

Tecnologias digitais e o ensino de Química: o uso de softwares livres como ferramentas metodológicas

Digital technologies and Chemistry education: the use of free software as methodological tools

Antônio Roberto Xavier

e-mail: roberto@unilab.edu.br

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Brasil

Lia Machado Fiuza Fialho

e-mail: lia_fialho@yahoo.com.br

Universidade Estadual do Ceará. Brasil

Valdeci Ferreira Lima

e-mail: valdecinaunilab@hotmail.com

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Brasil

Resumo: O objetivo principal deste artigo é compreender o uso de *softwares* livres como ferramentas metodológicas para o ensino de Química no âmbito das escolas públicas estaduais do município de Redenção, no estado do Ceará - Brasil, a partir da perspectiva dos professores e alunos. Questionam-se quais os principais desafios encontrados pelos docentes e discentes do ensino médio em relação ao ensino de Química com uso de *softwares* livres e como seria a experiência de mediação de conhecimento por intermédio dos *softwares* livres. Utilizando-se da abordagem qualitativa com estudo do tipo pesquisa-ação com cinco professores e dezoito educandos do ensino médio, constatou-se que o ensino-aprendizagem de Química no sistema escolar estadual de Redenção utilizava o laboratório de informática, mas não trabalhava com *softwares*. As principais dificuldades apontadas pelos educadores para o não uso foram: falta de domínio da tecnologia com *softwares* livres; limitações dos sistemas operacionais *Linux/Ubuntu*; *software* sem língua estrangeira; limitação de *softwares*; e falta de conhecimento de *softwares* aplicado ao ensino de Química. Tanto os estudantes como os educadores acreditam na viabilidade do emprego de *softwares* livres para tornar o ensino-aprendizagem mais interativo, contextualizado e concreto e se

interessam por recorrer a essas ferramentas metodológicas, em especial aos *softwares* «Estados da matéria», «Concentrações» e «Construa sua molécula».

Palavras-chave: tecnologias digitais; *softwares* livres; ensino de Química; ensino médio.

Abstract: The main objective of that article is to understand how to use free softwares as methodological tools for chemistry teaching within Redenção's council public schools, in Ceará – Brazil state, from the teachers and students point of view. Asking them what are the main challenges experienced by the teachers and high school students about chemistry teaching with the use of free softwares and how would be the experience of knowledge mediation through free softwares. Using the qualitative approach with a research-action study with five teachers and eighteen high school students, it was verified that the teaching and learning of Chemistry in the state school system of Redenção used the computer lab, but did not work with software. The main difficulties pointed out by teachers for not using them were: technology lack of control with free softwares, Linux/Ubuntu operating systems limits; softwares in foreign language, softwares' limits, and lack of knowledge of software for chemistry teaching use. Both students and teachers believe in free softwares use viability to turn the teaching-learning more interactive, more contextualized, and more concrete, and show interest to use those methodological tools, especially states of matter, concentrations and build your molecule softwares.

Keywords: digital technology; free softwares; Chemistry teaching; high school.

Recibido / Received: 20/05/2017

Aceptado / Accepted: 28/11/2017

1. Introdução

Estamos atravessando uma evolução tecnológica, e a educação, em sentido amplo, está sendo afetada pelas Tecnologias da Informação e da Comunicação¹ (TICs), proporcionando novas abordagens e perspectivas (Lévy, 1999) no âmbito do ensino-aprendizagem tanto na educação informal² como na educação formal³ (Gohn, 2010; Libâneo, 2010). Em sentido específico, as ferramentas tecnológicas para o ensino de Química operam consoante a evolução das TICs e encontram amparo diversificado e sofisticado. Nesse contexto, cabe salientar que, dentre as ferramentas tecnológicas, estão os *softwares*, que são um conjunto de componentes lógicos de um computador ou sistema de processamento de dados de programas de computação. A Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998, define *software* como: «[...] a expressão de um conjunto organizado de instruções em linguagem natural ou codificada, contida em suporte físico de qualquer natureza, de emprego necessário em máquinas automáticas de tratamento da informação, dispositivos, instrumentos

¹ Tecnologias da Informação e da Comunicação (TICs) é um construto que se refere à comunicação por todos os meios técnicos utilizados para tratar a informação e ajudar na comunicação. Corresponde a qualquer forma de transmissão de informação mediada por *hardware* de computadores, rede, *software*, etc., que, integrados entre si, proporcionam comunicação da pesquisa científica, de ensino-aprendizagem, dentre outros (Lévy, 1999).

² Entende-se por educação informal aquela que ocorre espontaneamente, seja no seio familiar ou nas relações em sociedade, sem intenção planejada ou sistematização (Gohn, 2010; Libâneo, 2010).

³ Entende-se por educação formal a que demanda intenção, planejamento e sistematização e que ocorre prioritariamente na escola (Gohn, 2010; Libâneo, 2010).

ou equipamentos periféricos, baseados em técnica digital ou análoga, para fazê-los funcionar de modo e para fins determinados».

Um *software* pode ser desenvolvido por empresas com fins comerciais ou pode ser elaborado mediante processo colaborativo, respeitando a liberdade e o senso de comunidade de seus usuários, sem fins lucrativos. No último caso, é denominado de *software* livre, para o qual os usuários possuem a liberdade de executar, copiar, distribuir, estudar, mudar e melhorar o *software*, se assim entenderem que deve ser feito, sem custo.

Para que um *software* seja considerado *software* livre é necessário que respeite quatro princípios de liberdade dos usuários. O primeiro deixa claro que o usuário poderá executar programas para qualquer finalidade. O segundo concede ao usuário o direito de estudar como o programa funciona e adaptá-lo às suas necessidades. O terceiro confere ao usuário dos programas a liberdade de redistribuir cópias, de modo a auxiliar outras pessoas. O quarto assegura a liberdade de aperfeiçoamento do programa e sua distribuição para o público, beneficiando toda a comunidade. Consoante Falcão *et al.* (2005, p. 10) «as duas últimas constituem o que se denomina de cláusula de compartilhamento obrigatório», ou seja, as que impõem ao usuário o dever de compartilhar, desde que ele entre no ciclo dos *softwares* livres e comece a acionar as liberdades.

Software livres podem se constituir em objetos educacionais ou recursos metodológicos que auxiliam o aluno a refletir e a adquirir conhecimento. Segundo Gomes (2007), os *softwares* educativos podem apresentar grande influência na construção do conhecimento. Logo, ao se trabalhar com o ensino de Química, uma ciência que lida com um universo abstrato aos olhos humanos, faz-se interessante a utilização desses recursos para contrapor-se ao mundo bidimensional e à falta de dinâmica dos livros (Eichler & del Pino, 2000). Afonso *et al.* (2011) explicam que as vantagens proporcionadas pelos recursos tecnológicos voltados para a educação ganham destaque em potencial de colaboração para os professores mediarem o conhecimento. Nessa seara, os *softwares*, em especial os que não demandam custo, livres, são propícios por proporcionarem suportes de cunho educacional no processo de ensino-aprendizagem em Química, tornando-se importantes recursos metodológicos para diversificar e ampliar as técnicas de ensinagem.

Importa explicitar que é imprescindível ter acesso a computadores e à internet para fazer *downloads* dos *softwares* e, conseqüentemente, instalá-los e manuseá-los. Importante também é o aprimoramento contínuo do docente para acompanhar o avanço tecnológico, uma vez que, apesar de a utilização de *softwares* livres fomentar trocas e difusão do conhecimento químico, para que esse recurso seja bem aproveitado, é necessária a formação contínua do professor.

Observando a realidade das escolas estaduais do Ceará no Brasil, em especial as de ensino médio localizadas no município de Redenção, percebeu-se, a partir de pesquisa exploratória nas escolas via conversas informais acerca de como se efetivava o ensino de Química, que os professores exprimiam dificuldades e reclamavam de lecionar nessa área. Os docentes alegaram: falta de interesse dos alunos; pouca atenção e relevância ensejada à área por parte dos gestores; precarização dos laboratórios de Química; dentre outros fatores. Entretanto, na visita às escolas, observaram-se a possibilidade de utilização de ferramentas educacionais

como os *softwares* livres, disponíveis nos laboratórios de informática das escolas, que poderiam ser utilizados nas aulas de Química, mas que pareciam inexistir por não aparecerem nas falas dos professores.

Mediante a importância da informática no ensino-aprendizagem de Química, emergiram algumas problemáticas norteadoras da pesquisa, por exemplo: quais os principais desafios encontrados pelos docentes do ensino médio das escolas públicas estaduais de Redenção em relação ao ensino de Química com uso de *softwares* livres? Como os alunos e professores iriam compreender uma experiência de mediação de conhecimento por meio dos *softwares* livres para o ensino de Química? A princípio, levantaram-se as seguintes hipóteses para o fato de os laboratórios de informática e os *softwares* livres não aparecerem nas falas dos professores: 1) os professores não conheciam os *softwares* livres ou não possuíam formação suficiente para trabalharem com essa ferramenta tecnológica; 2) os professores conheciam os *softwares* livres, mas não dispunham de horário ou de laboratório em bom estado de funcionamento; 3) os professores não se interessavam em trabalhar com *softwares* livres nos laboratórios de informática.

Para desvelar a inquietação central propulsora da pesquisa, foi imperioso traçar alguns objetivos específicos, como: conhecer o perfil do educador que ministra a disciplina de Química nas escolas estaduais de Redenção; investigar as causas da não utilização de *softwares* para o ensino de Química; listar fontes eletrônicas em que podem ser adquiridos os *softwares* de ensino de Química; e propor a vivência de utilização de *softwares* livres para os docentes e alunos do ensino médio.

Considerando que é importante deixar a Química inteligível para a formação de cidadãos críticos, reflexivos e participativos (Santos & Schnetzler, 2010), defende-se a tese de que o ensino de Química mediado por *softwares* livres pode facilitar a compreensão dos educandos na aprendizagem de conhecimentos específicos, de maneira mais interativa, contextualizada e concreta. Afinal, a transmissão dos conhecimentos químicos precisa ser algo prazeroso, espantoso e curioso, algo que o ensino tradicional já não consegue propor na atualidade (Santos, Wartha & Silva Filho, 2010).

2. Percurso investigativo

Os procedimentos metodológicos empregados para a realização desta pesquisa coadunam-se com sua natureza qualitativa, do tipo analítico-empírica, que utiliza a pesquisa-ação, este percurso não visa generalizações, ao contrário, trabalha com número restrito de colaboradores para melhor compreender as suas peculiaridades valorizando as individualizações e subjetividades. Concernente aos instrumentos de coleta de dados, além da observação participante em duas escolas estaduais para sondagem prévia acerca da utilização do laboratório de informática no ensino de Química pelos professores, foram empregados três tipos de questionários: um dirigido aos professores, para traçar o perfil docente e averiguar a compreensão e utilização de *softwares*; e dois destinados aos alunos, sendo o primeiro aplicado para conhecer o conhecimento e interesse na utilização de *softwares* livres, e o segundo aplicado posteriormente à utilização induzida de *softwares* livres pelos professores para averiguar o interesse e a compreensão dos conteúdos e da metodologia por

parte dos educandos. As coletas dos dados foram realizadas entre os meses de setembro e novembro de 2016, em quatro etapas, conforme descritas adiante.

A primeira etapa consistiu na observação realizada nas duas escolas de nível médio escolhidas aleatoriamente – Escola de Ensino Médio Padre Saraiva Leão e Escola de Ensino Médio Doutor Brunilo Jacó –, tanto para perceber a estrutura física como para localizar os professores de Química. Nessa etapa, identificaram-se todos os professores que lecionavam Química no ensino médio; houve uma conversa informal com eles a respeito do ensino de Química, seguida do convite formal para participação na pesquisa, mediante, inclusive, assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido. Importa destacar que não houve recusas por parte dos docentes; todos concordaram em participar da pesquisa, os quais, após manifestação de seu assentimento, já receberam orientações atinentes ao questionário a ser respondido.

A segunda etapa consistiu na aplicação do questionário utilizando uma ferramenta *on-line* denominada *Survey Monkey*, a partir de um *link* gerado (<https://pt.surveymonkey.com/r/xchpgzx>) e disponibilizado para todos os professores de Química das escolas pesquisadas, no qual o educador respondia a algumas perguntas sobre a utilização do laboratório de informática e sobre o conhecimento e utilização de *softwares* livres durante as aulas de Química. A opção de escolha por essa forma de questionário foi decorrente do intuito de ensinar mais liberdade e flexibilidade ao docente, que poderia respondê-lo em qualquer horário, evitando constrangimento em suas respostas, pois tal mecanismo assegurava sigilo quanto à identificação.

A terceira etapa consistiu em quatro momentos: 1) pesquisa de *softwares* livres, para o ensino de Química, compatíveis com o sistema operacional das escolas; 2) instalação dos *softwares* nos laboratórios de informática; 3) formação dos professores para o trabalho com os *softwares* e seleção de três deles para o trabalho com os alunos; e 4) realização de convite verbal aos discentes – sala por sala –, para os que quisessem colaborar com a pesquisa comparecerem à escola no contraturno, com vistas a experimentarem a proposta metodológica para o ensino de Química por meio da utilização de *softwares* livres.

A terceira etapa consistiu no desenvolvimento de três ações: 1) aplicação de um questionário para os estudantes que se fizeram presentes no contraturno, com o objetivo de obter informação sobre como eram ministradas as aulas de Química; 2) aula com o uso dos *softwares* livres, relacionando-os a cada série; e 3) aplicação de um segundo questionário aos discentes, com o fito de observar a receptividade, a colaboração e a compreensão dos conteúdos. Cabe esclarecer que a quarta etapa foi subdividida em seis momentos, sendo três para cada escola, de acordo com a série dos alunos: 1^a, 2^a e 3^a séries do ensino médio.

3. Resultados

3.1. Primeira etapa: observação da estrutura física e identificação dos professores

A pesquisa foi desenvolvida em duas instituições de ensino: Escola de Ensino Médio Padre Saraiva Leão e Escola de Ensino Médio Doutor Brunilo Jacó,

localizadas na sede de Redenção, Ceará - Brasil. Embora ligadas à esfera estadual e de natureza pública, as referidas instituições compreendem clientela bastante diferenciadas. A Escola Padre Saraiva Leão atende predominantemente a alunos oriundos de comunidades mais distantes de Redenção e apresenta limitação física por funcionar em prédio tombado – historicamente, a primeira escola do município, na qual foi realizada a reunião da abolição dos escravos em Redenção; primeira cidade a libertar os escravos no Ceará. Já a Escola Dr. Brunilo Jacó é uma instituição que foi inaugurada na década de 1980, com estrutura física mais moderna, dispendo de mais recursos didáticos e destacando-se nos resultados do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), o que atrai discentes de Redenção e dos municípios vizinhos mais próximos. Nas escolas, há o ensino médio completo – 1^a, 2^a e 3^a séries –, nas quais há cinco professores que ministram a disciplina de Química, sendo dois da escola Dr. Brunilo Jacó e três da escola Pe. Saraiva Leão:

Quadro 1. Professores participantes da pesquisa por escola

Participantes da pesquisa	
Escolas	Docentes de Química
Dr. Brunilo Jacó	2
Pe. Saraiva Leão	3

Os cinco professores, à época da pesquisa, possuíam vínculo contratual apenas com a Secretaria da Educação do Estado do Ceará (Seduc-CE), ou seja, não trabalhavam em outras instituições de ensino que não fossem da rede estadual. A partir do questionário *Survey Monkey*, foi possível conhecer melhor o perfil dos professores, como se apresenta no tópico que segue.

3.2. Segunda etapa: *Survey Monkey*, questionário on-line

Os dados apontaram que os docentes tinham idade média de 28 anos – portanto, jovens – e possuíam menos de cinco anos de profissão. Houve apenas uma exceção, pois, dentre os cinco participantes, apenas um possuía mais de dez anos de magistério. Em relação ao nível de formação dos docentes, quatro são licenciados em Biologia e apenas um é licenciado em Química; dos quatro licenciados em Biologia, um se especializou em Química, com o objetivo de melhorar sua atuação docente.

Outro ponto relevante que a pesquisa revelou foi a aproximação dos profissionais com os recursos tecnológicos disponíveis, visto que todos já haviam utilizado o laboratório das escolas e afirmaram que as TICs poderiam ser empregadas para auxiliar nas aulas, tornando-as mais dinâmicas e interativas. Os professores informaram que, no horário destinado ao estudo/planejamento das aulas, procuravam novos recursos metodológicos de informática para aplicarem junto aos alunos; inclusive quatro docentes afirmaram se considerarem pesquisadores de ensino de Química, e apenas um disse que não fazia pesquisa nessa área. Tal assertiva era justificada pelo fato de os educadores precisarem buscar de maneira autônoma

conhecimentos específicos em Química, que não era sua área de formação; na compreensão deles, essa busca de conhecimento se configurava como pesquisa.

Quando questionados sobre os métodos com os quais tiveram contato durante a graduação, três professores relataram que utilizaram recursos como *softwares* aplicáveis aos estudos de Química e programas para a elaboração de *slides*. Quanto ao posicionamento dos outros dois, um afirmou não ter contato e o outro disse que não se lembrava dos momentos formativos com o uso *softwares*.

Todos os profissionais relataram que o livro didático era o recurso mais utilizado, seguido do *DataShow*, para ministrar aulas. Nesse aspecto, assumem apenas o papel de transmissores, e não de mediadores do conhecimento, pois se limitam muito em transpor conteúdos específicos, sem preocupação com a contextualização e com uma metodologia diversificada e envolvente (Xavier L. & Xavier A., 2015). Apenas dois professores afirmaram possuir nos computadores pessoais *softwares* aplicados à Química, no caso a orgânica, para a montagem de molécula. Os outros três informaram não utilizar *softwares*. Importa inferir que um desses confundiu o *site* de pesquisa *Wikipedia* com um *software*, o que demonstra ausência de conhecimento acerca do que seja *software* livre. Leite (2015) apresenta resultado semelhante, ao constatar que muitos dos professores que aplicam as TICs nas aulas as utilizam indiscriminadamente, causando inúmeras confusões conceituais nos alunos, oriundas também da compreensão exígua a respeito desses recursos.

Um ponto muito importante foi identificar quais educadores conheciam fontes de pesquisas nas quais poderiam encontrar *softwares*; três citaram o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) do Ministério da Educação (MEC), e um destes mencionou também o *site* Phet/colorado.

Em suma, de maneira geral, o perfil docente das escolas pesquisadas pode ser definido por professores pesquisadores jovens, sem formação na área da disciplina em que atuam – Química –, que fazem uso de métodos de ensino tradicionais, que utilizam o livro didático como principal aporte e que conhecem e/ou já ouviram falar de *softwares*, mesmo que não os utilizem em suas aulas.

O questionário, além de possibilitar conhecer o perfil dos professores e seus conhecimentos sobre os *softwares* livres para o ensino de Química, permitiu identificar os principais fatores mencionados pelos docentes que inviabilizavam ou dificultavam o uso dos *softwares* livres como ferramentas metodológicas para o ensino de Química: 1) a falta de domínio da tecnologia com *softwares* livres (quatro professores apontaram essa questão); 2) o sistema operacional implantado nas escolas dificulta o uso de *softwares* (quatro professores afirmaram que os sistemas operacionais *Linux/Ubuntu* prejudicam a utilização dos *softwares* livres por questões de incompatibilidade); 3) muitos *softwares* livres são de origem e língua estrangeira, e o educador não domina outro idioma além do português (três professores citaram esse aspecto); 4) os *softwares* livres são limitados (quatro professores indicaram a sua não utilização); 5) a falta de conhecimento de *softwares* aplicado ao ensino de Química (dois professores mencionaram esse fato).

Faz-se mister indicar que todos os docentes foram unânimes na afirmação de que o laboratório de informática das escolas lhes oferecia suporte suficiente para trabalharem com informatização. Ainda que os professores da escola Pe. Saraiva

Leão apontassem limitações estruturais, estas não estavam relacionadas à sala de informática.

3.3. Terceira etapa: formação de professores e experimentação dos softwares livres pelos alunos

A terceira etapa da pesquisa se iniciou com a pesquisa de *softwares* para o ensino de Química, que podem ser encontrados em diversos endereços eletrônicos disponíveis na rede mundial de computadores. O quadro 2 apresenta endereços eletrônicos nos quais se encontram *softwares* livres aplicáveis ao ensino de Química:

Quadro 2. *Softwares* livres e seus endereços para *download*

Softwares livres e seus endereços para <i>download</i>		
Softwares	Sistemas operacionais compatíveis	Endereço eletrônico (<i>Download</i>)
Avogadro	<i>Linux/Windows</i>	http://avogadro.cc/wiki/get_avogadro
BKchem	<i>Linux/Windows</i>	http://bkchem.br.uptodown.com/
Estados da matéria	<i>Linux/Windows</i>	https://phet.colorado.edu/pt_br/simulation/legacy/states-of-matter
Concentração	<i>Linux/Windows</i>	https://phet.colorado.edu/pt_br/simulation/legacy/concentration
Construa uma molécula	<i>Linux/Windows</i>	https://phet.colorado.edu/pt_br/simulation/legacy/build-a-molecule
O efeito estufa	<i>Linux/Windows</i>	https://phet.colorado.edu/pt_br/simulation/legacy/greenhouse
Cidade do átomo	<i>Linux/Windows</i>	http://www.iq.ufrgs.br/aeq/cidatom.htm
Carbópolis	<i>Linux/Windows</i>	http://www.iq.ufrgs.br/aeq/carbop.htm
Chemsketch	<i>Windows</i>	http://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/
Jmol	<i>Linux/Windows</i>	http://jmol.sourceforge.net/

Esses são apenas alguns exemplos de *softwares* disponíveis na rede que objetivam auxiliar aos professores, mais especificamente no ensino de Química. Mas há outros *softwares* que foram excluídos por incompatibilidade de sistemas, uso de

outro idioma diferente do português, não ser de fácil aplicação ou de fácil acesso. Os *softwares* foram instalados nos computadores das escolas, e os professores tiveram uma formação de 24 horas para conhecê-los e manuseá-los. Após essa utilização inicial dos *softwares*, os docentes optaram, em votação, por três dentre os dez apresentados para o uso com os alunos: «Estados da matéria», «Concentrações» e «Construa sua molécula».

A título de informação, os educadores selecionaram os *softwares* do site *Phet Interactive Simulations* da Universidade do Colorado, em Boulder, pelo fato de estarem disponíveis na língua portuguesa e serem compatíveis com os dois sistemas operacionais mais utilizados no Brasil (*Windows* e *Linux*), pela fácil instalação nos laboratórios de informática e pelo manuseio autoexplicativo.

Após a formação dos professores e a seleção dos *softwares*, houve o convite verbal para que todos os alunos matriculados nas três séries do ensino médio comparecessem voluntariamente às escolas no contraturno, com vistas a experimentarem uma proposta metodológica para o ensino de Química por meio da utilização de *softwares* livres; dezoito discentes se dispuseram a participar do estudo:

Quadro 3. Alunos participantes da pesquisa por escola

Alunos da pesquisa			
Escolas	Séries		
	1ª série	2ª série	3ª série
Dr. Brunilo Jacó	4	5	0
Pe. Saraiva Leão	5	3	1

Aos alunos foram explicitados os objetivos da pesquisa e em que iria consistir a participação no estudo desde o convite verbal; todos os participantes que se fizeram presentes no contraturno efetivaram a releitura do termo de consentimento livre e esclarecido, retirando dúvidas e concordando em participar da pesquisa mediante sua assinatura. Interessa informar que a aula experiencial dos estudantes contou também com a participação dos professores, que colaboraram no esclarecimento de dúvidas e na indicação das atividades a serem realizadas.

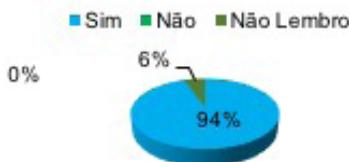
3.4. Quarta etapa: questionários antes e depois da aula com softwares livres

Como explicitado anteriormente, a quarta etapa foi desenvolvida com a aplicação de um questionário prévio para obter informação sobre como eram ministradas as aulas de Química, seguida da aula com o uso dos *softwares* livres e da aplicação de um segundo questionário com o objetivo de observar o conhecimento, o interesse e a compreensão dos conteúdos e da metodologia por parte dos educandos.

Todos os discentes informaram que era a primeira vez que teriam contato com os *softwares* livres de ensino de Química. O curioso é que 94% dos alunos relataram já ter vivenciado uma aula de Química no laboratório de informática, e apenas 6% não conseguiam lembrar se um dia haviam tido tal oportunidade.

Gráfico 1. Utilização do laboratório de informática para a aula de Química

Dentro dessa escola, você já participou de alguma aula de Química que fosse desenvolvida no laboratório de informática?



Considerando os dados apresentados, pode-se concluir que os alunos utilizavam o laboratório de informática nas aulas de Química, ainda que esporadicamente, mas nunca recorriam a *softwares* livres para essa finalidade.

Ao tentar apontar as correntes pedagógicas empregadas pelos professores, 67% relacionaram as metodologias adotadas exclusivamente à corrente tradicional, 28% disseram que os professores transitavam entre as metodologias tradicionais e as modernas e 5% não souberam responder. A maioria afirmou que os docentes utilizavam muita oratória e o livro didático – o qual pouco contextualizava os conteúdos com o cotidiano –, que avaliavam quantitativamente sem considerar os conhecimentos prévios e, esporadicamente, traziam alguma metodologia diferenciada ou inovadora.

Mesmo sem ter a oportunidade de conhecer ou trabalhar com *softwares* livres, a maior parte dos alunos acreditava que essa metodologia poderia ser profícua para o ensino de Química:

Gráfico 2. Expectativa dos alunos

A Química pode ser ensinada com *softwares* livres encontrados na rede mundial de computadores?



Importa inferir que, no segundo questionário, após a utilização dos três *softwares* selecionados, mesmo os 11% que *a priori* não acreditavam no ensino de Química por meio do trabalho com *softwares*, quando submetidos a essa metodologia, mostraram-se bastante receptivos e interessados no uso das tecnologias aplicadas ao ensino. Durante a aplicação dos *softwares*, nos seis momentos de quatro horas cada, constatou-se o interesse de todos os educandos por essas ferramentas – mediante concentração, retirada de dúvidas e realização de atividades propostas.

Tal constatação foi asseverada nas respostas ao segundo questionário, que não apontaram, dentre outras colocações, que: «as aulas de Química ficam mais divertidas»; «os *softwares* ajudam a contextualizar o conhecimento com a nossa vida»; «a gente pode ver as coisas mais interativas»; «é muito mais legal aula assim»; «ajuda na compreensão dos conteúdos»; «os exercícios são mais variados e interessantes»; «sai daquele modelo de aula tradicional tão cansativo»; «ajuda na aprendizagem»; etc.

Em suma, todos os alunos participantes da pesquisa desconheciam o uso de *softwares* para o ensino de Química, mas, ao usufruírem da vivência de manusear essa ferramenta metodológica, aprovaram a utilização dos *softwares* e afirmaram que eles podiam auxiliar na aprendizagem, ajudando a compreender o conteúdo e tornando as aulas mais interativas. Salientaram, inclusive, que gostariam que seus professores passassem a utilizar nas aulas os *softwares*. Faz-se oportuno destacar que, depois dos momentos formativos, os professores assumiram o compromisso de utilizar *softwares* livres no ensino de Química por também concordarem com os possíveis benefícios apontados pelos discentes.

4. Discussões

Nos últimos tempos, observa-se a informatização em boa parte das escolas, as quais recorrem às tecnologias digitais de comunicação, dentre outras utilidades, para o processo de ensino-aprendizagem. Tal «progresso» se impõe pela sociedade contemporânea, que, em seu dinamismo, estatui maneiras diversificadas de estabelecer relações e ensinar, exigindo cidadãos cada vez mais críticos e atuantes no meio social em que vivem. As tecnologias digitais de comunicação, principalmente na figura do computador, ganham seu espaço dentro da escola, em especial na constituição dos laboratórios de informática. O educador, todavia, precisa repensar cotidianamente o fazer pedagógico e reciclar o modo de ensinar; para essa investidura, as TICs não podem ser invisibilizadas:

O computador está inserido na sociedade como aparelho essencial para o desenvolvimento de algumas atividades produtivas, participando também do lazer e cada vez mais sendo incluído na educação. Esta inclusão parte do princípio da necessidade da promoção na escola do desenvolvimento de competências e habilidades do cidadão, além de contribuir para a formação de pessoas com senso crítico apurado. Há também a necessidade crescente imposta pelo mercado de trabalho em oferecer oportunidade para pessoas com habilidade para o uso de novas tecnologias, tais como o computador. Deste modo, a escola e seus profissionais devem adequar-se à nova realidade (Santos et al., 2010, p. 1).

É necessário salientar também que, ao mesmo tempo que ocorre essa imposição da sociedade sobre a informatização do ambiente escolar, há uma naturalização da ação, haja vista que a aplicação das mídias se faz necessária em muitos contextos. Nas ciências exatas e nas ciências da natureza, essa realidade não é distinta, porque se trata de áreas que trabalham com muitos conteúdos abstratos e complexos

na visão macroscópica, que podem ser associados às mídias de simulações representativas para maximizar a qualidade do ensino-aprendizagem; além disso, tal experiência favorece uma formação mais democrática do conhecimento (Santos & Schnetzler, 2010).

A indicação para diversificação de recursos didáticos é apontada, por exemplo, nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias quando trata da Química:

[...] é importante e necessária a diversificação de materiais ou recursos didáticos: dos livros didáticos, aos vídeos e filmes, uso do computador, jornais, revistas, livros de divulgação e ficção científica e diferentes formas de literatura, manuais técnicos, assim como peças teatrais e música dão maior abrangência ao conhecimento, possibilitam a integração de diferentes saberes, motivam, instigam e favorecem o debate sobre assuntos do mundo contemporâneo. [...] uso do computador no ensino é particularmente importante nos dias de hoje. A busca e a articulação de informações são facilitadas pelos dados disponíveis na rede mundial de computadores. É claro que a confiabilidade das fontes de informações deve ser objeto de atenção do professor (Brasil, 2000, p. 106).

O professor tem um papel muito importante como mediador do conhecimento. Inclusive, o fato de haver grande quantidade de informação circulando, baseada muitas vezes em fontes não seguras, emana uma mediação mais criteriosa, que se efetiva também pela escolha dos recursos e fontes para o trabalho com os alunos (Leite, 2015).

A inserção das mídias como recurso didático pode proporcionar a melhoria da educação se efetivada de maneira responsável, pois, sem uma formação adequada, a utilização das TICs pode até maximizar problemas já existentes dentro da escola. Para Vicinguera (2002, p. 13): «A simples adição do computador ao ensino não garante o sucesso da aprendizagem, e inclusive pode ampliar as dificuldades e problemas que já existem. Portanto, o seu uso na educação deve ser muito bem planejado, visando a sua harmonia, com técnicas, estratégias e métodos de ensino que aproveitem suas potencialidades».

Não devemos utilizar o computador, ou melhor, qualquer recurso tecnológico aleatoriamente ou apenas para apresentar conceitos. Carlos Furió e Cristina Furió (2000) explicitam as dificuldades de compreensão e transmissão de conceitos químicos, asseverados quando estes são tratados na perspectiva abstrata (Gonçalves & Julião, 2016), logo os recursos tecnológicos devem servir para tornar os conhecimentos mais concretos e contextualizados. Em vez de instrumentos meramente ilustrativos – como o retroprojetor e o *Data Show* –, devemos empregar os recursos tecnológicos como provocadores da curiosidade dos alunos e transformadores do ambiente escolar, de forma que a escola se converta em um ambiente atraente e a Química desperte interesse (Ros, 2001). Nessa mesma concepção, Leite (2015) acrescenta que já existe uma utilização das ferramentas de mídias nas escolas do Brasil, porém muitas vezes são mal elaboradas, como estratégias tortuosas, pensadas como a única maneira de manter o controle de sala de aula, ou seja, ter atenção dos aprendizes por alguns professores.

O constatado na pesquisa foi que os educadores recorriam ao livro didático como recurso principal, seguido do *Data Show*, para ministrar suas aulas, que se caracterizavam por ser expositivas, baseadas na oratória, sem despertar a curiosidade dos educandos, bem como critica Vicinguera (2002). Em congruência, os professores assumiam apenas o papel de transmissores do conhecimento, e não de mediadores, desprezando o fato de que os alunos «já chegam com o pensamento estruturado pela forma de representação propiciada pelas novas tecnologias. Portanto, utilizá-las é se aproximar das gerações que hoje estão nos bancos das escolas» (Leite, 2015, p. 28).

Importa destacar que os alunos, em maioria, afirmaram que já tinham vivenciado a oportunidade de frequentar aulas de Química nos laboratórios de informática. Tal dado é bastante relevante, visto que demonstra que os professores já utilizam as TICs nas escolas, ainda que não seja da maneira mais proveitosa. Amaral Rosa e Cateli (2015) asseveram que a escola já não pode negar a necessidade virtual do aprender dos discentes. De fato, os professores não relegaram a utilização da aprendizagem mediada pelas tecnologias virtuais, inclusive eles se mostraram interessados em recorrer a esse tipo de recurso, demonstrando-se disponíveis para participar da pesquisa e realizar formação. Inclusive, consideraram muito importantes as demonstrações com *softwares* livres e sua aplicação no ensino de Química, antes e após as formações.

Mesmo não compreendendo o conhecimento como partes isoladas destituídas de profunda articulação, em que cada área trabalhada individualmente se efetiva sem nenhuma interação com as demais, cabe salientar que, dentre os cinco professores, quatro não possuíam formação inicial em Química; ainda que a interdisciplinaridade seja salutar, é indispensável que o educador possua uma gama de saberes teóricos para a realização de uma práxis fundamentada, crítica e responsável. Logo, pode-se apontar a falta de formação inicial e continuada como principal aspecto limitador para o trabalho dos docentes pesquisados com os *softwares* livres.

Conforme Bezerra, Nascimento e Santana (2012), a formação da identidade docente é realizada de acordo com sua prática e teoria dentro da graduação, que lhe dá competências profissionais voltadas para a sua área de formação. Ao encontrar a predominância de professores de Biologia ministrando aulas de Química, é imperioso problematizar como são mobilizados os saberes teóricos e como esses se articulam na prática pedagógica, já que na formação inicial foi se constituindo uma identidade com a Biologia e seu campo teórico e no decorrer da prática profissional os biólogos se constituíram professores de Química.

Ainda que os docentes tenham apontado diversas limitações para o uso de *softwares* no ensino de Química – falta de domínio da tecnologia com *softwares* livres, limitações dos sistemas operacionais *Linux/Ubuntu*, *softwares* em língua estrangeira, limitação de *softwares* –, observou-se que a falta de conhecimento de *softwares* aplicado ao ensino de Química – um dos fatores menos citados, mencionado por apenas dois professores – era o principal critério impeditivo. Essa inferência se deve à constatação, mediante o questionário e a formação, de que, apesar de três professores conhecerem *sites* de buscas de *softwares*, como o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) do MEC e o *site* Phet/colorado, nenhum professor havia sequer tentado baixar *softwares* aplicados ao ensino de

Química no laboratório das escolas; eles desconheciam como se manuseavam todos os dez *softwares* apresentados na formação.

Santos *et al.* (2010) também encontraram em sua pesquisa o relato da incompatibilidade dos sistemas operacionais *Linux/Ubuntu* na utilização dos *softwares* livres, no entanto, diante da não tentativa de instalar os *softwares*, podem-se suscitar os resultados encontrados por Pozo e Aldama (2014), que exprimem maior congruência com esta pesquisa, já que apontam para o desconhecimento ou a parca formação dos professores referente ao uso das TICs.

A elaboração dos *softwares* livres constitui um movimento não tão recente, que teve início nos anos 80 do século XX, mais precisamente no ano 1985, a partir dos esforços do idealizador Richard Stallman, pesquisador do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que estava contrariado com algumas atitudes de empresas detentoras dos códigos-fonte de programas, que cobravam quantias elevadas para a autorização de uso dos programas. Stallman criou a Fundação *Software Livre* (*Free Software Foundation*) com o intuito de provocar o desenvolvimento coletivo de *softwares*, ou seja, em que todo e qualquer usuário acrescentaria suas colaborações e teria acesso às colaborações de outros usuários, havendo uma troca de conhecimentos, utilização gratuita e colaborativa. A utilização dos *softwares* livres, na contramão do desconhecimento dos professores ou de sua não utilização, vem crescendo vertiginosamente em número de usuários. Os *softwares* livres, representados principalmente pelo Sistema Operacional *Linux*⁴, têm ganhado muitos adeptos, sobretudo nas repartições públicas, como escolas, secretarias estaduais e municipais e repartições federais (Sabino & Kon, 2009).

É oportuno mencionar que todos os professores reconheceram que o laboratório de informática das escolas ofereciam-lhes suporte adequado para trabalharem com *softwares* de ensino de Química, ainda que não possuíssem habilidades para tal. A formação inicial, quando na área de atuação profissional, já emana lacunas concernentes à articulação entre teoria e prática (Mororó, 2017); quando essa é concebida em outra área, as dificuldades tendem a se asseverar e a transformar momentos formativos de pesquisa e inquietação em aulas de mera transmissão de conceitos (Mendonça, Justi & Oliveira, 2006).

Ao relacionar-se com o meio social dinâmico, o professor deve estar em formação constante, adquirindo e amadurecendo conhecimentos pelas experiências. Nesse sentido, «[...] falar em formação do educador, portanto, é apontar para o seu desenvolvimento pessoal e profissional a partir de uma concepção de homem que se organiza formal e sistematicamente, na perspectiva da inteireza, e não da fragmentação» (Lima, 2001, p.92).

Consoante a não utilização de *softwares* pelos professores, os alunos, ainda que familiarizados com o laboratório de informática, desconheciam, em sua maioria (89%), os *softwares* para o ensino de Química, no entanto já apostavam na sua viabilidade como ferramenta para facilitar o ensino-aprendizagem. E, depois

⁴ Sistema operacional (*software* livre) que foi desenvolvido pelo finlandês Linus Torvalds, programador e entusiasta de tudo que envolve tecnologia, enquanto estudava no Departamento de Ciência da Computação da Universidade de Helsinki.

das aulas práticas, com a experimentação dos *softwares* «Estados da matéria», «Concentrações» e «Construa sua molécula», o consenso foi a anuência universal.

Ao tentar apontar as correntes pedagógicas utilizadas pelos professores, 67% relacionaram as metodologias adotadas exclusivamente à corrente tradicional, 28% disseram que os professores transitavam entre as metodologias tradicionais e as modernas e 5% não souberam responder. A maioria afirmou que os docentes utilizavam muita oratória e o livro didático, que pouco contextualizavam os conteúdos com o cotidiano, que avaliavam quantitativamente sem considerar os conhecimentos prévios e, esporadicamente, traziam alguma metodologia diferenciada ou inovadora.

Não podemos conceber que o uso exclusivo das metodologias tradicionais – aplicadas sucessivamente, utilizando a memorização, via repetição, como forma de ensino-aprendizagem mecânica e robotizada – terá os mesmos resultados de outrora na conjuntura atual. É necessário valorizar a elaboração colaborativa e o exercício da reflexão, visto que «o trabalho pedagógico é um trabalho intelectual, e não memorístico» (Freitas, 1996, p. 35).

As práticas, na qualidade de educadores, não se resumem a transmitir os conhecimentos necessários para alcançar a «fabricação» de sujeitos competentes exclusivamente no âmbito profissional (Gauthier *et al.*, 1998). A visão de formação voltada prioritariamente à capacitação de mão de obra qualificada para o trabalho não pode invisibilizar a relevância de formar cidadãos críticos, reflexivos, atuantes e conscientes, logo não se pode deixar de ensinar ações reflexivas (Tardif, 2002), principalmente nas instituições de ensino.

A ação pedagógica do professor transcende a perspectiva de que o docente formador desenvolve essencialmente atividades técnicas, pois, quando este é concebido como mediador de conhecimentos, capaz de instigar a curiosidade e despertar uma visão holística e crítica da realidade, assume sua real função de educador. De tal modo, seu ofício pode ser legitimado e sua autoridade reconhecida, mesmo com o estreitamento de laços afetivos, posto que o respeito e a admiração são conquistados pela qualidade do seu trabalho. Sendo assim: «Ele não deve ser visto apenas como alguém que ensina, mas também, e sobretudo, como alguém que sabe, que possui o conhecimento. Aliás, os próprios alunos costumam admirar e conferir autoridade àqueles que se mostram empolgados com suas matérias, àqueles que os ‘puxam’ e conseguem fazê-lo porque passam-lhes a idéia [*sic*] de que possuem algo rico a dar» (Nóvoa, 1999, p. 27).

Como salienta Nunes (2001), não podemos pensar em modelo de professor ideal, mas podemos inferir que aquele que domina o conhecimento a ser trabalhado, que considera a realidade social na qual seu aluno está inserido e que contextualiza a aprendizagem, tornando-a significativa, consegue ferramentas para fazer com que o conhecimento mediado seja mais bem aprendido.

Os alunos, assim como os professores, ao usufruírem da vivência, aprovaram a utilização dos *softwares* e afirmaram que eles poderiam auxiliar na aprendizagem, ajudando a compreender o conteúdo e tornando as aulas mais interativas. A ação educativa deve ser vista como um trabalho intelectual que demanda do professor mais do que conhecimentos práticos e técnicos, já que exige dele uma fundamentação teórica que lhe forneça embasamento para a prática por ele desempenhada. Logo, a prática educativa reside no movimento de ação, reflexão e ação refletidas;

desse modo: «É preciso compreender o sentido de ser ‘profissional da educação’, de ser ‘educador’, de ser ‘professor’, cujo trabalho é ensinar. Ensinar aqui estava sendo entendido como construir com os alunos o conhecimento, de forma crítica, emancipatória, transformadora. Essa prática precisa ser considerada como uma construção, tecida pelos professores, os alunos e o conhecimento, considerando-se as condições objetivas, junto da realidade em que estão inseridos» (Lima, 2001, p. 96).

Cortella (2014) aponta que a escola mudou, então interessa alterar a maneira de ensinar. Verbalizar de forma direta que a matéria é tudo aquilo que tem massa e ocupa espaço – como reproduzem Brown, Lemay e Bursten (2005), Feltre (2004), Kotz e Treichel (2002) e Peruzzo e Canto (2006) – já não desperta a curiosidade e a inquietação propulsora da pesquisa; um conceito abstrato transmitido tradicionalmente pela oratória tolhe oportunidades de experiência. Não se concebe mais um ensino estático, e a utilização de *softwares* livres pode favorecer um ensino-aprendizagem mais dinâmico e contextualizado sem emanar custo adicional.

Ainda que Melo e Almeida (2015) apresentem que na maioria das escolas presentes no interior dos estados brasileiros há falta de laboratório, apontada por 60% dos professores, as dificuldades relacionadas ao conteúdo e formação limitada também ganham destaque como obstáculos. Tal achado permite refletir como é difícil o trabalho com *softwares* no Brasil.

5. Considerações finais

Partiu-se do pressuposto de que o ensino de Química precisa ser inteligível para a formação de cidadãos críticos, reflexivos e participativos, logo a mediação do ensino-aprendizagem nessa área do conhecimento pode ser efetivada por *softwares* livres para facilitar a compreensão dos alunos na aprendizagem de conhecimentos específicos.

O objetivo, em consequência, foi compreender o uso de *softwares* livres como ferramentas metodológicas para o ensino de Química no âmbito das escolas públicas estaduais do município de Redenção, no estado do Ceará - Brasil, a partir da perspectiva de docentes e alunos. Para contemplar esse escopo, investigaram-se: o perfil dos professores que ministravam a disciplina de Química; as causas da não utilização de *softwares* para o ensino de Química; os *softwares* livres, para o ensino de Química, possíveis de serem trabalhados nas escolas; e a compreensão dos discentes e educadores acerca da vivência de utilização de *softwares* livres para o ensino-aprendizagem de Química.

Os resultados da pesquisa mostraram que as escolas estaduais de ensino médio possuíam laboratórios de informática em plenas condições de funcionamento e que os professores de Química, bem como seus alunos, já haviam feito uso desse espaço. No entanto, em nenhum momento havia sido trabalhado *software* livre para o ensino-aprendizagem em Química. As principais dificuldades apontadas pelos docentes para a não utilização foram: falta de domínio da tecnologia com *softwares* livres; limitações dos sistemas operacionais *Linux/Ubuntu*; *softwares* em língua estrangeira; limitação de *softwares*; e falta de conhecimento de *softwares* aplicado ao ensino de Química.

Observou-se que, dentre os cinco professores que participaram da pesquisa, apenas um possuía formação inicial em Química; os outros quatro eram formados em Biologia. Destes apenas um buscou uma especialização em Química com o objetivo de minimizar as lacunas nessa área do conhecimento. Somada à formação inicial em outra área, a formação continuada era inexistente, o que prejudicava a práxis pedagógica, já que os professores precisavam ser quase «autodidatas», pesquisando, por conta própria, conhecimentos, metodologias e abordagens para ministrarem o conteúdo de Química.

Ainda que três dos professores conseguissem identificar fontes de pesquisas nas quais poderiam encontrar *softwares* – o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) e o *site* Phet/colorado –, nenhum educador havia utilizado essa ferramenta para trabalhar com seus alunos, logo os estudantes afirmaram jamais terem participado de uma aula com o uso de *softwares* livres. Apesar do desconhecimento no tocante ao manuseio dos *softwares* livres, tanto os educandos como os educadores acreditavam na viabilidade de seus usos para tornar o ensino-aprendizagem mais interativo e se interessavam por utilizar essa ferramenta metodológica.

Foram apresentados dez *softwares* livres em uma formação com os professores – «Avogrado», «BKchem», «Estados da matéria», «Concentração», «Construa uma molécula», «O efeito estufa», «Cidade do átomo», «Carbópolis, Chems sketch» e «Jmol» –, que, ao considerarem a proposta de trabalho viável e interessante, selecionaram três – «Estados da matéria», «Concentrações» e «Construa sua molécula» – para aplicarem com os alunos. Todos os aprendizes do ensino médio das escolas participantes do estudo foram convidados a vivenciarem uma aula com *softwares* livres; dezoito discentes participaram, os quais, assim como os professores, consideraram que a experiência colaborava com um ensino-aprendizagem mais contextualizado, envolvente e concreto.

Infere-se que os educandos afirmaram que boa parte dos professores assumia uma postura meramente tradicional, com o uso da oratória e do livro didático como principais recursos metodológicos. No entanto, tal postura pedagógica não pareceu cristalizada, já que houve receptividade e interesse por parte dos professores para conhecerem outras maneiras de mediar o conhecimento e o compromisso de investirem em novas metodologias; o que ficou evidente foi, contudo, a parca formação inicial na área, sem a possibilidade de aperfeiçoamento em serviço, formação continuada, o que fomentava a estagnação e dificuldades de acompanhar o dinamismo dos avanços tecnológicos.

Salienta-se que esta pesquisa não coloca o trabalho com *softwares* livres como salvador ou panaceia dos problemas de ensino-aprendizagem em Química. Mas defende que sua utilização pode democratizar e dinamizar esse processo, colaborando com a formação de cidadãos curiosos, críticos e participativos no meio social no qual estão inseridos.

Sugere-se investir na qualificação continuada dos professores da rede básica de ensino e respeitar a sua lotação de acordo com a área de formação inicial, bem como a realização de outras pesquisas, de preferência em rede, que busquem compreender as lacunas do ensino de Química. O estudo em tela limitou-se a uma cidade cearense, não possuindo, portanto, capilaridade para viabilizar

generalizações, ainda que importantes para problematizar o uso de *softwares* livres como ferramentas metodológicas para o ensino de Química e quiçá estimular novas pesquisas.

Os *softwares* livres de ensino de Química são ferramentas úteis e aplicáveis dentro das escolas públicas, podendo proporcionar fundamentação teórica e experiências visuais simulativas da prática, necessárias à compreensão química, para colaborar na formação cidadã, sem gerar, necessariamente, custo adicional. Tal ferramenta metodológica possibilita, de maneira mais interativa e contextualizada, a mediação dos conhecimentos químicos, tornando-os mais prazerosos. Ademais, compreende-se que o ensino como Química na educação básica de ser «pautado na ideia de cultura, com atenção às formas diversas de (re)criação cultural da sociedade, modos de vida, valores, hábitos, linguagens, visões de mundo [...]» (Zanon, 2013, p. 138). E tal produção cultural, mediada com o uso de *softwares*, pode fomentar com maior intensidade interações sociais cidadãs propulsoras de potencialidade as quais mobilizam interesses, conhecimentos e necessidades culturais para o melhor viver em sociedade.

6. Referências

- Afonso, M.C.L., Eirão, T.G., Melo, J.H.M., Assunção, J.S., & Leite, S.V. (2011). Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE): tratamento da informação em um repositório educacional digital. *Perspectivas em Ciência da Informação*, 16(3), 148-158.
- Amaral Rosa, M.P., & Cateli, F. (2015). *Ensino de Química e tecnologias: o que dizem os professores?* Caxias do Sul, s.n.
- Bezerra, A.A.C., Nascimento, M.B.C., & Santana, E. (Org.). (2012). *A questão da prática e da teoria na formação do professor*. Fortaleza: UFC.
- Brasil. (2010). *Constituição de 1988. Constituição da República Federativa do Brasil*. São Paulo: Rideel.
- Brasil. (1996). Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 21 dez. 1996.
- Brasil. (1998). Lei nº 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 20 fev. 1998.
- Brasil. (2000). Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília, DF: MEC.
- Brown, T.L., Lemay, H.E., & Bursten, B.E. (2005). *Química: a ciência central*. São Paulo: Pearson Prentice Hall.

- Cortella, M.S. (2014). *Educação, escola e docência: novos tempos, novas atitudes*. São Paulo: Cortez.
- Eichler, M., & del Pino, J.C. (2000). Carbópolis, um *software* para educação química. *Educação em Química e Multimídia*, 11, 10-12.
- Falcão, J., Ferraz Junior, T.S., Lemos, R., Maranhão, J., Sousa, C.A.P.S., & Senna, E. (2005). *Estudo sobre o software livre*. Rio de Janeiro: ITI.
- Feltre, R. (2004). *Química geral*. São Paulo: Moderna.
- Fialho, L. M. F., Machado, C.J., & Sales, A.M. (2014). As correntes do pensamento geográfico e a Geografia ensinada no ensino fundamental: objetivos, objeto de estudo e a formação de conceitos geográficos. *Educação em Foco*, 17(23), 203-224.
- Freitas, H.C.L. (1996). *O trabalho como princípio articulador na prática de ensino e nos estágios*. Campinas: Papyrus.
- Furió, C., & Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, 11(3), 300-308.
- Gauthier, C., Martineau, S., Desbiens, J.F., Malo, A., & Simard, D. (1998). *Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*. Ijuí: Unijuí.
- Gohn, M.G.M. (2010). *Educação não-formal e o educador social: atuação no desenvolvimento de projetos sociais*. São Paulo: Cortez.
- Gomes, C.M.A. (2007). Softwares educacionais podem ser instrumentos psicológicos. *Revista Semestral da Associação Brasileira de Psicologia Escolar e Educacional*, 11(2), 391-401.
- Gonçalves, J.M., & Julião, M.S.S. (2016). Analogias em livros didáticos destinados ao ensino superior: Química orgânica versus Físico-Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(3), 92-108.
- Kotz, J.C., & Treichel, P. M. (2002). As ferramentas básicas da Química: matéria e medição. In Kotz, J.C., Treichel, P.M., & Weaver, G.C., *Química e reações químicas* (pp. 9-48). Rio de Janeiro: LTC.
- Leite, B.S. (2015). *Tecnologias no ensino de Química: teoria e prática na formação docente*. Curitiba: Appris.
- Libâneo, J.C. (2010). *Pedagogia e pedagogos para quê?*. São Paulo: Cortez.
- Lévy, P. (1999). *As tecnologias da inteligência*. Rio de Janeiro: 34.
- Lima, M.S.L. (2001). *A hora da prática: reflexões sobre o estágio supervisionado e ação docente*. Fortaleza: Demócrito Rocha.

- Melo, M.G.A., Campos, J.S., & Almeida, W.S. (2015). Dificuldades enfrentadas por professores de Ciências para ensinar Física no Ensino Fundamental. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 8(4), 241-251.
- Mendonça, P.C.C., Justi, R., & Oliveira, M.M. (2006). Analogias sobre ligações químicas elaboradas por alunos do ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 6(1), 22-34.
- Mororó, L.P. (2017). A influência da formação continuada na prática docente. *Educação & Formação*, 2(4), 36-51.
- Nóvoa, A. (Org.). (1999). *Profissão professor*. Porto: Porto.
- Nunes, C.M.F. (2001). Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. *Educação & Sociedade*, 22(74), 27-42.
- Peruzzo, F.M., & Canto, E.L. (2006). Substâncias químicas. In Peruzzo, F.M., & Canto, E.L., *Química na abordagem do cotidiano* (pp. 17-47). São Paulo: Moderna.
- Pozo, J.I., & Aldama, C. (2014). A mudança nas formas de ensinar e aprender na era digital. *Revista Pátio*, 19(5).
- Ros, A.C. (2001). La enseñanza de la Química en el inicio del nuevo siglo: una perspectiva desde España. *Educación Química*, 12(1), 7-17.
- Sabino, V., & Kon, F. (2009). Licenças de *software* livre: história e características. *Relatório Técnico RT-MAC-IME-USP*.
- Santos, D.O., Wartha, E.J., & Silva Filho, J.C. (2010). *Softwares* educativos livres para o ensino de Química: análise e categorização. In *Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química* (pp. 1-11). Brasília DF, Brasil.
- Santos, W.L.P., & Schnetzler, R P. (2010). *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí.
- Survey Monkey. *Software e ferramentas de pesquisa online gratuitos*. Recuperado de: <https://pt.surveymonkey.com>.
- Tardif, M. (2002). *Saberes docente e formação profissional*. Petrópolis: Vozes.
- Vicinguera, M.L.F. (2002). *O uso do computador auxiliando no ensino de Química* (Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Xavier, L.C.V., & Xavier, A.R. (2015). *Políticas públicas de educação digital: a experiência do Proinfo Integrado em Ocara-CE*. Fortaleza: Imprepe.
- Zanon, L.B. (2013). Ensino de Química como recontextualização de conhecimentos com um olhar às avaliações nacionais da Educação Básica. In Inep, *Avaliações da educação básica em debate: ensino e matrizes curriculares de referência das avaliações em larga escala* (pp. 117-150). Brasília DF: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira.