

ENSINO DE QUÍMICA MEDIADO POR TECNOLOGIAS DIGITAIS: O QUE PENSAM OS PROFESSORES BRASILEIROS?

Fabiana Pauletti

PUCRS - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil
fpalet1@ucs.br

Michel Mendes

UCS - Universidade de Caxias do Sul, Brasil
michelbmendes@hotmail.com

Marcelo Prado Amaral Rosa

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil
marcelo.pradorosa@gmail.com

Francisco Catelli

UCS - Universidade de Caxias do Sul, Brasil
fcatelli@ucs.br

Resumo

O objetivo foi investigar as representações de professores da educação básica frente ao uso das tecnologias digitais no ensino de Química, com a finalidade de identificar influência dos aparatos tecnológicos nos processos de ensino e aprendizagem diante da temática isomeria geométrica. Foi realizado um estudo de caso com três professoras de Química de uma escola pública da cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil. Foram feitas entrevistas e a análise foi baseada na Análise Textual Discursiva. Os resultados apontam penetrabilidade insuficiente tecnologias digitais no ensino de Química de modo geral e em particular na temática isomeria geométrica. Das narrativas dos sujeitos emergiu duas categorias: i) *Práticas de sala de aula e a falta de mudanças*; e ii) *A isomeria geométrica mediada por tecnologias*. Existe o reconhecimento das vantagens e possibilidades de uso das tecnologias digitais no ensino de Química, em específico do conteúdo de isomeria geométrica por parte dos sujeitos da pesquisa. No entanto, as jornadas laborais diárias dos profissionais da educação é o principal empecilho para o não uso do laboratório de Informática e as possibilidades dos aparatos tecnológicos que a escola dispõe.



Palavras-chave: Ensino de Química; Ensino Secundário; Tecnologias Digitais.

Abstract

The objective was to investigate the role of basic education teachers across the use of digital technologies in teaching chemistry, in order to identify the influence of technological devices in teaching and learning processes on the thematic geometric isomerism. We conducted a case study with three teachers of Chemistry of a public school in the city of Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil. Interviews were conducted and the analysis was based on textual analysis Discourse. The results indicate an insufficient penetrability of digital technologies in general chemistry teaching and in particular in the thematic geometric isomerism. The narratives of the subjects emerged two categories: i) classroom practices and the lack of change; and ii) the geometric isomerism mediated technologies. There is recognition of the advantages and possibilities of use of digital technologies in teaching chemistry in specific content geometric isomerism by the research subjects. However, the daily working hours of education professionals is the main obstacle for not using the Computing Laboratory and the possibilities of technological devices that the school offers.

Keywords: Chemistry Teaching; High School; Digital Technologies.

Considerações Iniciais

A penetrabilidade da tecnologia digital na sociedade contemporânea alterou os modos de ser e estar no mundo (Almeida & Valente, 2011). Alterou as noções de tempo e espaço, construindo um perfil de sociedade reconfigurado pelas relações comunicacionais decorrentes da transição da tecnologia analógica para a tecnologia digital (Lévy, 1999; Bianchetti, 2001).

Torna-se fundamental que todos os setores sociais estejam conectados aos avanços das tecnologias digitais. Tendo em vista que a escola é uma instituição comprometida com a educação formal, reside a ela a responsabilidade de promover ambientes de ensino fomentadores da interação entre os participantes dos processos de ensino e de aprendizagem. Assim, acolher os instrumentos oriundos da cultura, como as ferramentas tecnológicas digitais, em vista de incrementar suas práticas



educativas além de favorecer o aprendizado dos sujeitos pode tornar a escola coetânea com as demandas sociais.

As tecnologias proporcionam e multiplicam as formas de interação, comunicação e propagação da informação, ocupando um espaço de destaque na sociedade (Bianchetti, 2001). Há aproximadamente duas décadas já se previa as profundas transformações decorrentes dos avanços “na tecnologia de armazenamento e transmissão de informações. Esta nova realidade tem reflexos que mudam a sociedade, os indivíduos, as instituições e sua interação” (Goergen, 1998, 6).

Diante da natureza abstrata da Química e no intuito de promover a aprendizagem dos conceitos químicos, faz-se necessário trabalhar com modelos mentais, concretos ou virtuais para representar determinados fenômenos químicos que constantemente são inacessíveis à percepção humana (Ferreira, Arroio & Rezende, 2011). Isso ocorre principalmente quando os fenômenos são tratados em nível microscópico e dependendo do conceito químico estudado essa abstração aumenta.

Os processos das Ciências Naturais, como é o caso da Química, são caracterizados por conceitualizações complexas e impossíveis de visualização a olho nu. Perante as dificuldades de compreender esses processos, por muitas vezes os estudantes acabam por se desmotivar, desinteressar e desistir de aprender. Assim, torna-se importante que o professor crie situações de aprendizagem, tanto na sala de aula como fora dela, e que conduzam as aulas de maneira aliciante, motivadora e prazerosa (Dias & Chagas, 2015).

Neste texto, o foco está em um tema específico da área da Química: isomeria geométrica. Nesse assunto a dificuldade devido ao caráter de abstração se agiganta justamente porque é ensinado e compreendido basicamente no nível microscópico (Raupp, 2010). Em vista disso, as tecnologias digitais, mais especificamente os programas computacionais podem ser ferramentas essenciais para modelização e representação dos fenômenos químicos, prestando-se, assim, à predisposição de novas condições que permitam aos estudantes compreenderem em profundidade tais fenômenos.

Acredita-se que acolher as ferramentas digitais na escola junto ao ensino de conceitos de Química, como, por exemplo, de isomeria geométrica pode ser um meio de superar recorrentes dificuldades tanto do ensino, quanto da aprendizagem em Química. Ademais, o contexto escolar dispõe de laboratórios de Informática que



possibilitam, em primeiro momento, o uso didático das tecnologias digitais na escola.

O essencial para a escola, além do acolhimento das tecnologias digitais, seria a criação e a multiplicação de espaços de aprendizagem, a fim de atender a heterogeneidade e peculiares dos estudantes frente às tecnologias de massa (Moraes, 2002). A expansão de práticas pedagógicas alicerçadas nas ferramentas digitais torna-se o grande desafio deste século para a escola, visto que “a evolução acelerada da ciência e tecnologia vem exigindo não apenas novos espaços de conhecimento, mas também novas metodologias, novas práticas fundamentadas em novos paradigmas da ciência” (Moraes, 2002: 4).

A escola está alicerçada em paradigmas estruturais do passado (Wells, 2001; Gardner, 2009). Porém, há a presença das tecnologias digitais nas escolas públicas, mesmo sem a devida preocupação didático-pedagógica adequada (Amaral Rosa, Eichler & Catelli, 2015).

Entretanto, em uma sociedade em que as demandas formativas alteram-se rapidamente, é vital que os cidadãos contêm com procedimentos e capacidades de aprendizagem que lhes permitam adaptação em proporcionalidade às exigências da sociedade contemporânea (Pozo & Crespo, 2009). De acordo com Lévy (1999, p. 34), “a questão central não está na mudança do ensino tradicional para os mediatizados por tecnologias, mas na transição de uma educação e uma formação estritamente institucionalizada para uma situação de troca de saberes”.

Diante do contexto apresentado, vale lembrar a concepção de “aprender da tecnologia”, introduzida por Salomon (citado por Pozo & Crespo, 2009: 104). Salomon identifica cinco aspectos dos efeitos das tecnologias sobre a mente, a saber: i) criação de metáforas; ii) criação de [novas] categorias cognitivas; iii) potencialização da atividade intelectual [em geral]; iv) ampliação de funções e/ou habilidades psicológicas; e v) internalização de modos e ferramentas simbólicas. Com isso, o autor afirma não haver dúvidas de que a incorporação das tecnologias altera e (re)estrutura as formas de pensar, de aprender e decidir dos estudantes, devendo, da mesma maneira, modificar as possibilidades do ensinar, a fim de direcionar uma formação que contemple as exigências de sustentabilidade harmônica para a sociedade.

Com as tecnologias digitais impregnadas na sociedade é natural supor que os atores da esfera escolar estejam envolvidos com múltiplas informações advindas do contexto tecnológico e que estejam empregando tais tecnologias na resolução de problemas e/ou na compreensão de assuntos específicos. Assim sendo, elenca-se



para este artigo a seguinte questão norteadora: *quais são as representações dos professores de química a respeito das tecnologias digitais no que tange o conteúdo específico de isomeria geométrica?* Logo, o objetivo do artigo foi investigar as representações de professores da educação básica frente ao uso das tecnologias digitais no ensino de Química, com a finalidade de identificar influência dos aparatos tecnológicos nos processos de ensino e aprendizagem diante da temática isomeria geométrica.

Em vista do exposto, no primeiro bloco é abordado o modo como às tecnologias digitais se propagaram pela sociedade, definindo-as a luz da literatura especializada e apontando as novas (ou não) demandas educacionais decorrentes da inserção e aceitação das tecnologias digitais em quase todos os meios sociais. No segundo bloco, o trato é referente aos procedimentos metodológicos adotados na pesquisa. Direciona-se então, ao ensino de isomeria geométrica e as possibilidades de representação da abstração química desse conceito mediante um aplicativo computacional. No terceiro bloco, apresentam-se as categorias de análise que emergiram das narrativas dos sujeitos abordados. E por fim, expõem-se as considerações finais com vistas ao exposto.

A Importância e os Obstáculos do Ensino de Química Mediados por Tecnologias

Aprender Química é fundamental para melhorar a interpretação do mundo que nos rodeia e dos fenômenos corriqueiros do dia a dia (Retondo & Faria, 2008). A Química teve e tem significativa contribuição no avanço tecnológico da sociedade e aprender essa ciência é de relativa importância para os sujeitos compreenderem as inter-relações da Química no contexto social (Santos & Schnetzler, 2000). Ainda de acordo com os mesmos autores:

“Com o avanço tecnológico da sociedade, há tempos existe uma dependência muito grande com a relação química. Essa dependência vai, desde a utilização diária de produtos químicos, até às inúmeras influências e impactos no desenvolvimento dos países, nos problemas gerais referentes à qualidade de vida das pessoas, nos efeitos ambientais das aplicações tecnológicas e nas decisões solicitadas aos indivíduos quanto ao emprego de tais tecnologias” (p. 47).

Conforme as Diretrizes Curriculares Nacionais, a Química é um componente



curricular obrigatório dentro da área de Ciências da Natureza (Brasil, 2013), centrando-se no estudo da matéria, nas transformações químicas por ela sofridas e nas variações de energia que acompanham tais transformações (Pozo & Crespo, 2009).

A Química é então a ciência que estuda o mundo no seu sentido material, como tudo se constitui e se transforma e as principais consequências dessas transformações. Diante disso, justifica-se a relevância de aprender Química: interpretar e entender muitos dos elementos que compõe a imagem do mundo em que vivemos e posicionar-se criticamente em “relação aos efeitos ambientais da utilização da Química e quanto às decisões referentes aos investimentos nessa área, a fim de buscar soluções para os problemas sociais que podem ser resolvidos com a ajuda do seu desenvolvimento” (Santos & Schnetzler, 2000: 47-8).

Aprofundar conhecimentos na área de Química é uma preciosa oportunidade para desenvolver um sujeito capaz de interpretar as vicissitudes sociais. Essa aprendizagem esbarra em obstáculos inerentes a compreensão dessa ciência. É o que apontam Pozo e Crespo (2009), ao se referirem à natureza abstrata da Química.

A dificuldade na aprendizagem em Química pode ocorrer devido à necessidade dos estudantes compreenderem e analisarem as propriedades e transformações da matéria. Contudo, para conseguir isso, os estudantes se defrontam com um elevado número de leis e conceitos, inéditos, abstratos e sequenciais, sendo preciso estabelecer conexões e/ou aproximações com uma linguagem simbólica formalizada, eventualmente junto com modelos analógicos que ajudam a representar aquilo que não é observável (Pozo & Crespo, 2009).

Desse modo, ainda segundo os autores acima, justifica-se a afirmação de que um dos maiores obstáculos que o ensino de Química enfrenta é a presença frequente de abstrações, e mesmo de abstrações sobre abstrações. Então, a aprendizagem implica, por um lado, compreender as formas abstratas da Química, de natureza particulada e não observável e, por outro lado, impõe-se a necessidade de rápida transferência de determinadas representações para outras formas e modelos (Pozo & Crespo, 2009). No entanto, ao que tudo indica, a dificuldade aumenta quando a Química é abordada simultaneamente em nível microscópico e em nível simbólico, pois essas representações estão fora do universo conceitual do estudante.

Souza e Cardoso (2008) apontam que a dificuldade no ensino e na aprendizagem em Química ocorre devido à falta de compreensão e domínio do



universo macroscópico, simbólico e microscópico; é essencial, segundo eles, a livre transição entre esses três níveis para a construção do conhecimento químico.

Em vista disso, faz-se necessário adentrar sucintamente em algumas particularidades da Química. Especialmente nos modos de representação dessa ciência. Foi Johnstone (1982) que apresentou formas de representação do conhecimento químico, apontando para modos: i) o nível macroscópico; ii) o nível microscópico; iii) o nível simbólico. O macroscópico diz respeito aos processos e fenômenos visíveis e observáveis numa dimensão visível. O nível simbólico é representado basicamente por fórmulas, equações químicas e estruturas, dentre outras. E, o nível microscópico, envolve os movimentos e arranjo de moléculas, átomos ou partículas, os quais na sua maioria são imperceptíveis a olho nu. Verificamos ainda que existe um consenso na literatura da área quanto essas formas de representação (Gabel, 1993; Wu; Krajcik & Soloway, 2001; Giordan & Góis, 2005).

Esses mesmos autores referenciados acima apontam que as dificuldades mais corriqueiras na construção do conhecimento químico ocorrem em nível microscópico, em virtude de tal representação ser essencialmente abstrata. Em síntese, a compreensão da Química esbarra, geralmente, no domínio do nível microscópico e esse é um dos principais obstáculos na construção desse conhecimento justamente por ser imperceptível à visão humana.

A organização curricular para o ensino de Química é orientada por documentos legais do Ministério da Educação e o conceito de isomeria geométrica está distribuído nos anos finais do Ensino Médio (Brasil, 2000). Optou-se em empregar a terminologia *isomeria geométrica* em detrimento da terminologia *geometria espacial* por ser um estudo com base nas nomenclaturas usadas no ensino secundário. A inerente natureza particulada e espacial desse conceito por diversas vezes impede ou dificulta a aprendizagem devido à disposição espacial e geométrica dos isômeros, que são compostos que apresentam propriedades diferentes, porém possuem a mesma fórmula molecular.

Solomons e Fryhle (2011) afirmam que é corriqueiro na subárea da Química Orgânica haver substâncias com propriedades diferentes e a mesma fórmula molecular. Inserido nessa peculiaridade que se encontra a isomeria geométrica: as propriedades das substâncias químicas não dependem única e exclusivamente da composição (fórmula molecular) da estrutura; é necessário perceber a conectividade e o arranjo espacial dos átomos que as compõem, uma vez que os isômeros



geométricos podem apresentar a mesma composição química, mas seus átomos estarem conectados de forma (em posições) diferente.

Assim, a condição que se impõem para compreender a isomeria geométrica consiste em perceber a diferença entre dois ou mais isômeros, tendo em vista a conectividade dos átomos que os compõem. Para aclarar esse conceito, vamos representar a fórmula molecular $C_2H_2Cl_2$. A imagem 1 é uma representação desses isômeros em forma bidimensional.

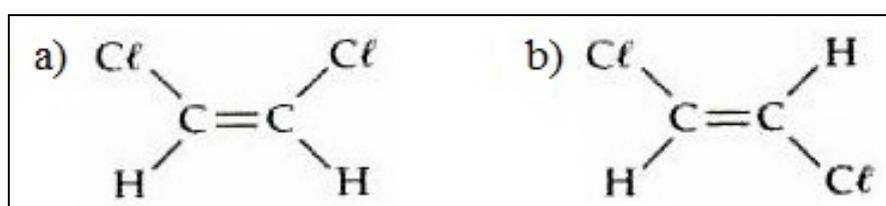


Imagem 1 – Representação dos isômeros geométricos: a) *cis*-1,2-dicloro-eteno; b) *trans*-1,2-dicloro-eteno.

Fonte: Peruzzo e Canto (2006).

Vale ressaltar que o livro didático empregado para ilustração se justifica por ser a referência didática para o ensino de Química na escola em que ocorreu o estudo. Outra ressalva é que não se sugere substituir o livro didático pela tecnologia digital. O intuito é tão somente explorar as mais diversas ferramentas disponíveis na escola para que os processos de ensino e de aprendizagem em Química possam ser potencializados.

Dessa forma, ao analisar a imagem 1 é possível verificar que a mesma fórmula molecular pode formar substâncias diferentes, tendo em vista a conectividade dos átomos. A visualização deste e de outros isômeros geométricos pode ser favorecida com o emprego de recursos computacionais específicos para o ensino e aprendizagem desse conceito. As mesmas substâncias estão representadas em programa computacional numa representação em três dimensões conforme a imagem 2.

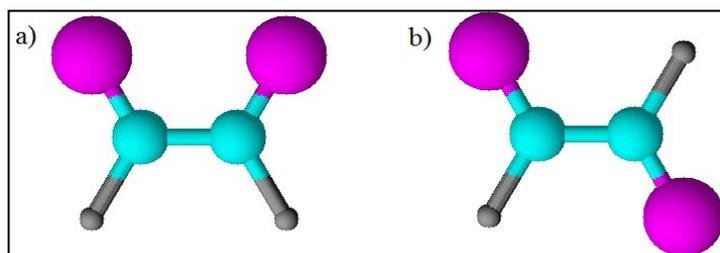


Imagem 2 – Representação dos isômeros geométricos: a) *cis*-1,2-dicloro-eteno; b) *trans*-1,2-dicloro-eteno.

Fonte: Programa computacional *ChemSketch* (2013).

O software utilizado é um programa de livre acesso que propicia a construção de modelos moleculares bidimensionais e tridimensionais chamado *ChemSketch*. A justificativa para o uso deste recurso computacional decorre da disponibilidade na rede mundial de computadores para *download* de forma gratuita, sendo um dos programas mais empregados no ensino de Química¹, além de ser de simples manipulação e nomeação das moléculas criadas conforme a IUPAC².

Antes de prosseguir, cabe justificar a escolha do conceito químico isomeria geométrica. A isomeria geométrica é a área da Química que concentra elevada abstração e estuda principalmente aspectos tridimensionais das moléculas. Assim, acredita-se que as metodologias convencionais que empregam representações bidimensionais e projeções no trato do conceito, podem ser favorecidas com o uso adequado e exploração das renovadas possibilidades de representação.

Raupp (2010) acentua que desde a descoberta da isomeria química no século 19, difundiu-se a necessidade de se ter uma representação espacial que ilustrasse a realidade molecular. Isso ocasionou a evolução das representações de simples (bidimensionais) projeções no papel até os atuais modelos tridimensionais

¹ Santos, Wartha e Filho (2010) elencaram os principais programas educacionais empregados no ensino de Química. Maiores informações sobre esses aplicativos podem ser encontradas no endereço eletrônico a seguir. Disponível em: <<http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0981-1.pdf>>. Acesso em 02 fev. 2016.

² A IUPAC é uma organização mundial não governamental destinada aos avanços da Química. A organização recebe o nome em língua inglesa: *International Union of Pure and Applied Chemistry*. Em língua portuguesa representa: União Internacional de Química Pura e Aplicada (tradução nossa). Maiores informações podem ser encontradas no endereço eletrônico da IUPAC. Disponível em: <<http://www.iupac.org/>>. Acesso em 02 fev. 2016.



computacionais. Foi então que os químicos passaram a desenvolver projeções para mostrar a estrutura em três dimensões dos isômeros.

Nesse sentido, a partir daqui, apresenta-se isômeros geométricos apenas em formato em três dimensões, a fim de ilustrar as representações propiciadas pelo referido software. A imagem 3 é a representação dos isômeros de fórmula molecular: C_4H_7Cl .

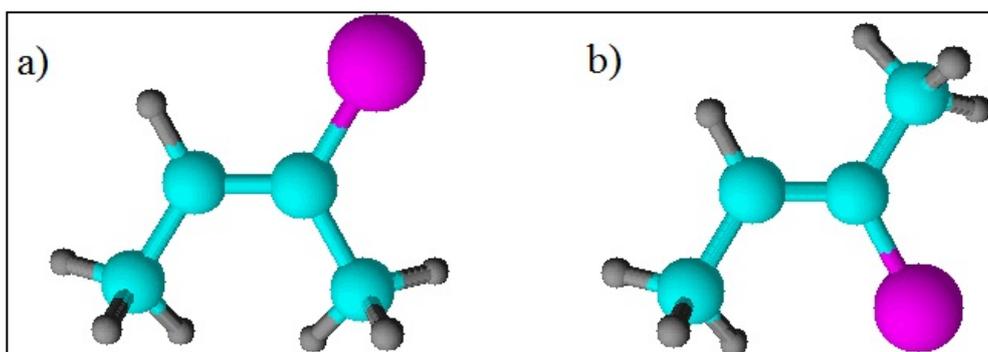


Imagem 3 – Representação tridimensional dos isômeros geométricos: a) cis-3-cloro-2-buteno; b) trans-3-cloro-2-buteno.

Fonte: Programa computacional *ChemSketch* (2013).

Apenas mediante a fórmula molecular (nível simbólico) desse isômero, não é possível prever os compostos ascendentes dessa representação simbólica. Entretanto, ao visualizar a representação em três dimensões dessa fórmula molecular, é possível identificar a diferença entre os isômeros geométricos. Raupp (2010), investigou o impacto do uso de modelos tridimensionais computacionais no processo de aprendizagem do conceito de isomeria geométrica com estudantes de nível secundário e superior empregando o programa *ChemSketch*.

Os resultados da pesquisa demonstram que o uso do software auxilia os estudantes a desenvolver capacidades de representações tridimensionais das moléculas, amalhando evidências favoráveis quanto à exploração de modelos tridimensionais no processo de aprendizagem em Química. No entanto, é claro que a representação bidimensional também representa de forma adequada esses isômeros, mas a visualização ofertada pelo software favorece o entendimento diante da precisão dos ângulos de ligação, a disposição, os tamanhos e as cores dos átomos constituintes dos isômeros.

A visualização tridimensional das estruturas favorece sobremaneira o ensino desse conceito, visto que a transição entre o nível simbólico para a microscópico é propiciada. Essa transição de níveis de representação atende a superação de dois obstáculos apontados por Pozo e Crespo (2009): i) a necessidade de transposição das representações; e ii) a abordagem do nível microscópico e simbólico.

Ademais as vantagens de uso são diversas para o ensino de isomeria geométrica. A distinção dos átomos que compõem os isômeros, com diferentes cores e tamanhos conforme as características do átomo envolvido na ligação. A diferenciação no tamanho dos átomos é realizada de forma automática pelo software, distinguindo o tamanho de cada átomo. As cores são inicialmente atribuídas pelo programa, podendo ser alteradas pelo usuário. A seguir, os isômeros de fórmula molecular C_4H_8 são representados (Imagem 4).

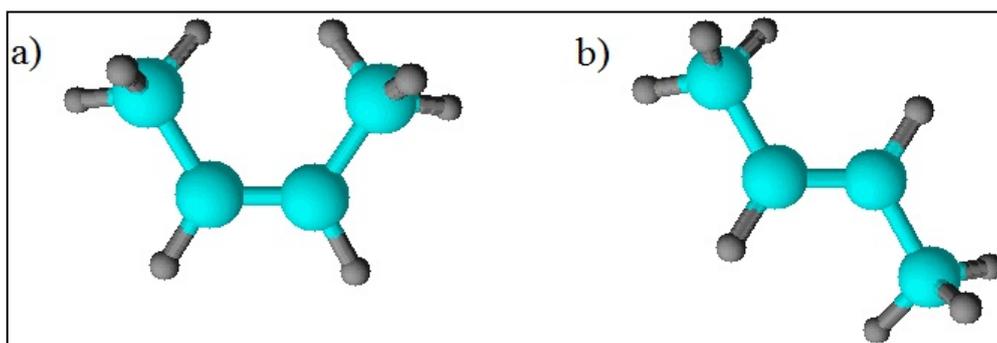


Imagem 4 – Representação tridimensional dos isômeros geométricos: a) *cis*-but-2-eno; b) *trans*-but-2-eno.

Fonte: Programa computacional *ChemSketch* (2013).

Um fator que deve ser considerado no estudo da isomeria geométrica é o arranjo espacial dos átomos que compõem os isômeros. No entanto, a geometria dos carbonos só pode ser percebida pela representação espacial da molécula que representa o ângulo da ligação de cada átomo constituinte dos isômeros geométricos.

No programa computacional *ChemSketch*, os compostos são representados considerando a geometria molecular e esse fator que faz com que os átomos de hidrogênio (cor cinza e menores) se afastem ao máximo dos átomos de carbono (cor azul e maiores). Carvalho (2009), ao empregar como ferramenta para explorar



conceitos nas representações simbólicas no ensino de geometria molecular com estudantes do ensino secundário atestou evolução nas representações simbólicas e na organização atômica.

Após o uso do programa os estudantes faziam corretamente a distribuição geométrica dos átomos na molécula, levando em consideração o átomo central e a repulsão dos pares eletrônicos (Carvalho, 2009). Outro fator que merece ser destacado é a rotação da molécula propiciada pelo programa em questão. Essa possibilidade auxilia na visualização de cada ligante da molécula o que favorece o entendimento da estrutura no espaço.

Abordou-se aqui, de modo sucinto, algumas peculiaridades do conceito de isomeria geométrica. Em nenhum momento a intenção foi ensinar em profundidade o conceito. Sendo assim, frisa-se que o objetivo foi demonstrar as vantagens que um aplicativo computacional pode proporcionar para a representação da química abstrata (nível microscópico) tão presente no conceito de isomeria geométrica, bem como a transição entre os níveis de representação. No próximo bloco, aborda-se o contexto do estudo de caso realizado com professores de Química de uma escola da rede pública do estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

Percurso Metodológico

A estratégia metodológica teve o cerne no estudo de caso (Yin, 2015; Gray, 2012). De acordo com Gray (2012, 200) “a abordagem é particularmente útil quando o pesquisador estiver tentando revelar uma relação entre um fenômeno e o contexto no qual ele ocorre”. A abrangência e envergadura do estudo de caso consistem na descrição detalhada do problema investigado com exploração a fundo do contexto investigado (Lüdke & André, 1986).

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede pública do estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Caxias do Sul, Brasil. A cidade é localizada na serra gaúcha, tem cerca de quinhentos mil habitantes de colonização italiana. É uma zona com forte caráter industrial, sendo o centro metalomecânico da região sul do Brasil.

A imersão na escola ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2012. A escola foi escolhida devido à importância na comunidade, abrangência local com relação ao número de sujeitos atendidos e por oferecer o ensino primário e secundário, contemplando assim a disciplina de Química na grade de estudos. Já a



decisão por uma instituição pública ancorou-se devido às instituições educacionais desse tipo ser as representantes do Estado, que forçam os indivíduos a viverem condicionados às regras sociais historicamente produzidas com menor grau de particularidades (Elias, 1994).

“Os estudos de caso clássicos geralmente focam uma única pessoa como caso” (Yin, 2015, 33), mas é possível a inclusão de “vários indivíduos em um estudo de casos múltiplos” (ibid.). Seria exemplo de caso nessas situações: o estudo da história de vida de moradores de rua ou estudos sobre alguma doença em pacientes. Aqui será o estudo sobre algumas representações de professores de Química frente à adoção de mediadores no ensino de um conteúdo específico da área.

Foram realizadas entrevistas semiestruturadas (Gray, 2012) com três professores de Química. O foco, no momento, concentrou-se nos professores, uma vez que “suas experiências idiossincráticas se tornam o pano de fundo de seus pensamentos e ações” (Gebara & Marin, 2005, 29).

Todos os sujeitos são do gênero feminino e possuem mais 40 anos de idade. Duas delas são licenciadas em Química e uma em Ciências Biológicas. As com formação em Química atuam em sala de aula há mais de trinta anos. Já a professora com formação em Ciências Biológicas atua frente a estudantes cerca de metade desse tempo. Para preservar a identidade os sujeitos foram denominados de *Alfa*, *Beta* e *Gama*.

Apesar da nomeação dos sujeitos fazer referência aos raios radioativos, não apresentam relação nenhuma com as propriedades referentes aos raios. Apenas faz-se uma relação metafórica quanto à possibilidade dessas professoras serem as “fontes de emissão radioativa” diante do ensino mediado por tecnologias, extrapolando assim, as práticas didático-pedagógicas convencionais e desconexas dos avanços tecnológicos atuais.

Para a análise das entrevistas foi utilizada a *Análise Textual Discursiva* (Moraes & Galiazzi, 2011). Essa é definida como uma metodologia que culmina na produção de metatextos analíticos que expressem a descrição e a interpretação do fenômeno que se investigou.

Optou-se por não determinar categorias a priori. As categorias foram construídas a partir da análise dos textos dos sujeitos da pesquisa (Moraes & Galiazzi, 2011). As categorias definitivas emergiram do próprio contexto do campo de investigação.



As etapas que antecedem a construção de metatextos são a fragmentação e a categorização. A fragmentação consiste na desintegração do *corpus*; os textos são desconstruídos e ocorre a unitarização. A categorização é um processo complementar à unitarização. O primeiro é um movimento de desconstrução, que corresponde a uma análise propriamente dita. Já o segundo é um movimento de (re)construção que visa expressar novas compreensões alcançadas (Moraes & Galiazzi, 2011).

Na seção a seguir, o ponto central são as narrativas dos sujeitos frente à inserção das tecnologias no ensino de Química e, de modo particularizado, no tópico de isomeria geométrica. Frisa-se que a intenção não é a realização de julgamentos dentro da simplicidade do “certo ou errado” diante das ações didáticas e/ou pedagógicas praticadas (ou não) pelos sujeitos.

Representações dos Professores Frente ao Ensino de Química Mediado por Tecnologias Digitais

Emergiram unidades de significado que, agrupadas por semelhança, originaram duas categorias: i) a primeira – *Práticas de sala de aula e a falta de mudanças* – trata das representações dos sujeitos sobre as inserções de práticas mediadas por tecnologias em sala de aula e frente às mudanças estruturais e curriculares sofridas na escola nos últimos anos; e a ii) a segunda – *A isomeria geométrica mediada por tecnologias* – aborda em específicos programas computacionais no ensino de isomeria geométrica.

Nas subseções a seguir, são apresentadas as construções das categorias. Estão organizadas de forma independente, porém estiveram interligadas ao longo dos discursos das três professoras de Química. As narrativas não seguem necessariamente a cronologia temporal em que ocorreram. Cabe salientar que não é objetivo incitar generalizações sobre as situações levantadas na disciplina de Química frente à [não] presença tecnológica nas escolas.

Práticas de sala de aula e a falta de mudanças

Esta categoria aborda a realidade de uma escola pública da cidade de Caxias do Sul, estado do Rio Grande do Sul referente aos recursos tecnológicos digitais, polarizando com a literatura da área que aponta para uma resposta afirmativa da escola quanto à inserção das tecnologias digitais no contexto educacional. Pretende-



se assim, identificar três aspectos: i) a real presença dos artefatos tecnológicos; ii) as inserções práticas em sala de aula; e iii) mudanças estruturais ou curriculares ocorridas [ou não] no contexto educacional nos últimos anos.

Diante das narrativas das três professoras de Química, constatou-se que nas últimas três décadas, período em que duas iniciaram suas atividades docentes, a escola e o ensino de Química não passaram por nenhuma mudança substancial. As mudanças [que não ocorrerão] poderiam ser identificadas, por exemplo, por meio da organização curricular da escola ou da inserção de metodologias de ensino alternativas ao convencional praticado, as quais propiciassem o ensino de conteúdos normalmente não abordados dentro da sala de aula.

Conforme uma das professoras houve “tentativas de mudanças na escola, mas nada que resultasse em algo concreto” (*Gama*). Um exemplo dessas tentativas “foi o projeto das Lições do Rio Grande, que apresentava ideias inovadoras, mas, infelizmente, foi sepultado e com ele suas propostas” (*Gama*). A iniciativa do governo do estado do Rio Grande do Sul fez com que as escolas públicas recebessem livros didáticos, cabendo aos professores construir projetos contidos nos livros didáticos recebidos e enviá-los para a Coordenadoria Regional de Educação. Contudo, de acordo com a professora *Gama* “nunca houve retorno do que foi executado na escola”.

Na narrativa acima é notório a falta de organização dos responsáveis do poder estadual na gestão de projetos voltados às escolas. Isso, em geral, gera nos professores o sentimento de descrédito com as ações que tentam algo fora da rotina laboral. A escola brasileira é recheada de insucessos, que são no geral decorrentes das políticas públicas mal executadas (Cysneiros, 1999).

Em relação às possíveis mudanças na escola e/ou no ensino de Química, a professora *Alfa* assinala que o conteúdo, a abordagem e a sequência da Química são os mesmos há vários anos. Entretanto, aponta que os livros didáticos [dos últimos dez anos] vêm tentando mudar a sistematização, inserindo a contextualização e a interdisciplinaridade. *Alfa* ressalta essa tentativa enquanto uma proposta pontual de mudança, mas sem movimento no sentido de introduzir e/ou excluir conteúdo(s) na grade curricular da disciplina de Química.

As três professoras de Química entrevistadas concordam que a única inserção das tecnologias digitais na escola ocorreu com a implantação do laboratório de Informática. O espaço informatizado da escola é composto por trinta máquinas com acesso à rede mundial de computadores e conta com dois professores-coordenadores



com a função de auxiliar os demais professores da escola a desenvolver atividades pedagógicas e projetos interdisciplinares, aproximando as salas de aulas com o laboratório de Informática.

No entanto, as professoras destacam que o laboratório de Informática é um ambiente que não é explorado de forma adequada na escola. Em média, as professoras levam os estudantes para o laboratório de Informática cerca de duas vezes ao ano com a finalidade de realizar pesquisas na rede mundial de computadores.

Moran (1997) assevera que utilizar os recursos digitais disponíveis na educação apoia o ensino na medida em que dilui as barreiras de tempo e espaço e enriquece as possibilidades do emprego de imagens e textos. Além disso, motiva os estudantes porque “eles gostam de navegar, de descobrir endereços novos, de divulgar suas descobertas, de comunicar-se com outros colegas” (Moran, 1997, 146).

Embora as professoras empreguem de modo esporádico as tecnologias disponíveis na escola, em nenhum momento declararam que estariam inovando suas práticas pedagógicas devido ao uso de tais recursos. A justificativa por fazerem uso pontual da estrutura digital é decorrente da carga horária insuficiente [apenas três horas semanais] para da disciplina de Química.

A professora *Alfa* destaca que “o principal agravante [para o não uso das tecnologias] é a falta de tempo, que não permite a gente explorar essas ferramentas”. A falta de tempo para aprender dos professores da rede estadual do Rio Grande do Sul é corriqueira [e imutável]. Em pesquisa semelhante com 50% dos professores de Química da mesma localidade, Amaral Rosa e Catelli (2015) verificaram que as jornadas laborais em sala de aula desses professores, no ano de 2011, era superior a 31 horas semanais e que a maioria executava jornada laboral em mais de uma escola, impossibilitando assim, espaços e tempos de aprendizagem prazerosos e adequados ao professor.

Questionou-se as três professoras no seguinte: *já utilizaram algum programa computacional para ensinar os conteúdos programáticos da disciplina de Química?* Duas professoras afirmaram, de modo categórico, nunca haver utilizado programas de computador de qualquer natureza em suas ações didático-pedagógicas junto dos estudantes. Apenas a professora *Gama* já utilizou o programa *Cmap Tools* para construir mapas conceituais referentes a tópicos da aula. Sublinha-se que a principal função do programa é a construção de mapas conceituais de qualquer natureza, não



sendo assim voltado a conceitos da disciplina de Química.

Para a professora *Alfa* “os recursos digitais poderiam redirecionar o ensino de Química, caso existissem programas que possibilitassem a rotação das moléculas”. A narrativa revela desconhecimento total sobre os programas computacionais que permitem os movimentos mencionados, além da possibilidade de representar moléculas em duas ou três dimensões. Com isso, percebe-se o afastamento da professora *Alfa* das evoluções tecnológicas destinadas à área da Química, uma vez que programas com tais funcionalidades não são novidades no mercado.

Já na narrativa da professora *Beta*, “existem inúmeras ferramentas que permitem visualizar as moléculas se formando, suas quebras, suas formas dimensionais e geométricas”. Apesar de não utilizar programa computacional para o ensino de Química, reconhece a variedade dos recursos computacionais existentes e destaca as diversas possibilidades que a rede mundial de computadores oferece.

Entretanto, apenas reconhecer a existência das ferramentas em nada melhora a situação das tecnologias digitais no trato dos conceitos de nível secundário da área da Química. Uma vez que é identificado a não empregabilidade é possível questionar as habilidades didáticas da professora frente ao uso de tais recursos, pois se mal empregadas, as tecnologias somente ajudam a repetir os mesmos erros (Dowbor, 2001).

No entender da professora *Gama*, “as tecnologias digitais poderiam redirecionar o ensino de Química diante da possibilidade que os estudantes têm de interagir com esses recursos digitais”. Ressalta a importância do ensino em geral, apropriarem-se de todos os mecanismos disponíveis para facilitar e melhorar o ensino. Na perspectiva dessa professora, a comunhão entre essas duas possibilidades deve ser estabelecida.

Depreende-se dessa análise que em nenhum momento, nas narrativas das professoras em questão, cogitou-se a possibilidade de substituir partes do ensino convencional por estratégias exploratórias, com o uso das tecnologias digitais. Por exemplo, a construção de modelos moleculares bi e tridimensionais das moléculas, que inclui a modelização e representação da Química de forte caráter abstrato. Eichler & Del Pino (2000) afirmam que os programas computacionais auxiliam tanto o estudante quanto o professor na visualização e disposição espacial e geométrica de uma molécula. Ademais, as simulações computacionais possibilitam um ambiente interativo no qual é possível manipular modelos e obter resultados em tempo real. As narrativas vêm ao encontro do que Dowbor (2001) preconiza sobre as tecnologias



digitais na educação: “não é apenas a técnica de ensino que muda, incorporando uma tecnologia. É a própria concepção do ensino que tem que repensar seus caminhos” (p.11).

A isomeria geométrica mediada por tecnologias

Esta categoria tem por objetivo abordar os programas computacionais no que tange ao ensino específico de isomeria geométrica. Mesmo os sujeitos da pesquisa tendo afirmado que não costumam utilizar os recursos tecnológicos digitais para ensinar Química, faz-se necessário análise e discussão sobre as representações a esse respeito.

A organização curricular do ensino de Química prevê que o conceito de isomeria geométrica é um dos últimos conceitos recomendados para o ensino de nível secundário. Possivelmente por ser um conceito de difícil compreensão (Raupp, 2010) e estar atrelado a outros conhecimentos químicos ao longo da cadeia escolar, como por exemplo, ligações moleculares.

Outro aspecto nas narrativas com as três professoras foi a diminuição da carga horária para o ensino de Química nos três anos do ensino secundário. O fato ocasionou dificuldades extras para o cumprimento da grade curricular prevista. “A falta de tempo é o principal agravante e nem permite a gente explorar essas ferramentas e chegar até o ensino de isomeria” (*Alfa*).

A professora *Gama* destaca que o conceito de isomeria geométrica é inexplorado na escola porque “não existe tempo hábil para trabalhar, não que não seja importante”. *Alfa* relata que desde o seu ingresso na escola, o ensino de Química sofreu uma redução na carga horária semanal devido à inserção de outras disciplinas no currículo. Sugere que essa redução na carga horária provocou um efeito cumulativo negativo no ensino dos conceitos químicos:

“O conteúdo programático do primeiro ano é finalizado na metade do segundo ano. Por consequência, o conteúdo do segundo ano é finalizado na metade do terceiro ano e, assim, o conteúdo programático do terceiro ano é pouco trabalhado. Em outras palavras, no conteúdo programático do terceiro ano, são dadas apenas ‘pinceladas’, o que fornece ao estudante apenas uma noção superficial da Química Orgânica”.



Ainda assim, perguntou-se para as professoras de Química: i) *nos últimos anos houve emprego de alguma estratégia diferenciada para ensinar isomeria geométrica?*; e ii) *foi percebida alguma reformulação no currículo de Química?*

A professora *Beta* categoricamente afirmou não ter havido nenhuma mudança na reformulação do currículo. A professora *Gama* relata que faz cerca de cinco anos que não trabalha com o tópico de isomeria geométrica. Quando trabalhava com o ensino desse conceito costumava empregar um “kit de construção de moléculas”. Esse é um material didático que a professora emprega há mais de trinta anos e a própria entende “não se tratar de nenhuma novidade educacional” (*Gama*).

A professora *Alfa* corrobora a narrativa de suas colegas frente à falta de tempo para o trato do tópico em questão. A mesma afirma que não há um compasso entre as turmas do último ano do ensino secundário diante do tópico de isomeria geométrica, pois “tem turmas de último ano que estão abordando o conceito de isomeria geométrica, porém em outras turmas o tema não é abordado”. Mesmo quando se chega a essa temática é estudada apenas em nível de definição e identificação, sem grandes aprofundamentos. Para o ensino de isomeria geométrica, a professora *Alfa* também emprega o material didático utilizado pela professora *Gama* [kit de construção de moléculas] e explica que nunca fez uso das tecnologias digitais com os estudantes, nem mesmo para pesquisas de buscas básicas no Google.

Com respeito à situação de percepção referente aos estudos particularizados dos estudantes se questionou aos sujeitos: *como os estudantes costumam estudar isomeria geométrica?*

As professoras *Alfa* e *Beta* relataram que os estudantes costumam utilizar o livro didático e anotações pessoais. A professora *Alfa* diz que incentiva os estudantes a pesquisar na rede mundial de computadores, mas percebe que a minoria dos estudantes tem uma atitude ativa na busca de informações adicionais e complementares às fornecidas pelo professor em sala de aula.

Acredita-se que a realidade apresentada poderia ser diferente caso as professoras fizessem uso das tecnologias digitais junto aos estudantes, mesmo que de forma incipiente. Programas computacionais, como o *ChemSketch*, podem vir a ser uma potente ferramenta no ensino de isomeria geométrica quando usados de modo adequado (Raupp, 2010). Os estudantes poderiam aprofundar os conhecimentos sobre isomeria geométrica e até mesmo sobre outros conceitos empregando a ferramenta em tarefas realizadas à distância, em um primeiro momento, visto que o



mesmo se encontra de acesso livre na rede.

Em vista do exposto, na escola pesquisada, o uso de computadores e de programas educativos no ensino de isomeria geométrica inexistem. O discurso da professora *Beta* corrobora a afirmação: “o emprego da tecnologia digital é praticamente nulo na Química de maneira geral”.

Considerações Finais

O objetivo foi investigar as representações dos professores de Química sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Química, com a finalidade de identificar influência dos aparatos tecnológicos nos processos de ensino e aprendizagem na temática isomeria geométrica. Assim, pode-se afirmar que não há por parte dos sujeitos pesquisados a predisposição de uso e exploração das ferramentas digitais na escola, nem tampouco no ensino dos conteúdos programáticos da disciplina de Química.

Há o reconhecimento das vantagens e possibilidades de uso das tecnologias digitais no ensino de isomeria geométrica, no entanto, a falta de tempo é o principal empecilho para o não uso do laboratório de Informática que a escola dispõe. Não convém aos professores esbarrar na burocracia de acesso dos espaços educacionais, uma vez que toda dificuldade organizacional implica diretamente no desempenho das ações de sala de aula, inclusive nas aulas de Química.

Na escola em que ocorreu o estudo há os recursos mínimos que permitem o estudo da isomeria geométrica pela via das tecnologias digitais, sendo eles os computadores com acesso a rede mundial do laboratório de Informática. Logo, corrobora-se com a literatura especializada na seguinte afirmação: a escola foi estruturada com a inserção das tecnologias. No entanto, o uso do espaço informatizado da escola é menosprezado.

O ensino na disciplina de Química do tópico específico isomeria geométrica não ocorre. Seja com tecnologias digitais ou sem. Na realidade dos acontecimentos do cotidiano escolar, a temática da isomeria, configura-se como um conteúdo programático que a existência está apenas nos livros didáticos e nas cartilhas prescritivas. É um assunto de suma importância dentro da linearidade dos conceitos químicos de nível secundário que é solenemente negligenciado das salas de aulas.

As professoras desconhecem os programas computacionais da área que



poderiam auxiliar no ensino e na aprendizagem dos tópicos da disciplina. Quiçá, por esse motivo, em nenhum momento das narrativas cogitou-se a possibilidade de substituir o ensino convencional por estratégias exploratórias com o uso das tecnologias digitais. Afinal, não há como considerar o uso de algo sem saber da existência de tal.

Para um ensino em sintonia com as demandas sociais, faz-se necessário melhorar em diversos aspectos. É necessário programas de formação continuada para os professores, conforme sugerido pela professora *Alfa*. No entanto, como bem pontua a professora *Gama*, são muitos fatores a considerar no contexto escolar, como por exemplo, os casos de professores esgotados por trabalharem três turnos no dia e que não tem condições físicas e mentais para tentar metodologias de ensino alternativas ao convencional no seu fazer profissional.

Com isso, concorda-se com o pensamento de Cysneiros (1999) que é necessário diminuir a sobrecarga nos professores para que possam se preparar, estudar e experimentar metodologias. Políticas públicas precisam ser implantadas e que não sofram com as mudanças nos governos, porque as políticas costumam mudar junto. Precisa-se melhorar a formação dos professores, aproximando o ensino universitário da realidade escolar, fomentando professores capazes de atender as demandas emergentes, subtraindo as adversidades do contexto.

Referências Bibliográficas

- Almeida, M. E. B. & Valente, J. A. (2011). *Tecnologias e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes?* São Paulo: Paulus.
- Amaral Rosa, M. P. & Catelli, F. (2015). *Ensino de Química e tecnologias: o que dizem os professores?* Caxias do Sul/RS: [s.n.].
- Amaral Rosa, M. P., Eichler, M. L. & Catelli, F. (2015). "Quem me salva de ti?": representações docentes sobre a tecnologia digital. *Revista Ensaio*, 17(1), 84-104.
- Arroio, A., Honório, K. M., Weber, K. C., Homem-de-Melo, P. & Silva, A. B. F. (2005). O ensino de química quântica e o computador na perspectiva de projetos. *Química Nova*, 28(2), 360-3.
- Bianchetti, L. (2001). *Da chave de fenda ao laptop: tecnologia digital e novas qualificações: desafios à educação*. Florianópolis: Editora Vozes..
- Brasil. (2000). *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos*



- parâmetros curriculares nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC.
- Brasil. (2013). *Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica* - Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI.
- Carvalho, C. R. S. (2009). *Software educativo: um instrumento para explorar conceitos nas representações simbólicas no ensino da geometria molecular*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Luterana do Brasil, Canoas.
- Chartier, R. (2007). Os livros resistirão às tecnologias digitais. *Revista Nova Escola*, 22(201), 22-6.
- Cysneiros, P. G. (1999). Novas tecnologias na sala de aula: melhoria do ensino ou inovação conservadora? *Informática Educativa*, 12(1), 11-24.
- Dias, C. P. & Chagas, I. (2015). Multimídia como recurso didático no ensino de Biologia. *Interação*, (39), 393-404.
- Dowbor, L. (2001). *Tecnologias do conhecimento: os desafios da educação*. Petrópolis, RJ: Vozes.
- Eichler, M. & Del Pino, J. C. (2000). Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. *Química Nova*, 23 (6), 835-840.
- Elias, N. (1994). *A sociedade dos indivíduos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- Fagundes, L. C. (2008). Tecnologia e educação: a diferença entre inovar e sofisticar as práticas tradicionais. *Revista Fonte*, 5(8), 6-14.
- Ferreira, V. F. (1998). As tecnologias interativas no ensino. *Química Nova*, 21(6), 780-786.
- Ferreira, C., Arroio, A. & Rezende, D. B. (2011). Uso de modelagem molecular no estudo dos conceitos de nucleofilicidade e basicidade. *Química Nova*, 34(9), 1661-5.
- Gabel, D. L. (1993). Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Chemical Education*, 70(3), 193-4.
- Gardner, H. (2009). É difícil fazer o certo se isso contraria nossos interesses. *Revista Nova Escola*, 24(226), 38-42.
- Gebara, J. & Marin, C. A. (2005). Representação do professor: um olhar construtivista. *Ciências & Cognição*, 6, 26-32.



- Giordan, M. & Góis, J. (2005). Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. *Linhas Críticas*, 11(21), 285-301.
- Goergen, P. (1998). Ciência, sociedade e universidade. *Educação & Sociedade*, 19(63), 1-11.
- Gray, D. (2012). *Pesquisa no mundo real*. Porto Alegre: Penso.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro and microchemistry. *The School Science Review*, 64 (227), 377-379.
- Lévy, P. (1999). *Cibercultura*. São Paulo: Editora 34.
- Lüdke, M. & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU.
- Moraes, M. C. (2002). Tecendo a rede, mas com que paradigma? In M. C. Moraes (Org.). *Educação a distância: fundamentos e práticas* (pp.1-12). Campinas, SP: UNICAMP/NIED.
- Moraes, R. & Galiazzi, M. C. (2011). *Análise textual discursiva*. Ijuí: Ed. Unijuí.
- Moran, J. M. (1997). Como utilizar a internet na educação. *Revista Ciência da Informação*, 26(2), 146-153.
- Peruzzo, T. M. & Canto, E. L. (2006). *Química na abordagem do cotidiano*. São Paulo: Moderna.
- Pozo, J. I. & Crespo, M. Á. G. A. (2009). *Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.
- Raupp, D. T. (2010). *Um estudo de caso sobre a compreensão de conceitos químicos mediante visualização de representações computacionais 3D utilizando o referencial de campos conceituais*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática - Universidade Luterana do Brasil, Canoas.
- Retondo, C. G. & Faria, P. (2008). *Química das sensações*. Campinas, SP: Editora Átomo.
- Santos, W. L. P. & Schnetzler, R. P. (2000). *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí.
- Santos, D., Wartha, E. J. & Filho, J. C. S. (2010). Softwares educativos livres para o ensino de química: análise e categorização. In: *XV Encontro Nacional de Ensino de Química – XV ENEQ*. Brasília.
- Solomons, T. W. G. & Fryhle, C. B. (2011). *Química orgânica*. Rio de Janeiro: LTC.



- Souza, K. A. F. D. & Cardoso, A. A. (2008). Aspectos macro e microscópicos do conceito de equilíbrio químico e de sua abordagem em sala de aula. *Química Nova na Escola*, (27), 51-6.
- Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso: planejamento e métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- Wells, G. (2001). *Indagación dialógica: hacia una teoría y una práctica socioculturales de la educación*. Buenos Aires: Paidós.
- Wu, H., Krajcik, J. S. & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821-842.