination. The textual productions making up the subject portfolio of a chemistry undergraduate course in a Brazilian higher education institution is analyzed. Discursive textual analysis was used on the corpus. Among the results the following stand out: a) knowledge concerning the valor of student participation in lab activities; b) retention and transformation of the students' perception concerning the association of lab activities and motivation; c) making explicit the need to respect the physical integrity of students and environment in lab activities. Following that, the knowledge of the students is analyzed based on Paulo Freire's progressive education references, as well as on Eduardo Nicol's vertical and horizontal structures' categories. From this analysis, changes and permanencies of knowledge of the undergraduates were inferred, indicating the appropriation of what was studied, such as: the possibility of experimental activities giving rise to questions, the need to favor the explanation of the students' initial knowledge and respect for the physical integrity of the students. subjecting them to dangerous experiments. On the other hand, it was possible to characterize the permanence, more vigorously, of an initial knowledge about experimental activities that understands them as motivating. It is also interpreted that the identified

knowledge transformations and permanencies valued, to some extent, the approach adopted in the study of lab activities in chemistry teaching in the initial training of chemistry teachers.

Keywords: Teacher training; lab activities; chemistry teaching.

INTRODUÇÃO

A análise da transformação de conhecimentos de professores da área de Ciências da Natureza é um dos objetos das pesquisas em Ensino de Ciências, a exemplo do que é abordado, sob diferentes perspectivas teórico-metodológicas, nos trabalhos de Escrivá-Colomar e Rivero-García (2017), Hamed, Rivero e del Pozo (2016) e Zacharias (2003). Em alguma medida, as análises realizadas por esses autores colaboraram para avaliar propostas metodológicas desenvolvidas em processos formativos, no contexto de suas pesquisas.

Há investigações dedicadas, especificamente, ao estudo da transformação dos conhecimentos acerca da temática atividades experimentais no Ensino de Ciências. Por exemplo, Firme e Galiuzzi (2014), em uma investigação no âmbito da formação inicial e continuada de professores de Química, apontaram a escrita coletiva em portfólios como favorecedora de aprendizagens acerca das atividades experimentais. Ainda na formação inicial e continuada de professores, García Barros, Martínez Losada e Mondelo Alonso (1998) investigaram o desenvolvimento de uma abordagem didática voltada ao estudo das atividades experimentais, concluindo que tal abordagem cooperou para os docentes valorizarem uma perspectiva investigativa das atividades experimentais no Ensino de Ciências. Resultados de pesquisas (Afonso & Leite, 2000; Antúñez, Pérez & Petrucci, 2008; Galiuzzi & Gonçalves, 2004; Grandini & Grandini, 2004; Hirvonen & Viiri, 2002) a respeito de conhecimentos docentes da área de Ciências da Natureza têm justificado, em parte, a necessidade de propor processos formativos que se ocupam da transformação dos conhecimentos sobre atividades experimentais no Ensino de Ciências. Entre esses resultados, apontam-se: a) a valorização da perspectiva empírico-indutivista na Ciência e no Ensino de Ciências; b) a redução do papel da experimentação ao ensino de habilidades técnicas; e c) compreensões que relacionam, incondicionalmente, os experimentos à motivação e à aprendizagem discente.

Ante o exposto, organizou-se uma proposta formativa para o estudo acerca de atividades experimentais no contexto de uma componente curricular de Ensino de Química, em um curso de Licenciatura em Química. O objetivo da pesquisa foi o de analisar como se caracterizam os conhecimentos¹ explicitados por licenciandos em Química sobre atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências durante a participação em uma componente curricular, quando se estudou a referida temática. Diferentemente das investigações citadas anteriormente (Firme & Galiuzzi, 2014; García Barros, Martínez Losada & Mondelo Alonso, 1998), neste trabalho, a proposta formativa foi desenvolvida em âmbito disciplinar e somente com licenciandos.

CONSIDERAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS

Na sequência, apresentam-se pressupostos teórico-metodológicos que viabilizaram a elaboração da proposta para a abordagem da temática atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências, no contexto de uma componente curricular de um curso de Licenciatura em Química. Depois, caracterizam-se a proposta e os sujeitos da pesquisa, e também, o instrumento de obtenção das informações qualitativas e os procedimentos analíticos.

Pesquisas sobre atividades experimentais na formação de professores de Ciências da Natureza: subsídios à elaboração de uma proposta formativa

É notória a vasta investigação a respeito de conhecimentos de professores sobre atividades experimentais na Ciência e no Ensino de Ciências e em relação a “o que” e a “como” abordar atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências na formação de professores. Entre as recomendações das investigações, encontram-se: a) valorizar conhecimentos iniciais dos professores acerca das atividades experimentais; b) transcender uma compreensão de experimentação como possibilidade de puramente ilustrar conhecimentos teóricos; e c) abordar as atividades experimentais na formação de professores por

¹ De acordo com Moser, Mulder e Trout (2009), constitui-se em um problema para a Epistemologia explicar o que é o conhecimento. Os autores examinam, de forma extensa, respostas para a questão relativa à aceção do conhecimento e que pode receber diferentes abordagens, dependendo do estudioso. Porém, cabe registrar que se concebem, como conhecimentos explicitados pelos licenciandos, aqueles que podem estar no domínio do que Freire (1977), apoiado em interlocutores teóricos, chama de “doxa” e “logos”. A “doxa” pode ser caracterizada, sinteticamente, como a mera opinião ingênua – inclui o que vem sendo denominado de senso comum pedagógico –, enquanto que o “logos” se relaciona com o conhecimento sistematizado de uma dada área.

meio das contribuições da História e Epistemologia das Ciências (Gonçalves & Marques, 2016). A devida atenção ao exposto nas recomendações pode colaborar para enfrentar compreensões empírico-indutivistas concernentes à experimentação e que influenciam no modo como os professores entendem e desenvolvem as atividades experimentais no âmbito da educação básica (Gonçalves & Marques, 2016). O entendimento de que as atividades experimentais, baseadas na suposta observação neutra, constituem-se como fonte segura do conhecimento precisa ser insistentemente combatido pelos formadores.

A pesquisa com formadores de professores tem mostrado que uma possibilidade de enfrentar as atividades experimentais como pura ilustração de conhecimentos teóricos está na abordagem dos chamados experimentos investigativos ou de resolução de problemas (Gonçalves & Marques, 2016). Ao longo dos anos, a literatura tem proposto uma diversidade de atividades nesses dois sentidos. Por exemplo, De Jong (1998) descreve os denominados experimentos que *plantean problemas* (experimentos p.p.). Segundo ele, os estudantes podem participar em todas as etapas previstas para um experimento p.p., ou então, em parte delas, cabendo ao professor a responsabilidade pelas demais etapas. As etapas de um experimento p.p. são: construção do problema; formulação de hipóteses; planejamento e realização dos procedimentos experimentais; apontamento de dados e observações; e conclusões. De Jong (1998) argumenta, favoravelmente, ao envolvimento dos estudantes nos experimentos p.p., assumindo gradativamente a responsabilidade pelas etapas supramencionadas. Aproximando-se do exposto por De Jong (1998), Gil Pérez *et al.* (1999) defendem que as atividades de resolução de problemas e os experimentos podem ser concebidos para tratar de “situações problemáticas abertas”. Reigosa Castro e Jiménez Aleixandre (2000) advogam a favor de atividades experimentais por meio da resolução de problemas a partir dos trabalhos em pequenos grupos. Para eles, essa proposta é coerente com uma compreensão de ciência como atividade social. Já Hofstein (2004) chama a atenção para o fato de as atividades experimentais de caráter investigativo mostrarem potencial para favorecer aprendizagens dos estudantes, inclusive de “habilidades metacognitivas”. Em outro trabalho, Hofstein, Navon, Kipnis, e Naaman-Mamlök (2005), obtiveram indícios de que atividades experimentais de caráter investigativo podem colaborar para que estudantes evoluam nos processos de elaborar perguntas. Entendemos que a abordagem da História e Epistemologia da Ciência na formação de professores pode se constituir em uma contribuição pujante a fim de que os professores sofisticem seus conhecimentos teóricos e práticos relativos às atividades experimentais e, ao mesmo tempo, reconheçam, nas atividades experimentais investigativas ou de resolução de problemas, uma contribuição contra a hegemonia dos experimentos que simplesmente ilustram os conhecimentos teóricos previamente estudados.

Outra possibilidade de combater as atividades experimentais como pura ilustração de conhecimentos teóricos é sinalizada pelos autores Afonso e Leite (2000) e García Barros, Martínez Losada e Mondelo Alonso (1998). Para eles, a análise, com professores em formação, de materiais didáticos com propostas de atividades experimentais pode favorecer uma atitude “crítica” frente a propostas de atividades experimentais “tradicionais” e “inovadoras”.

Em um trabalho com professores de ciências, Zacharia (2003) investigou os efeitos do uso combinado de simulações e experimentos baseados em investigações. Para tanto, identificou uma inclinação dos professores participantes da pesquisa para a realização de experimentos baseados em investigações e simulações. As simulações experimentais podem envolver os estudantes em atividades que, em laboratório, seriam perigosas, caras ou demasiadamente demoradas (Hofstein & Lunetta, 2004). Tarekegn (2009) e Zacharia e Constatinou (2008) destacam que os experimentos manipulados virtualmente podem auxiliar bastante a aprendizagem conceitual. Finkelstein, Perkins, Adams, Kohl e Podolefsky (2005) ressaltam que a defesa às simulações experimentais, como favorecedoras das aprendizagens conceituais, não significa uma defesa em favor delas como promotoras incondicionais dessas aprendizagens. Apesar do reconhecido avanço das pesquisas que articulam as atividades experimentais com as tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC), a exemplo daquelas que tratam das simulações experimentais, é preciso considerar que, não raramente, docentes da área de Ciências entendem as TDIC apenas como ferramentas secundárias no desenvolvimento de atividades experimentais que acontecem em laboratórios de bancada (Guaita, 2015).

E, em relação às atividades experimentais no Ensino de Química, uma questão que se impõe, bastante revisitada nas publicações dos últimos anos, é aquela que diz respeito ao meio ambiente (Gonçalves & Marques, 2011). Silva e Machado (2008) apresentam resultados de uma pesquisa que indica ações preocupantes de professores de Química da educação básica quanto ao uso e descarte de reagentes em experimentos. Há uma forte defesa de que o tratamento de resíduos – quando não preferencialmente evitados – precisaria ser contemplado no planejamento de atividades experimentais, assim como procedimentos que não coloquem em risco a integridade física dos estudantes e professores (Gonçalves & Marques, 2011).

É urgente que os assuntos supramencionados, entre outros, sejam considerados na abordagem da temática atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências, na formação de professores. Todavia, há o pressuposto de que a transformação de conhecimentos acerca das atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências é um processo complexo. Admite-se que, não raramente, os professores em atuação e licenciandos podem resistir a atividades experimentais de caráter mais inovador (Cortès Gracia & Gándara Gómez, 2006), o que não deve servir de motivo para se alijar da promoção de processos formativos.

As atividades formativas e seus sujeitos

A componente curricular de Ensino de Química, na qual se promoveram as atividades, correspondia a 72 h/aula de formação, com dois encontros semanais de 100 minutos cada, sendo que o material analisado foi produzido ao longo de 15 encontros. Essa componente curricular integrava um curso de licenciatura em Química de uma universidade pública brasileira e estava prevista para ser cursada no 6º semestre, de um total de 4 anos. Os conteúdos estudados sobre atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências estavam, sinteticamente, associados a questões: a) de natureza epistemológica; b) ligadas à crítica a entendimentos ingênuos, como os que colocam as atividades experimentais como incondicionalmente promotoras da aprendizagem e da motivação discente; c) vinculadas ao questionamento aos experimentos puramente ilustrativos; d) agregadas a sugestões de atividades experimentais associadas, por exemplo, à perspectiva investigativa e de valorização dos conhecimentos iniciais dos estudantes; e e) de segurança e respeito à integridade física dos estudantes e ao meio ambiente, não raramente negligenciadas em atividades experimentais de Química. Os conteúdos foram selecionados com base no exposto pela literatura citada previamente, que trata: de características importantes às atividades experimentais; do entendimento dos professores acerca das atividades experimentais; e da abordagem da experimentação como conteúdo da formação docente.

Em relação às atividades, os estudantes:

- a) inicialmente, responderam, de forma individual, a um instrumento para explicitar seus conhecimentos prévios discutidos na sequência das aulas, a saber: “Imagine que você é professor(a) de Química no ensino médio, narre como você desenvolveria uma atividade experimental em uma das turmas que você é professor(a)”;
- b) discutiram sobre uma atividade experimental relativa ao conteúdo reações química e conservação da massa presente em Gonçalves e Brito (2014)² realizada pelo formador, na qualidade de um exemplo de como pode se constituir uma atividade experimental que incorpora características sinalizadas na literatura da área de Ensino de Ciências.
- c) apresentaram três seminários, sendo que cada grupo (três grupos com três integrantes cada) responsável por um seminário se apoiou em uma referência (Gonçalves & Marques, 2011; Silva & Zanon, 2000; Gioppo, Scheffer, & Neves, 1998) disponibilizada pelo professor, que promoveu um seminário preliminar como um exemplo e fundamentado em outra referência (Borges, 2004), totalizando quatro seminários. A leitura das referências foi solicitada como atividade extra-aula a todos independentemente da apresentação dos seminários;
- d) realizaram atividades de discussão em pequenos grupos a partir de questões decorrentes da apresentação dos seminários;
- e) analisaram, em pequenos grupos, propostas de experimentos presentes em livros didáticos, previamente selecionadas pelo formador, e escreveram um parecer (embora a atividade fosse em grupo, cada licenciando deveria realizar o seu parecer, uma vez que, não obrigatoriamente, deveria assumir posições consensuais que, muitas vezes, podem ser artificiais) sobre a proposta de experimento para posterior socialização e debate no grande grupo;
- f) com base nos pareceres relativos às análises das propostas de experimento em livros didáticos, propuseram um plano de aula com uma nova sugestão de atividade experimental, seguida de exposição e discussão no grande grupo (os licenciandos não necessariamente deveriam ter consenso na elaboração do plano de aula, podendo escrever planos de aula diferentes);
- g) analisaram, em pequenos grupos, propostas de experimento, previamente selecionadas pelo formador, presentes em um periódico de Ensino de Química, e produziram um parecer (assim como

² Trata-se da atividade experimental intitulada “Para que lado vai pender a balança?”.

mencionado no item “e”, os pareceres deveriam ser individuais) sobre a proposta de experimento para o processo de socialização, igual ao do item “e”;

h) elaboraram um plano de aula com uma atividade experimental a partir do parecer do item “g” para o debate posterior no grande grupo nas mesmas condições do plano de aula caracterizado no item “f”;

i) redigiram individualmente uma narrativa sobre uma atividade experimental marcante ao longo da vida escolar;

j) e, a partir da leitura da narrativa de um colega, escreveram uma carta e encaminharam ao colega autor da narrativa com considerações concernentes às atividades experimentais.

As atividades realizadas ao longo de um semestre letivo integravam portfólios individuais utilizados na proposta didática da componente curricular. Das atividades antes mencionadas, foram incluídas no portfólio: i) as respostas ao instrumento inicial, cuja finalidade era a de favorecer a apreensão dos conhecimentos iniciais; ii) os pareceres de propostas de experimentos em artigos de periódicos e livros didáticos; iii) os planos de aulas elaborados a partir dos pareceres das propostas de experimento; iv) a narrativa acerca de uma atividade experimental marcante; e v) a carta decorrente da leitura da narrativa.

Portanto, buscou-se interagir tenazmente com o conhecimento explicitado pelos licenciandos em diferentes momentos do processo formativo, não só os conhecimentos que eles trazem consigo, mas também aqueles que refletem, em algum nível, o que foi estudado na componente curricular. Em outros termos, os conhecimentos explicitados podem estar vinculados a um senso comum ou àqueles expostos na literatura em Didática das Ciências. É admissível que os licenciandos tenham se apropriado de conhecimentos sobre atividades experimentais no Ensino Química/Ciências em espaços e tempos de formação que diferem daqueles caracterizados nesta pesquisa. Eles já vivenciaram, por exemplo, discussões sobre Ensino de Química em outras componentes curriculares do curso de licenciatura em Química. Assim, houve momentos para a explicitação de conhecimentos e para o processo de apropriação de novos conhecimentos fundamentados teoricamente. Tanto a explicitação de conhecimentos quanto a apropriação de novos conhecimentos foram mediadas pela problematização. Entende-se, com base em Freire (1977), que qualquer conteúdo possa ser problematizado: *“O diálogo problematizador não depende do conteúdo que vai ser problematizado. Tudo pode ser problematizado”* (Freire, 1977, p. 53). Ademais, a problematização foi promovida no processo formativo a partir da aceção de Freire (1977, p. 82-83):

“No fundo, em seu processo, a problematização é a reflexão que alguém exerce sobre um conteúdo, fruto de um ato, ou sobre o próprio ato, para agir melhor, com os demais na realidade.

Não há problematização sem esta última (Daí que a própria discussão sobre o além deva ter, como ponto de partida, a discussão sobre o aqui, que, para o homem, é sempre um agora igualmente).”

A Figura 1 representa a dinâmica do processo formativo, podendo ser interpretada a partir de uma espiral.



Figura 1: representação da abordagem metodológica. **Fonte:** os autores.

Apesar de entendermos as atividades de interação com a escola como imperativas – inclusive de acordo com a literatura (Gonçalves & Marques, 2016) – para a transformação de conhecimentos sobre atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências, não foi possível realizá-las no contexto da referida componente curricular. A componente curricular em que se obtiveram as informações qualitativas é a primeira de uma sequência de três nas quais se preveem, explicitamente, atividades de interação com a escola somente para as demais.

Por fim, destaca-se que participaram da componente curricular e das atividades da pesquisa 9 licenciandos³. E o formador responsável pela componente curricular é um dos autores deste trabalho.

A obtenção e a análise das informações qualitativas

As fontes de informações qualitativas foram os portfólios individuais produzidos pelos licenciandos que autorizaram a análise por meio da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram selecionados para a pesquisa os portfólios produzidos por 4 licenciandos (designados pelas letras do alfabeto A, B, C e D), com base em suas frequências elevadas nas aulas. Avalia-se que esta se constitui em uma amostragem por acessibilidade (ou por conveniência) que segundo Gil (2008) se aplica em estudos exploratórios ou qualitativos, como é o caso desta pesquisa. Deste modo, cabe aos pesquisadores escolherem os elementos que tem acesso para definir a amostra, caracterizando-se como uma amostragem não probabilística. Compartilha-se do entendimento de Minayo (2017, p. 10) de pesquisa qualitativa em que são aspectos primordiais o “aprofundamento, a abrangência e a diversidade no processo de compreensão, seja de um grupo social, de uma organização, de uma instituição, de uma política ou de uma representação, colocando esses diferentes aspectos à luz das teorias que fundamentam suas indagações”. De modo que as generalidades e generalizações, ainda que importantes, não são o foco principal da pesquisa.

Considerando essa compreensão de pesquisa qualitativa, os materiais caracterizados como *corpus* de análise foram examinados de acordo com os procedimentos da análise textual discursiva (Moraes & Galiazzi, 2007). Em sua primeira etapa (unitarização), foi feita a fragmentação dos materiais em unidades de significado. Na segunda etapa (categorização), essas unidades de significado foram organizadas em categorias emergentes. Cumpre registrar que as categorias emergentes não são concebidas na ausência de conhecimentos teóricos, de modo que isso seria um contrassenso, no qual se enalteceria uma suposta neutralidade do processo de interpretação. Logo, como as categorias emergiram da análise, não dedicamos uma seção deste trabalho para discutir referenciais teóricos *a priori* que se associariam a categorias previamente definidas. Os referenciais que embasaram nosso olhar para a análise, entretanto, foram desenvolvidos e discutidos durante a própria análise. Na terceira etapa (comunicação), foram elaborados textos descritivos e interpretativos em cada categoria, quais sejam: preocupações metodológicas nas atividades experimentais; experimentação e motivação; e questões ambientais e integridade física dos estudantes nas atividades experimentais.

ANÁLISE DAS INFORMAÇÕES QUALITATIVAS

A seguir, apresentam-se as categorias emergentes construídas por meio da análise textual discursiva.

Preocupações metodológicas nas atividades experimentais

Em um primeiro momento, ao considerar atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências, parte dos licenciandos já se preocupava com os conhecimentos iniciais dos alunos e com a discussão dos resultados experimentais. Todavia, a atenção principal se voltou aos procedimentos experimentais. Ao longo das aulas, propostas metodológicas para as atividades experimentais foram abordadas, de modo que foi possível reconhecer, à medida que a preocupação metodológica se tornava mais complexa, a transformação nos conhecimentos dos licenciandos no modo de considerar os conhecimentos iniciais discentes e de promover discussões.

Na atividade inicial, houve textos em que o foco foi o “passo a passo” para a realização do experimento e o registro de observações. Segue o exposto pelo licenciando A:

³ A expressão licenciando(s) foi empregada invariavelmente para licenciando(s) e licencianda(s), de modo a desfavorecer uma possível identificação dos sujeitos participantes da pesquisa pelo uso do gênero.

“Cada grupo encontrará em sua bancada, de acordo com o tipo de pilha, os materiais e equipamentos necessários para a realização da atividade. Deverão seguir um pequeno roteiro deixado sobre cada bancada e fazer as anotações sobre quanto de corrente elétrica foi gerada”. (A).

A iniciativa discente é bastante restringida nesse modo de orientar a realização de experimentos, sendo sua participação limitada à realização de procedimentos prescritos, observação e registros. Por sua persistência na cultura escolar, atividades experimentais com essas características têm sido tratadas na literatura por “tradicionais”. Pesquisas como a de Biagini e Machado (2014) e Neves (2012) indicam que, embora as críticas às abordagens mais tradicionais existam há algumas décadas por suas limitações à aprendizagem discente, tais abordagens seguem fortemente presentes entre professores de Ciências da Natureza.

Nessa primeira atividade, reconhecemos também preocupações com os conhecimentos que os alunos já dispõem para realizar um experimento através da solicitação de previsões, como fez o licenciando D: *“Durante o repouso, questionei a eles sobre o que eles esperavam que ocorresse, com o intuito de avaliar seus conhecimentos prévios”* (D). Ou então, por meio de questões de revisão de conteúdos já abordados, conforme o licenciando B: *“Nos primeiros minutos, os estudantes responderam algumas questões de eletroquímica”* (B). Todavia, o modo como as respostas dos alunos seriam consideradas pelos professores não é explicitado nos textos.

Além disso, houve menções à discussão dos resultados dos experimentos: *“Os dados obtidos pelos alunos foram anotados na folha experimental. Como não havia tempo para discuti-los, solicitei que trouxessem na próxima aula para que pudéssemos discuti-los e analisá-los”* (C).

Já nas demais atividades todos expressaram um conhecimento que contemplava a explicitação do conhecimento discente durante a atividade experimental, conforme aponta o licenciando C, ao criticar uma proposta de experimento: *“Não há questões no início e nem durante o experimento, apenas no final, impossibilitando dessa forma saber qual o conhecimento prévio dos alunos sobre isso”* (C).

Pouco se mencionou sobre o papel dos conhecimentos discentes no processo de aprendizagem, ou seja, qual a relação entre o conhecimento que um sujeito já dispõe e o novo conhecimento. Por exemplo, o licenciando C registrou: *“um experimento simples e demonstrativo, no qual utilizou a investigação para entender qual o conhecimento prévio dos alunos e a partir daí abordar o conteúdo do experimento”* (C). O licenciando C não explicita um conhecimento que aponte como aquilo que já é conhecido pelos estudantes em suas vivências cotidianas pode ser relacionado com os conteúdos abordados por meio do experimento.

Em parte das atividades experimentais planejadas por licenciandos houve solicitação de previsões a respeito dos resultados experimentais, mas sem a discussão sobre como seriam abordadas ao longo da atividade, especialmente no caso de se tornarem incompatíveis com os resultados experimentais:

“Após as discussões dos grupos de alunos, o professor pede para que anotem em uma folha suas respostas [previsões sobre os resultados do experimento] para que não se esqueçam e prestem bem a atenção no procedimento. [...] os alunos deverão informar ao professor que montará uma tabela na lousa com a temperatura de ebulição da água encontrada por cada grupo. O professor ajudará os alunos a interpretar os resultados e formularem suas explicações [...] No final da aula, cada grupo deverá entregar ao professor uma folha com todas as observações feitas durante o procedimento, e as explicações a que chegaram”. (A).

Embora o licenciando A mencione a mediação docente na construção de explicações, não foi explicitado se e como as previsões se fariam presentes no decorrer da atividade. Momentos de previsão e explicação ocorreram em uma parte significativa dos planejamentos. Reflete, pelo menos parcialmente, a apropriação de uma estratégia metodológica abordada nas aulas: Prediga, Observe, Explique (POE). Conforme apresentada por Gunstone (1991), em uma atividade POE, o professor propõe uma situação experimental e solicita que os discentes predigam os resultados. Privilegiam-se experimentos cujos resultados contrariam o senso comum, sendo potencialmente conflitantes com as previsões dos estudantes. Se nas observações acontecer algo inesperado, os conhecimentos prévios manifestados inicialmente são reconsiderados pelos discentes, que devem conciliá-los com as observações para explicar os resultados. Entende-se que a explicação dos resultados não deve ser realizada pelo professor. Assim, Gunstone defende o envolvimento discente na interpretação dos resultados e o confronto diante das previsões, com a orientação do professor.

Os licenciandos apropriaram-se da estratégia de modo particular, negligenciando o protagonismo discente na etapa “explicação”. Uma exceção aparece no planejamento a seguir, quando os licenciandos B e D₄ aproximam-se do proposto por Gunstone (1991), na estratégia POE, ao apresentarem as questões:

“1. O que ocorreu, condiz com o que você esperava?”

2. Você mantém sua justificativa para o que aconteceu? Caso negativo, apresente outra justificativa para o que foi observado”. (B e D).

No entanto, geralmente houve certo silêncio em relação à comparação dos resultados com as previsões e os silêncios sobre como trabalhar com os conhecimentos iniciais, uma vez explicitados. Todavia, em outras atividades, dois licenciandos evidenciaram reconhecer a potencialidade do erro e da surpresa na aprendizagem:

“[...] instigaria o espírito investigativo desse aluno que sintetizou outro composto, propondo que buscasse identificar o composto sintetizado e buscasse sozinho reconhecer o erro que o levou a tal composto”. (D).

“[...] gostaria de lamentar sobre o fato de não ser explorada a situação quanto a um resultado inesperado de seu experimento. [...] somos treinados o tempo todo para obter resultados e quando não atingimos tais metas, isto é considerado um equívoco!” (B).

À semelhança do fragmento acima, o caráter investigativo foi ressaltado como algo positivo a ser associado aos experimentos:

“[...] o assistente propõe ao narrador que ele realize uma série de testes para comprovação de uma equação, uma teoria a qual ele aceita e nesse momento assume o papel de pesquisador, investigador”. (A).

“[...] verifica-se que o autor favorece o espírito investigativo, trabalhando na resolução de problemas e na construção do conhecimento da ciência”. (D).

Outro conhecimento explicitado referia-se à valorização do questionamento, tanto aquele feito pelo professor ao aluno, visando seus conhecimentos iniciais, quanto o questionamento do aluno, sua curiosidade e dúvida entendidas como importantes à aprendizagem. Segue o exposto pelo licenciando A:

“Como você mesmo mencionou: ‘responder alguns porquês e formular outros. Esse é o jogo e espero que não acabe tão cedo’. Na ciência, mais precisamente na química, estamos buscando responder a essas questões o tempo todo. Continue jogando de maneira prazerosa e dedicada, pois a sequência, os próximos capítulos, as novas temporadas, você que irá escrever. Basta se perguntar... ‘por quê?’”. (A).

A pergunta é colocada na origem do conhecimento, como na máxima bachelardiana *“todo conhecimento é resposta a uma pergunta”* (Bachelard, 1996, p. 18). Mas o próprio filósofo advertia que as perguntas são construídas, não sendo, portanto, espontâneas. Diante dos fenômenos, tendemos a elaborar explicações rápidas que se acomodam a nossos conhecimentos prévios, de modo que o centro de atenção limita-se ao concreto, especialmente na experimentação química, com transformações esteticamente atraentes e surpreendentes

Certamente, esta característica é relevante à aprendizagem em qualquer área do conhecimento, mas aquela curiosidade associada à aprendizagem não pode ser concebida como algo inato do discente, tampouco como algo que necessariamente emergirá dele (Freire, 1996) a partir do experimento. Torna-se imprescindível, portanto, a atuação do professor. É necessário que ele esteja atento ao questionamento dos discentes motivados pela curiosidade, procurando auxiliá-los mediante um movimento que vai da chamada curiosidade ingênua à crítica (Freire, 1996). Esse movimento ocorre quando o professor admite a existência de diferentes níveis de compreensão que os estudantes têm acerca de sua própria realidade, caracterizada muitas vezes pela ingenuidade. É nessa condição que ele tem a possibilidade de problematizá-los (Freire, 1977).

⁴ Os licenciandos realizaram a atividade em dupla e optaram por inserir no portfólio a mesma proposta de atividade experimental.

Os conhecimentos explicitados ao longo das atividades analisadas indicam transformações no conhecimento dos licenciandos. Logo, eles apontaram ao longo das atividades aspectos como: os questionamentos dos alunos e a possibilidade da experimentação originar questões; o erro como espaço para a exploração docente; e a explicitação dos conhecimentos iniciais dos alunos e as discussões ao longo das atividades.

Experimentação e motivação

Na Química, as reações com mudança de cor, produção de gás e odores, por exemplo, podem representar um problema se os observadores limitam sua atenção a tais aspectos (Bachelard, 1996). Assim, a atuação docente é fundamental para deslocar o foco de atenção para a interpretação dos fenômenos e a interação com os conhecimentos sistematizados. Isso pode ser dificultado quando os docentes se sentem entusiasmados com a dimensão estética e associam, incondicionalmente, a experimentação e a promoção da motivação discente.

Na primeira atividade, o licenciando B explicitou:

“Hoje, em plena sexta feira, tive mais um dia cansativo de aula. Após uma semana cheia, tive que ministrar o experimento que tinha planejado. Vale lembrar que estamos no final do ano e os estudantes prosseguem até dezembro se “arrastando” por falta de motivação. Contudo sempre tento transmitir empolgação aos estudantes e consigo fazer com que realizem o que peço e planejo. [...] Eles se mostraram surpresos e animados com o resultado. Felizmente tudo ocorreu bem” (B).

O exposto reforça, em alguma medida, a interpretação de que atividades experimentais apresentam o potencial de motivar os estudantes. Todavia, pesquisas que tratam da relação entre aprendizagem e motivação sinalizam a dificuldade de identificar a influência de fatores internos e externos à motivação, considerando a complexidade e o caráter multideterminado do ambiente escolar de modo geral, bem como do próprio comportamento discente (Guimarães, 2001). Além disso, é preciso reconhecer que pesquisas (Hodson, 1994) no Ensino de Ciências há muito tempo já destacam que não obrigatoriamente alunos se motivam com o desenvolvimento de atividades experimentais e em certos casos estudantes têm aversão a tais atividades. Em sua narrativa de atividade experimental marcante, o licenciando explicita mais indicativos do sentido motivacional que atribui aos experimentos, ao destacar sua dimensão estética:

“Então, vagorosamente, deveríamos, conforme ela ia nos instruindo, gotejar levemente NaOH dentro do erlenmeyer com o auxílio da bureta até que ficasse ‘rosada’”.

“Para mim, o que hoje é tão comum, foi realmente fantástico. Sentia-me um cientista diante daquilo. Em seguida, respondemos um questionário sobre ácidos e bases (que, por sinal, mal sabia do que se tratava), e após isso minhas lembranças me traem [...]” (B)

O relato permite-nos interpretar que a mudança de cor, com seu caráter fantástico, foi decisiva no envolvimento com o experimento. A sequência do relato evidencia o que há muito é discutido na literatura sobre as limitações da dimensão estética dos experimentos (Bachelard, 1996)⁵. O marcante do experimento limitou-se à “observação fantástica” e parece ter contribuído pouco à aprendizagem dos conceitos químicos. O licenciando B, na qualidade de aluno na escola, assemelhou-se ao que Bachelard (1996) chamou de observadores iludidos, isto é, aqueles que se apegam e se limitam às experiências sensoriais, elaborando conclusões sem a abstração, a crítica e a reflexão que a construção do conhecimento demanda.

O caráter afetivo que as imagens em atividades experimentais apresentam ao licenciando B é bastante forte – foi o que lhe impressionou do único experimento que realizou ao longo da escola básica, conforme relatou. Não foi a nossa intenção substituir essa relação por outra completamente subsidiada pelas discussões tecidas na componente curricular. Outros autores também já sinalizaram as resistências que os envolvidos em processos de formação podem ter em relação a perspectivas inovadoras (Cortès Gracia & Gándara Gómez, 2006). No entanto, quando o licenciando B diz que desconhecia os conhecimentos químicos subjacentes ao experimento, dá indicativos de reconhecer que a atividade, embora fantástica, não promoveu incondicionalmente a aprendizagem – com uma reflexão sobre uma compreensão ingênua de sua época escolar e que havia sido expressa inicialmente na componente curricular, no instrumento de explicitação do conhecimento, quando havia destacado o suposto potencial motivador da

⁵ Referência à tradução, em língua portuguesa, publicada em 1996, no Brasil. A obra original francesa data de 1938, sob o título *La Formation de l'esprit scientifique*.

experimentação. Nesta direção cumpre registrar as considerações de Tapia (2003) sobre motivação e aprendizagem no ensino médio. Para o autor é possível que a desmotivação seja uma consequência da não aprendizagem discente e não que os alunos não aprendam, porque estejam desmotivados. Tapia (2003) sugere que o foco docente merece ser mais direcionado para a aprendizagem dos estudantes do que propriamente para a motivação. O autor complementa que o desejo *a priori* dos discentes em aprender é uma condição insuficiente para que se interessem pelas atividades desenvolvidas na escola e para que se esforcem. É imperativo que os professores favoreçam, entre outros aspectos, a curiosidade dos alunos e apreensão da relevância dos conteúdos e das atividades.

Por outro lado, o licenciando B dá indicativos de não abandono de seus conhecimentos iniciais ao expor em sua narrativa de atividade experimental marcante:

“Esta reflexão me leva a pensar o quanto desvalorizamos as coisas conforme nos acostumamos com elas. Talvez se voltasse a ter o mesmo encanto e o mesmo prazer de quando era criança em minhas vivências hoje, poderia aproveitar muito mais tudo o que ocorreu dentro da universidade [...]”. (B).

As expressões⁶ utilizadas pelo licenciando B remetem para o potencial motivacional das atividades experimentais. Galiazzi *et al.* (2001) dão indicativos, em sua pesquisa, do aumento do descrédito, por parte de alunos de um curso de licenciatura em Química, em relação ao potencial de atividades experimentais para motivá-los na medida que avançam no referido curso. O conhecimento do licenciando B está em sintonia com o exposto pelos autores, embora se interprete que ele explicita conhecimentos novos estudados sobre as atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências e aqueles iniciais acerca do papel dessas atividades na motivação, já que sinaliza uma suposta contribuição daquelas atividades experimentais. Mais uma vez, destacamos que não existe, necessariamente, um problema em promover observações fantásticas, agradáveis, belas, surpreendentes. O problema existe quando a dimensão estética não é superada e a atividade se limita à admiração, privando o estudante do conhecimento químico.

Algo diferente foi explicitado pelo licenciando C, ainda que compartilhasse do entusiasmo com o potencial motivacional da experimentação: *“Muitos dos experimentos que tive na educação básica me fascinaram e motivaram a querer mais [...]”* (C). Ele ressalta que a característica que tornou alguns de seus experimentos na educação básica marcantes foi o fato de *“que me puseram a pensar e pesquisar para entender, responder alguns ‘porquês’ e formular outros”* (C). Para ele, o entusiasmo parece estar ligado ao questionamento, que leva à pesquisa. Com isso, o processo de aprendizagem não termina com a atividade experimental, uma vez que pode trazer questões e, de acordo com o licenciando C, motivar a busca por novos conhecimentos.

A dimensão motivacional parece que esteve ainda mais intensa no último texto do licenciando C: *“ [a professora] realizou uma aula surpreendente para vocês [...]”* *“Às vezes, o encantador está nas coisas mais simples [...] [o experimento] despertou uma paixão tão grande que o conduziu a onde está agora”* (C). Surpreender, encantar, apaixonar: os verbos podem explicitar a relevância atribuída à dimensão afetiva da relação com o conhecimento e ao potencial motivacional de atividades experimentais. Entendemos que em seu potencial de gerar perguntas reside uma qualidade da experimentação, e não propriamente, o encantamento estético que pode suscitar e encerrar-se em si mesmo. Contudo, como já sinalizado, Tapia (2003) destaca que se pretendemos motivar os alunos é preciso perseguir o objetivo de favorecer sua aprendizagem, dentre outros aspectos, despertando a sua curiosidade. Para o autor o que atrai a curiosidade de alunos é a novidade, o surpreendente, o dúbio.

Valoriza-se na literatura a ideia de que “todo conhecimento é resposta a uma pergunta” – como na célebre colocação de Bachelard (1996, p. 18) já mencionada, sendo que essa foi uma das discussões que permearam a componente curricular. Mas, como o próprio filósofo discute, as questões são construções. Para o licenciando C, parece que o experimento leva necessariamente ao questionamento, daí que a busca por conhecimentos e aprendizagem seria uma consequência natural – o que é questionado também por Tapia (2003). Não há colocações sobre o papel da mediação docente nesse processo ou acerca da natureza das perguntas que potencializam a construção de conhecimentos. E, como afirma Freire (1996), é preciso passar da curiosidade ingênua à epistemológica. Isso nos dá indicativos de que o licenciando C

⁶ Certas expressões podem se relacionar com a motivação. Este é um aspecto reconhecido na elaboração de instrumentos de pesquisas sobre motivação. Por exemplo, Clement, Custódio, Rufini, e Alves Filho (2014) buscaram avaliar a motivação de estudantes para realizar atividades didáticas em aulas de Física por meio de questionários com uma escala de avaliação (validada teórica e semanticamente) contendo afirmativas como “faço as atividades porque é prazeroso aprender com elas”. Palavras como “prazer”, “diversão”, “interessante”, “legal”, “satisfação” e “agradável” podem constituir o vocabulário de estudantes de modo a remeter ao seu entendimento de motivação.

persiste, em alguma medida, com o conhecimento inicial do caráter motivador da experimentação no Ensino de Química/Ciências. O caráter afetivo de sua relação com a experimentação pode ser um dos fatores que contribuíram nesse sentido.

Questões ambientais e integridade física dos estudantes nas atividades experimentais

A necessidade de considerar discussões de natureza ético-ambiental no planejamento de atividades experimentais de Química tem sido uma reivindicação recente (Gonçalves & Marques, 2011) e, como destacado anteriormente, foi contemplada nos conteúdos abordados no processo formativo. Entendemos que os seres humanos constituem o meio ambiente, e que, portanto, problemas associados à integridade física dos estudantes podem ser considerados também problemas ambientais. Mas, para dar ênfase aqui, destacamos a integridade física como merecedora de atenção.

As aulas com experimentos, registradas na primeira atividade de explicitação do conhecimento não envolviam materiais potencialmente perigosos aos meios biótico ou abiótico, em geral, e à integridade física dos alunos, em particular. Não podemos afirmar que o fato de os licenciandos não terem explicitado seus conhecimentos iniciais em relação aos cuidados com o meio ambiente e à integridade física dos estudantes seja obrigatoriamente indicativo de não existir preocupação prévia com a insalubridade, a periculosidade e a produção e o tratamento de resíduos, por exemplo. E embora essa preocupação tenha sido silenciada em um primeiro momento, e que possamos significar esse silenciamento, ela passou a ser manifestada em outros textos.

De acordo com o exposto, o licenciando A considerou apropriado que determinados experimentos potencialmente causadores de riscos à integridade física dos estudantes fossem realizados pelo professor, conforme os fragmentos a seguir: *“O professor se encarregará de apagar as lâmparinas [...]”* (A); e *“O experimento realizado de maneira expositiva pelo seu professor, não submeteu a integridade física (sic) dos alunos”* (A). A manipulação pelo professor é uma alternativa para experimentos com potencial pedagógico e que, todavia, possam se caracterizar como insalubres e de alta periculosidade. Como indica o licenciando C, a manipulação dos materiais pelo professor não implica em passividade dos alunos: *“Um experimento simples e demonstrativo, no qual usa [...] o conhecimento prévio dos alunos e, a partir daí, abordar o conteúdo do experimento, tomando o cuidado para não inferir (sic) a integridade física dos alunos”* (C).

Quando o professor é responsável pela manipulação dos reagentes e equipamentos, não significa que a sua intenção é demonstrar “conhecimentos verdadeiros” por meio de atividades experimentais (Gonçalves & Marques, 2006). Contrariamente, ele pode conduzir a atividade de modo a promover a explicitação dos conhecimentos discentes e seu conseqüente debate. Em outras palavras, os conhecimentos explicitados, associados ao respeito à integridade física dos estudantes, não contradizem aqueles já discutidos acerca da participação discente em atividades experimentais.

O licenciando B também aponta um argumento relevante, ao discorrer sobre resíduos e integridade física:

“A primeira observação é a utilização de experimentos caros e sem necessidade

[...] poder-se-ia ter utilizado água e coisas do gênero. Ainda, a utilização de ácidos concentrados coloca em risco a integridade física dos alunos, sendo mais uma vez apontada a falta de necessidade para tal utilização. Ele não se preocupa em instruir quanto aos resíduos, sendo que eles precisam ser tratados. Pois agridem o meio ambiente [...].

Certifique que esteja em baixas concentrações, buscando nunca por em risco a integridade física dos seus alunos. Ainda, busque não gerar resíduos. E se gerar, neutralize (caso ácido ou básico), ou trate de descartar devidamente, a fim de não prejudicar o meio ambiente”. (B).

O registro contempla uma discussão, fundamentada em Gonçalves e Marques (2011), ocorrida em um dos seminários que, entre outros aspectos, chamam a atenção para a importância – que cabe às propostas de atividades experimentais disseminadas na literatura – de se incorporar princípios de ordem ética associados, por exemplo, à integridade física dos estudantes e à geração e tratamento de resíduos. Ainda segundo os autores, essa incorporação tem como pressuposto o ensino explícito de atitudes e valores, e não somente de conteúdos conceituais e procedimentais, como ocorre frequentemente na promoção de atividades experimentais. Portanto, o exposto pelo licenciando B pode ser tomado como um indicativo de apropriação de assuntos abordados no processo formativo.

O licenciando A traz uma proposição de vídeo para uma atividade experimental que poderia colocar em risco a integridade física dos estudantes:

“Este vídeo apresentará os materiais e reagentes a serem utilizados, e será feito dentro das normas de segurança. Este recurso foi adotado, pois o experimento necessita de reagentes tóxicos e perigosos que podem colocar em risco a integridade física dos licenciandos. Por isso, a técnica adotada pelo professor foi na forma de um vídeo”. (A).

O estudo sobre o uso de vídeos no Ensino de Química não é algo novo na literatura, como se pode identificar no trabalho de Llitjós, Estopá e Miro (1994). Porém, sua utilização para evitar situações de risco e não gerar resíduos tóxicos surge como uma nova possibilidade. Arroio e Giordan (2006) também apoiam a utilização de vídeo e acrescentam o seu potencial para evitar atividades experimentais que demandariam demasiado tempo e recursos. Um aspecto importante, nessa categoria, é que pode haver certa contradição na defesa explícita dos licenciandos em seus registros por procedimentos que não causem riscos aos meios biótico e abiótico – especificamente, aos estudantes – e na proposição de atividades experimentais. Um exemplo aparece em um plano de aula dos licenciandos⁷ D e B:

*“1. Medir com uma proveta 10 mL de peróxido de hidrogênio e transferir para um erlenmeyer.
2. Acrescentar aproximadamente 20 gotas de detergente. [...]
3) Com o auxílio de uma espátula, acrescentar uma pequena porção de KI(s) (iodeto de potássio).
Observar atentamente o que ocorre”. (D e B).*

Em relação à utilização do iodeto de potássio (KI), de acordo com a ficha de segurança⁸, é preciso manipulá-lo com luvas e proteção ocular e facial. Outras possibilidades para atividades experimentais com essas características são: a substituição de materiais potencialmente perigosos por outros menos nocivos; o uso de tecnologias digitais da informação e comunicação, mediante a exploração de animações, simulações e experimentação remota; e a filmagem do experimento para a utilização da gravação em sala de aula.

Portanto, os licenciandos, após a atividade inicial, passaram a explicitar seus conhecimentos, de modo a contemplar assuntos vinculados à natureza ético-ambiental das atividades experimentais, mais especificamente, o respeito aos meios biótico e abiótico, com certo destaque à integridade física dos estudantes.

UMA ABORDAGEM INTERPRETATIVA PARA AS TRANSFORMAÇÕES E AS PERMANÊNCIAS DE CONHECIMENTOS SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE QUÍMICA/CIÊNCIA

Solis, Porlán e Rivero (2012) colocam um problema a ser enfrentado: a carência de instrumentos para análise de documentos escritos, de maneira a representar, por exemplo, a transformação dos conhecimentos de professores. Uma abordagem que consta na literatura é aquela que tende a compreender essa transformação como uma evolução gradual com superação de obstáculos (Porlán *et al.*, 2010; Solis, Porlán & Rivero, 2012). Solis, Porlán e Rivero (2012), no intuito de enfrentar essa carência, propõem representar esse conhecimento e sua evolução com a seguinte tipologia: a) o modelo didático tradicional; b) o modelo didático de transição; e c) o modelo didático de referência. No modelo didático de transição se identificam movimentos de superação do modelo didático tradicional – que inclui os obstáculos a serem superados. Já o modelo didático de referência contempla os conhecimentos considerados mais adequados pelas investigações em Ensino de Ciências.

Em sintonia com essa perspectiva, Escrivá-Colomar e Rivero-García (2017) caracterizaram, na progressão das ideias dos licenciandos relativas à construção do conhecimento científico, a superação do obstáculo que se constitui pela compreensão de que os experimentos são a única fonte do conhecimento científico. Já Hamed, Rivero e del Pozo (2016), considerando também a ideia de obstáculo, discutiram sobre a dificuldade, por parte dos licenciandos em Ciências da Natureza, de substituir os conhecimentos iniciais por aqueles que constituem o modelo didático de referência. Em seu trabalho, foi possível identificar

⁷ Os licenciandos D e B realizaram a atividade em dupla em sala de aula e optaram por elaborar um plano de aula consensual.

⁸ Disponível em:

<http://www.sigmaaldrich.com/MSDS/MSDS/DisplayMSDSPage.do?country=BR&language=pt&productNumber=746428&brand=SIGALD&PageToGoToURL=http%3A%2F%2Fwww.sigmaaldrich.com%2Fcatalog%2Fsearch%3Fterm%3DKI%26interface%3DMolecular%2520Formula%26N%3D0%26mode%3Dmatch%2520partialmax%26lang%3Dpt%26region%3DBR%26focus%3Dproduct>.

a manutenção entre os licenciandos investigados acerca de ideias iniciais associadas à visão de ensino, como a transmissão de conhecimento, por exemplo, mesmo após terem sido submetidos a um processo formativo. Isso indica que eles permaneceram acreditando que o papel da atividade de ensino é “aclarar” e comprovar a teoria, o que, para os autores, representa um obstáculo ao ensino de caráter investigativo. A resistência dos professores à mudança tem sido objeto de discussão na literatura em Didática das Ciências, realçando-se como uma das causas dessas resistências as contribuições de pesquisas minimamente voltadas às ações em sala de aula (Porlán *et al.*, 2010).

Ante o exposto, a partir do exame prévio orientado pelos procedimentos da análise textual discursiva, se intencionou interpretar os conhecimentos explicitados com base em compreensões de Freire (1977) a respeito da permanência e transformação de conhecimentos. Essa abordagem interpretativa não foi localizada em importantes trabalhos sobre o assunto, como os supracitados. É reconhecida na literatura dimensão epistemológica que a obra “Comunicação ou extensão?” (Freire, 1977) traz em relação à apropriação de conhecimentos, de modo geral (Delizoicov, 2005). Nas palavras do próprio Freire (1977, p. 27): “[...] *basta que estejam em jogo formas de conhecimento para que não se possa deixar de lado uma reflexão filosófica*”. A atenção dada por Freire (1977) à aprendizagem nesta obra é notável e pode ser exemplificada pelo seguinte posicionamento:

*[...] no processo de aprendizagem só aprende verdadeiramente aquele que se apropria do aprendido, **transformando-o em apreendido**, com o que pode, por isto mesmo, reinventá-lo aquele que é capaz de aplicar o aprendido-apreendido a situações existenciais concretas.*

Pelo contrário, aquele que é “enchido” por outro de conteúdo cuja inteligência não percebe, de conteúdos que contradizem a forma própria de estar em seu mundo, sem que seja desafiado, não aprende”. (Freire, 1977, p. 29)[grifo nosso].

Destacar a ênfase desse reconhecido autor brasileiro de que é papel do processo educativo a busca da imperativa aprendizagem, constitui-se em uma resposta à crítica infundada às suas ideias de que o educador – usando o termo do próprio autor – deva concentrar o diálogo no senso comum daqueles que almejam aprender. Como quem diz indevidamente que o respeito aos conhecimentos desses sujeitos exime o educador de favorecer a aprendizagem. Em outra obra, Freire (1992, p. 85-86) expõe uma resposta à crítica:

“Uma dessas maneiras de fazer a crítica à defesa que venho fazendo dos saberes de experiências feitos que, não raro ainda se repete hoje, para legítimo espanto meu, é a que sugere ou afirma que, no fundo, proponho dever ficar o educador girando, com os educandos em torno de seu saber de senso comum, cuja superação não seria tentada. E conclui vitoriosa a crítica deste teor sublinhando o óbvio fracasso desta ingênua compreensão. Atribuída a mim - da defesa do giro incansável em torno do saber de senso comum.

Na verdade, contudo, jamais afirmei ou sequer insinuei tamanha ‘inocência’.

O que tenho dito sem cansar, e redito, é que não podemos deixar de lado, desprezado como algo imprestável, o que educandos, sejam crianças chegando à escola ou jovens e adultos a centros de educação popular, trazem consigo de compreensão do mundo, nas mais variadas dimensões de sua prática na prática social de que fazem parte. [...]

Respeitar esses saberes, de que falo tanto, para ir mais além deles, jamais poderia significar – numa leitura séria, radical, por isso crítica, sectária nunca, rigorosa, bem-feita, competente de meus textos – dever ficar o educador ou a educadora aderida a eles os saberes de experiências feitos” (Freire, 1992, p. 85-86).

O exposto endossa a interpretação de que ideias do educador brasileiro, ao se direcionarem para a aprendizagem, consideram a transformação dos conhecimentos dos sujeitos submetidos ao ato educativo, sem negar a relação do conhecimento de quem aprende com a transformação da realidade na qual se está inserido. A compreensão crítica a qual o autor se *filia* “*esforça-se ao máximo no sentido da **transformação da percepção***” (Freire, 1977, p. 62) [grifo nosso]. Seguem palavras do próprio Freire (1977):

*Repitamos que o conhecimento não se estende do que se julga sabedor até aqueles que se julga não saberem, **o conhecimento se constitui nas relações homem-mundo, relações de transformação**, e se aperfeiçoa na problematização crítica destas relações (Freire, 1977, p. 36) [grifo nosso].*

Reconhecer a transformação dos conhecimentos dos sujeitos participantes do ato educativo não significa a adesão àquela compreensão de que esses sujeitos abandonariam seus conhecimentos iniciais. Freire (1977) chama a atenção para o fato de que somente a ingenuidade tecnicista acredita no abandono imediato de velhos conhecimentos, que são substituídos pelos novos. Ele se utiliza dos conceitos de estruturas verticais e estruturas horizontais⁹ para sustentar sua interpretação de que podem coexistir, por exemplo, velhos conhecimentos com novos durante o processo educativo. Para caracterizar essa compreensão, argumenta (mais uma vez, em citações mais extensas que o desejável, porém necessárias) que:

“A ‘estrutura vertical’ constitui o quadro das relações de transformação homem-mundo. É com os produtos desta transformação que o homem cria seu mundo — o mundo da cultura que se prolonga no da história.

Este domínio cultural e histórico, domínio humano da ‘estrutura vertical’, se caracteriza pela intersubjetividade, pela intercomunicação.

Se esta intercomunicação, não obstante só existisse dentro de uma mesma unidade ‘epocal’ não haveria continuidade histórica. Esta, que é indubitável, se explica na medida em que a intersubjetividade, a intercomunicação, sobrepõem a interioridade de uma unidade ‘epocal’ e se estendem até a seguinte. Esta solidariedade intercomunicativa entre unidade ‘epocais’ distintas constitui o domínio da ‘estrutura horizontal.

Se isto é válido do ponto de vista da ciência, do “logos”, a que chega uma unidade ‘epocal’, em relação horizontal com o ‘logos’ ou a ciência de outra unidade, o é também para a compreensão das formas de ser e conhecer no domínio da doxa de uma unidade epocal a outra (Freire, 1977, p. 60).[grifo nosso]

“Enquanto que a compreensão ‘assistencialista’ da educação ‘anestesia’ os educandos e os deixa, por isso mesmo, a-críticos e ingênuos diante do mundo, a concepção de educação que se reconhece (e vive este reconhecimento) como uma situação gnosiológica, desafia-os a pensar corretamente e não a memorizar.

Enquanto que a primeira é rígida, dogmática e autoritária, a segunda é móvel e crítica, daí que não confunda autoridade com autoritarismo, nem liberdade com libertinagem.

Daí que reconheça dentro do tempo, as relações entre uma unidade epocal e outra que, estabelecendo-se através da ‘estrutura horizontal’ explica a ‘duração’ cultural. ‘Duração’ que não quer dizer permanência, mas o jogo entre permanência e transformação”. (Freire, 1977, p. 81).

De acordo com o exposto, a transformação de conhecimentos não implica abandono imediato de velhos conhecimentos por novos. Em outras palavras, não há, obrigatoriamente, divisões rígidas entre ambos. De tal sorte que é possível interpretar a coexistência dos conhecimentos que os licenciandos trazem consigo, e que são explicitados em diferentes momentos do processo educativo, com aqueles que eles vão se apropriando nesses diferentes momentos, e que se constituem como objeto de estudo da componente curricular. Assim, parte-se do pressuposto que a aprendizagem pode ser entendida como um processo que envolve o binômio continuidade-descontinuidade.

Parte dos conhecimentos iniciais manifestados se articula a uma “estrutura vertical” (Freire, 1977) que, em linhas gerais, caracteriza-se pela associação incondicional entre experimentação, motivação e aprendizagem. Em outros termos, conforme já sinalizado, são elementos de um conhecimento sobre experimentação: o trabalho com experimentos centrado na execução de procedimentos prescritos em um roteiro, com pouco espaço para discussões e questionamentos aos conhecimentos discentes; a crença no potencial motivador dos experimentos esteticamente atraentes; e a negligência a aspectos éticos relacionados ao meio ambiente e à integridade física dos participantes dessas atividades.

Assim, os conhecimentos dos licenciandos sobre atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências não são espontâneos, pois foram elaborados socialmente ao longo de suas vidas em

⁹ Freire (1977) utiliza os conceitos de estrutura vertical e horizontal, baseando-se no trabalho de Eduardo Nicol. Optou-se aqui por não expor uma interlocução explícita com o trabalho de Nicol, pois isso será objeto de trabalho futuro, para o qual se buscará uma fundamentação filosófica.

diferentes contextos, mantendo-se, ao longo do tempo, através daquilo que Freire (1977) chama de “estrutura horizontal”, que explica a permanência e a transformação de determinados conhecimentos. No curso de licenciatura em Química, mais especificamente, podem contribuir, embora de forma pouco fundamentada, à elaboração social dos conhecimentos: as interações estabelecidas com colegas e docentes durante as atividades experimentais desenvolvidas nas componentes curriculares de conteúdo específico (Química Orgânica, Química Inorgânica, por exemplo); as atividades de extensão; a pesquisa em Química; a atuação em museus de Ciências, etc. (Gonçalves & Marques, 2012).

Sobre a dimensão necessariamente dialógica da construção de conhecimentos, Freire expõe:

“A ‘estrutura vertical’, o mundo social e humano, não existiria como tal se não fosse um mundo de comunicabilidade fora do qual é impossível dar-se o conhecimento humano.

A intersubjetividade ou a intercomunicação é a característica primordial deste mundo cultural e histórico.

Daí que a função gnosiológica não possa ficar reduzida à simples relação do sujeito cognoscente com o objeto cognoscível. Sem a relação comunicativa entre os sujeitos cognoscentes em torno do objeto cognoscível desapareceria o ato cognoscitivo.

A relação gnosiológica, por isso mesmo, não encontra seu termo no objeto conhecido. Pela intersubjetividade se estabelece a comunicação entre os sujeitos a propósito do objeto.

Esta é a razão pela qual, quando estudando as três relações constitutivas do conhecimento, a gnosiológica, a lógica e a histórica, Eduardo Nicol¹ acrescenta uma quarta, fundamental, indispensável ao ato do conhecimento que é a relação dialógica”. (Freire, 1977, p. 65-66).

Em síntese, Freire (1977) chama a atenção para o diálogo problematizador na relação dialógica que, por sua vez, não pode se caracterizar pela simples ação de quem supostamente sabe mais acerca de atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências frente àqueles que ignoram ou pouco entendem sobre o assunto.

Os licenciandos, cujos portfólios foram analisados, participaram de uma componente curricular orientada por conhecimentos oriundos da comunidade de pesquisadores em Didática das Ciências, diferentes daqueles que predominam no senso comum acerca da experimentação no Ensino de Química/Ciências. Os conhecimentos sobre atividades experimentais que os discentes da área já dispunham e aqueles elaborados no âmbito da Didática das Ciências serviram de foco para o diálogo problematizador.

E embora os licenciandos, no decorrer do processo educativo, tenham elaborado atividades experimentais com a presença de roteiros – o que em si não é um problema –, não limitaram a atividade experimental à execução dos procedimentos experimentais presentes apenas nos roteiros, pois, uma vez que passaram a elaborar propostas de atividades experimentais, valorizaram, por consequência, o conhecimento dos discentes. Em certo sentido, identifica-se aqui a presença do velho conhecimento no novo explicitado.

Não surpreende também que uma parte dos licenciandos tenha, já na atividade inicial, valorizado o processo de explicitação de conhecimentos prévios dos estudantes nas atividades experimentais. A componente curricular na qual se desenvolveu esse estudo, conforme já sinalizado, é oferecida na 6ª fase do curso de licenciatura em Química. Assim, esperava-se que os licenciandos explicitassem conhecimentos a respeito do Ensino de Química já estudados previamente no curso ou que tivessem sido ensinados em outros espaços e tempos.

Em uma parte dos licenciandos foi possível constatar que houve indicativos de que conhecimentos explicitados inicialmente sobre a relação entre a motivação e as atividades experimentais permaneceram ao longo do processo formativo, combinando-se àqueles estudados no processo formativo. A valorização da dimensão motivacional pode ser interpretada como uma necessidade de agregar, explicitamente, à abordagem interpretativa adotada, a dimensão afetiva, que não foi objeto de análise nesta pesquisa.

Com base no exposto por Freire (1977), admite-se que parte dos conhecimentos iniciais pode se caracterizar por um senso comum sobre atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências, e também, por conhecimentos fundamentados teoricamente e estudados de forma preliminar, com o apoio de referências na área. Ainda que os licenciandos tenham explicitado conhecimentos iniciais que estivessem em sintonia com os produzidos pela pesquisa, especialmente aqueles que dizem respeito à valorização de conhecimentos prévios para o desenvolvimento de atividades experimentais, foi possível identificar diferentes níveis de sofisticação ao longo desse processo formativo em relação ao assunto.

Reconhecemos transformações e permanências no conhecimento dos licenciandos. Ao longo de seu processo formativo, que se estenderá permanentemente pela atuação profissional, eles continuarão interagindo com seus pares, de modo que os conhecimentos aqui discutidos continuarão seu movimento de transformação e permanência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Da análise compreende-se que a componente curricular colaborou, em alguma medida, para a transformação do conhecimento de licenciandos sobre atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências. O processo formativo pode ser caracterizado não apenas pelas transformações, mas também pelas permanências, indicando que não houve um abandono de conhecimentos iniciais, baseados em um senso comum pedagógico e epistemológico, por aqueles estudados durante a componente curricular. Entendemos, aliás, que tal abandono imediato seria uma visão pouco apropriada diante das contribuições da literatura sobre a aprendizagem, de modo geral.

Concernente ao exposto nas categorias, foi possível identificar transformações no conhecimento dos licenciandos em relação a questões de ordem metodológica. Eles passaram a valorizar mais a realização de atividades experimentais para além da execução de um roteiro, apontando, por exemplo, a necessidade de o docente promover constantemente a explicitação dos conhecimentos discentes e a discussão com os estudantes. Já os conhecimentos acerca da articulação entre as atividades experimentais e a motivação foi algo notável, pois, além da apropriação de novos conhecimentos sobre o assunto, também houve a permanência daqueles que se aproximam do entendimento da experimentação como promotora incondicional da motivação discente. Neste trabalho buscamos compreender esse binômio, transformação e permanência, a partir de contribuições de Freire (1977). E um de seus desdobramentos pode ser, exatamente, o desenvolvimento mais sistematizado de uma abordagem para a pesquisa em Ensino de Ciências, de modo geral, que contemple as contribuições de Freire (1977) para examinar processos educativos.

Acrescenta-se que a análise realizada, articulando os procedimentos da análise textual discursiva com as ideias de Freire (1977), contemplou uma perspectiva individual e coletiva do processo de transformação e/ou permanência de conhecimentos de licenciandos em Química sobre atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências. Portanto, essa articulação pode se constituir em uma contribuição diante da carência de instrumentos para sistematizar a informação de documentos escritos, que são utilizados para caracterizar a transformação de conhecimentos docentes.

Por fim, ressalta-se que a organização da componente curricular em ciclos recursivos de explicitação de conhecimentos e apropriação/estudo de novos, mediados pela problematização, pode ter contribuído para o processo aqui caracterizado. Esta proposta se contrapõe à ideia de que deve haver um único momento – em geral, o primeiro – para que os participantes do processo formativo explicitem seus conhecimentos. Argumentamos em favor desse processo de ciclos recursivos como um procedimento salutar para a transformação de conhecimentos sobre atividades experimentais no Ensino de Química/Ciências. Por outro lado, reconhecemos que é importante avançarmos no sentido de buscar entender como os licenciandos desenvolvem atividades experimentais no âmbito escolar, com base nos conhecimentos estudados a respeito do assunto.

REFERÊNCIAS

- Afonso, A. S., & Leite, L. (2000). Concepções de futuros professores de ciências físico-químicas sobre a utilização de atividades laboratoriais. *Revista Portuguesa de Educação*, 13(1), 185-208. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37413109>
- Antúnez, G. C., Pérez, S. M., & Petrucci, D. (2008). Concepciones de los docentes universitarios sobre los trabajos prácticos de laboratorio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8(1), 1–17. Recuperado de <https://seer.ufmg.br/index.php/rbpec/article/viewFile/2227/1626>
- Arroio, A., & Giordan, M. (2006). O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino. *Química Nova na Escola*, 24(1), 8-11. Recuperado de <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc24/eqm1.pdf>
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. (Trad. Estela dos Santos Abreu). Rio de Janeiro, RJ: Contraponto.
- Biagini, B., & Machado, C. (2014). A experimentação no ensino de ciências em duas escolas municipais de Florianópolis/SC. *Revista da SBenBio*, Niterói, RJ, 7(1), 900-911. Recuperado de <https://www.sbenbio.org.br/wordpress/wp-content/uploads/2014/11/R0613-1.pdf>
- Borges, A. T. (2004). Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 21(ed. esp.), 9-34. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607/6099>
- Clement, L., Custódio, J. F., Rufini, S. E., & Alves Filho, J. P. (2014). Motivação autônoma de estudantes de física: evidências de validade de uma escala. *Revista Quadrimestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 18(1) 45-56. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-85572014000100005>
- Cortès Gracia, A. L., & Gándara Gómez, M. (2006). La construcción de problemas en el laboratorio durante la formación del profesorado: una experiencia didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(5), 435-450. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/87938>
- De Jong, O. (1998). Los experimentos que plantean problemas en las aulas de Química. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 305-314. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21536>
- Delizoicov, D. (2005). Resultados da pesquisa em ensino de ciências: comunicação ou extensão? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 22(3), 364-378. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6376/5902>
- Escrivá-Colomar I., & Rivero-Garcia, A. (2017). Progresión de las ideas de los futuros maestros sobre la construcción del conocimiento científico a través de mapas generados en una secuencia de actividades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 199-214. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i1.15
- Finkelstein, N. D., Perkins, K. K., Adams, W., Kohl, P., & Podolefsky, N. (2004). Can computer simulations replace real lab. equipment? *Proceedings of the 2004 Physics Education Research Conference*. 101-104. Melville, United States of America. <https://doi.org/10.1063/1.2084711>
- Firme, M. V., & Galiuzzi, M. C. (2014). A aula experimental registrada em portfólios coletivos: a formação potencializada pela integração entre licenciandos e professores da escola básica. *Química Nova na Escola*, 36(2), 144-149. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20140017>
- Freire, P. (1996). *Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo, SP: Paz e Terra.
- Freire, P. (1977). *Extensão ou comunicação?* São Paulo, SP: Paz e Terra.
- Galiuzzi, M. C., & Gonçalves, F. P. (2004). A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Química Nova*, 27(2), 326-331. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422004000200027>

- Galiuzzi, M. C., Rocha, J. M. B., Schmitz, L. C., Souza, M. L., Giesta, S., & Gonçalves, F. P. (2001). Objetivo das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores. *Ciência & Educação (Bauru)*, 7(2), 249-263. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132001000200008>
- García Barros, S., Martínez Losada, C., & Mondelo Alonso, M. (1998). Hacia la innovación de las actividades prácticas desde la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 353-366. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21541/21375>
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. (6a ed.). São Paulo, SP: Atlas.
- Gil Pérez, D.; Furió Más, C.; Valdés, P.; Salinas, J.; Martínez-Torregrosa, J.; Guisola, J.; Gonzáles, E.; Dumas-Carré, A.; Goffard, M., & Carvalho, A. M. P. (1999). Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21581/21415>
- Gioppo, C., Scheffer, E. W. O., & Neves, M. C. D. (1998). O ensino experimental na escola fundamental: uma reflexão de caso no Paraná. *Educar*, 14(1), 39-57. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.180>
- Gonçalves; F. P., & Brito, M. A. (2014). *Experimentação na educação superior em química: fundamentos, propostas e reflexões*. Florianópolis SC: Ufsc.
- Gonçalves; F. P., & Marques, C. A. (2006). Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(2), 219-238. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/494>
- Gonçalves, F. P., & Marques, C. A. (2011). A problematização das atividades experimentais na educação superior em química: uma pesquisa com produções textuais docentes. *Química Nova*, 34(5), 899-904. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422011000500030>
- Gonçalves; F. P., & Marques, C. A. (2012). A circulação inter e intracoletiva de conhecimento acerca das atividades experimentais no desenvolvimento profissional e na docência de formadores de professores de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 17(2), 467-488. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/199/134>
- Gonçalves, F. P., & Marques, C. A. (2016). A experimentação na docência de formadores da área de ensino de química. *Química Nova na Escola*, 38(1), 84-98. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20160013>
- Grandini, N. A., & Grandini, C. R. (2004). Os objetivos do laboratório didático na visão dos alunos do curso de Licenciatura em Física da UNESP-Bauru. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 26(3), 251-256. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-47442004000300011>
- Guaita, R. I. (2015). *As atividades experimentais mediadas por novas tecnologias da informação e comunicação em licenciaturas em ciências da natureza: situação-limite e inédito viável*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/160631>
- Guimarães, S. E. R. (2001). Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. In E. Boruchovitch, & J. S. Bzuneck. *A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea* (pp. 37-57). Petrópolis, RJ: Vozes.
- Gunstone, R. (1991). Reconstructing theory from practical experience. In B. Woolnough. *Practical Science* (pp. 67-77). Milton Keynes, England: Open University.
- Hamed, S.; Rivero, A., & Del Pozo, R. M. (2016). El cambio en las concepciones de los futuros maestros sobre la metodología de enseñanza en un programa formativo. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 476-492. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i2.17

- Hirvonen, P. E., & Viiri, J. (2002). Physics student teachers' ideas about the objectives of practical work. *Science & Education*, 11(3), 305-316. <https://doi.org/10.1023/A:101521672>
- Hodson, D. (1994.) Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21370>
- Hofstein, A. (2004). The laboratory in Chemistry Education; thirty years of experience with development, implementation, and research. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 247-264. <https://doi.org/10.1039/B4RP90027H>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28-54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Hofstein, A., Navon, O., Kipnis, M., & Naaman-Mamlok, R. (2005). Developing student' ability to ask more and better questions resulting from inquiri-type chemistry laboratories. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(7), 791-806. <https://doi.org/10.1002/tea.20072>
- Llitjós, A., Estopá, C., & Miró, A. (1994). Elaboración y utilización de audiovisuales en la enseñanza de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), 57-62. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21331>
- Minayo, M. C. S. (2017). Amostragem e saturação em pesquisa qualitativa: consensos e controvérsias. *Revista Pesquisa Qualitativa*, 5(7), 1-12. Recuperado de <https://editora.sepq.org.br/index.php/rpq/article/view/82/59>
- Moraes, R. & Galiuzzi, M. C. (2007). *Análise Textual Discursiva*. Ijuí, RS: Unijuí.
- Moser, Paul K.; Mulder, Dwayne H., & Trout, J. D. (2009). *A teoria do conhecimento: uma introdução temática*. São Paulo, SP: WMF Martins Fontes.
- Neves, K. O. (2012). *As Atividades Experimentais e o Ensino de Ciências: Limites e Possibilidades da Atuação do Coordenador de Laboratório de Ciências*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SP. Recuperado de <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/96318>
- Porlán, R., Martín Del Pozo, R. Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., & Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/189094/353373>
- Reigosa Castro, C.E., & Jiménez Aleixandre, M.P. (2000). La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 275-284. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21670/21504>
- Silva, L. H. A., & Zanon, L. B. (2000). A experimentação no ensino de ciências. In R. P. Schnetzler, & R. M. R. Aragão, *Ensino de ciências: fundamentos e abordagens* (pp. 120-153). Piracicaba, SP: Capes/Unimep.
- Silva, R. R., & Machado, P. F. L. (2008). Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos – um estudo de caso. *Ciência & Educação (Bauru)*, 14(2), 233-249. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132008000200004>.
- Solís, E., Porlán, R., & Rivero, A. (2012). ¿Cómo representar el Conocimiento Curricular de los profesores de Ciencias y su evolución? *Enseñanza de las Ciencias*, 30(3), 9-30. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/285681/373653>
- Tapia, J. A. (2003). Motivação e aprendizagem no ensino médio. In C. Coll, C. Gotzens, C. Monereo, J. Onrubia, J. I. Pozo, & A. Tapia, *Psicologia da aprendizagem no ensino médio* (pp. 103-139). Porto Alegre, RS: Artmed.

Tarekegn, G. (2009). Can computer simulations substitute real laboratory apparatus? *Latin-American Journal of Physic Education*, 10(3), 506-517. Recuperado http://www.lajpe.org/sep09/2_LAJPE_282_Tarekegn.pdf

Zacharia, Z. (2003). Beliefs, Attitudes, and Intentions of Science Teachers Regarding the Educational Use of Computer Simulations and Inquiry-Based Experiments in Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 792-823, 2003. <https://doi.org/10.1002/tea.10112>

Zacharia, Z., & Constantinou, C. P. (2008). Comparing the influence of physical and virtual manipulatives in the context of the Physics by Inquiry curriculum: The case of undergraduate students' conceptual understanding of heat and temperature. *American Journal Physics*, 76(4), 425-430. <https://doi.org/10.1119/1.2885059>

Recebido em: 10.09.2018

Aceito em: 08.10.2019