

O Estudo de Caso no Ensino de Química: um panorama das pesquisas na área

The Case Study in Chemistry Teaching: an overview of research in the area

El estudio de caso en la enseñanza de la química: una descripción general de la investigación en el área

Flávia Maggioni Bernardi (fmbernardi@yahoo.com.br)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Maurícius Selvero Pazinato (mauricius.pazinato@ufrgs.br)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Resumo: O Estudo de Caso (EC) é uma metodologia de ensino centrada no estudante, o qual tem a oportunidade de desenvolver ativamente a sua aprendizagem. Por meio de um caso, que é uma história real ou fictícia da vida cotidiana, o aluno é solicitado a resolver um dilema e, portanto, espera-se que desenvolva habilidades superiores, como pensamento crítico, comunicação, resolução de problemas e trabalho colaborativo. Por meio desta revisão da literatura, foi possível analisar pesquisas sobre a metodologia de EC na área de Ensino de Química na última década em relação aos objetivos, principais resultados e percepções dos sujeitos envolvidos. Foram avaliados 42 artigos, a maioria com foco no ensino superior e abrangendo diversas áreas da Química com ênfase em Química Geral. Os resultados indicam que o método EC pode ser eficaz no desenvolvimento conceitual e atitudinal dos estudantes. Em relação às percepções dos sujeitos envolvidos, embora alguns professores se mostrem resistentes, a maioria dos estudantes aprova o uso do EC nas aulas.

Palavras-chave: Estudo de caso; revisão da literatura; Ensino de Química.

Abstract: The Case Study (CS) is a student-centered teaching method, who have the opportunity to actively develop their learning. Through a case, which is a real or fictional story of everyday life, the student is asked to solve a dilemma and, thus, is expected to develop superior skills such as critical thinking, communication, problem solving, and collaborative work. Through this literature review, it was possible to analyze research on CS methodology in the Chemistry Teaching area in the last decade in relation to the objectives, main results and perceptions of the subjects involved. Forty-two articles were evaluated, most focusing on higher education and covering

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

several Chemistry areas with an emphasis on General Chemistry. The results indicate that the CS method can be effective in the conceptual and attitudinal development of students. Regarding the perceptions of the subjects involved, although some teachers are resistant, most students approve the use of CS in classes.

Keywords: Case Study; literature review; Chemistry Teaching.

Resumen: El Estudio de caso (EC) es una metodología de enseñanza centrada en el alumno, quien tiene la oportunidad de desarrollar activamente su aprendizaje. A través de un caso, que es una historia real o ficticia de la vida cotidiana, se le pide al estudiante que resuelva un dilema y, por lo tanto, se espera que desarrolle habilidades superiores como el pensamiento crítico, la comunicación, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. A través de esta revisión de la literatura, fue posible analizar las investigaciones sobre metodología de la EC en el campo de la Docencia de la Química en la última década con relación a los objetivos, principales resultados y percepciones de los sujetos involucrados. Se evaluaron 42 artículos, la mayoría centrados en la educación superior y cubriendo diversas áreas de la Química con énfasis en Química General. Los resultados indican que el método EC puede ser eficaz en el desarrollo conceptual y actitudinal de los estudiantes. En cuanto a las percepciones de los sujetos implicados, aunque algunos profesores se resisten, la mayoría de los alumnos aprueba el uso de la CE en las clases.

Palabras-clave: Estudio de caso; revisión de literatura; Enseñanza de la Química.

INTRODUÇÃO

As aulas de Química e de Ciências ainda são desenvolvidas de forma predominantemente tradicional, oportunizando poucos momentos de reflexão e aplicação dos conteúdos. Nesse modelo de ensino, o conhecimento tem um caráter cumulativo e pode ser adquirido pelo estudante através da sua transmissão pelo professor nas instituições de ensino (REIS, 2021). Em geral, o estudante precisa apenas memorizar e compreender o novo conhecimento, sem necessariamente fazer uma análise crítica e abrangente do que lhe é apresentado (TOMA; GRECA; MENESES-VILLAGRÁ, 2017). A falta de um ensino que possibilite ao estudante construir um olhar crítico aliada à facilitação do acesso às informações evidenciam a ausência de entendimento sobre a área científica por parte da população que acredita, por exemplo, em *fake news* (REIS, 2021).

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

Nesse cenário, considerando a educação em Química a partir de uma perspectiva crítico-transformadora, é indispensável a busca por métodos de ensino que levem em consideração a formação de indivíduos esclarecidos e responsáveis (AIKENHEAD, 2009). Entretanto, a pouca conexão entre os conceitos químicos e a vida real é considerada um entrave no ensino de Química. Isso porque a contextualização tem impacto positivo na motivação e na aprendizagem, uma vez que permite que os estudantes criem relação entre o conhecimento conceitual e suas experiências prévias. Em relação a essa questão, o ensino tradicional, ainda amplamente difundido no ensino de Química, se mostra ultrapassado, uma vez que, além de não ter acompanhado as grandes mudanças sociais e tecnológicas que ocorreram nas últimas décadas, é um modelo de ensino descontextualizado e acaba não provocando o interesse do estudante e a sua motivação no desenvolvimento do saber científico (LEÃO, 1999).

A partir disso, pensando em alternativas para a solução das questões relacionadas ao ensino de Química e à descrença na Ciência, chegou-se nas metodologias ativas de ensino baseadas no construtivismo (LEÃO, 1999). O método Estudo de Caso (EC) faz parte desse modelo ensino e permite a contextualização da teoria e o desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores nos estudantes, como pensamento crítico, resolução de problemas, argumentação, comunicação, entre outras (SÁ; QUEIROZ, 2010).

O método EC está cada vez mais presente em ambientes formais de ensino, como escolas e universidades. A metodologia é uma variante do método *Problem Based Learning* (PBL) e apresenta uma abordagem de ensino orientada, promovendo a participação ativa dos estudantes que, assim, constroem seu próprio conhecimento (ÇAM; GEBAN, 2011).

Nesta metodologia, o estudante é convidado a resolver um caso, que é uma história real ou fictícia usada para promover a motivação e o envolvimento nas aulas, levando o aluno a assumir a responsabilidade pela tomada de decisões sobre uma situação cotidiana (AYYILDIZ; TARHAN, 2013). Os casos são escritos e organizados na forma de dilemas que fornecem uma história de um indivíduo ou instituição frente a um problema que deve ser resolvido. A história trazida pelo caso permite contextualizar o conteúdo de Química por meio de um possível problema da vida real. Isso contribui para que os estudantes vejam valor e significado em adquirir novos conhecimentos para

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

a resolução daquela questão, aumentando seu interesse em aprender Química (HERREID, 2013; PAZINATO; BRAIBANTE, 2014).

Além do engajamento e interesse dos estudantes, o método EC os coloca no centro do processo de ensino e aprendizagem, fazendo com que tenham que trabalhar ativamente na busca por novos conhecimentos. Eles irão precisar analisar e discutir com os colegas as informações fornecidas pelo professor e buscar novas fontes para resolver o problema apresentado, caso considerem necessário (HERREID, 2011; SÁ; QUEIROZ, 2010).

Partindo dessa perspectiva, o objetivo desta pesquisa é obter um panorama geral sobre as pesquisas mais recentes sobre o uso do método EC no ensino de Química. Para isso, realizou-se uma revisão sistemática da literatura em relação aos principais objetivos, resultados e percepções dos sujeitos envolvidos observados nos estudos relacionados a essa questão em artigos da última década.

MÉTODO

Este trabalho apresenta os resultados de uma revisão sistemática da literatura, a qual pode ser caracterizada como uma síntese de evidências e é muito utilizada em pesquisas de diversas áreas do conhecimento, como a saúde, a educação, administração, entre outras (GIL, 2002). Estão adotando este método pelo fato de produzir estudos a partir de uma análise confiável e rigorosa (VENTURA COSTA; VENTURI, 2021; BOZZATO et al., 2021).

Para a realização desta revisão sistemática da literatura acerca da utilização do EC no ensino de Química na última década (2010 a 2019), a busca pelos artigos foi feita em duas bases de dados: *SciFinder* e *Education Resources Information Center* (ERIC).

Após a delimitação temporal, definiu-se:

- idioma das publicações: inglês e português;
- palavras-chave: no *SciFinder*, as palavras-chave utilizadas foram “*Case Study teaching*” e “*Chemistry*” e as categorias “periódico” e “revisão” foram selecionadas

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

como tipos de documentos; no ERIC, as palavras-chave pesquisadas foram “*Case Study*”, “*teaching method*” e “*Chemistry*”.

Foi encontrado um total de 273 artigos, dos quais 146 e 127 foram localizados nas bases *SciFinder* e ERIC, respectivamente. Por meio da leitura dos títulos, resumos e palavras-chave foram selecionados 42 artigos que versam especificamente sobre o método da EC no ensino de Química. Maiores informações sobre os artigos, tais como: título, revista, autores, ano, volume e número, podem ser consultadas no Anexo 1.

Para a avaliação dos artigos, foram analisados os seguintes critérios:

1. Principais objetivos: buscou-se identificar os principais objetivos do emprego do método no Ensino de Química relatados pelas pesquisas;
2. Resultados das pesquisas: a discussão foi feita em relação à eficácia do EC e às percepções de professores e estudantes que participaram de aulas em que o método foi empregado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As pesquisas selecionadas foram desenvolvidas em seis países diferentes, com destaque para os EUA, com 50% dos artigos, bem como Brasil e Turquia, com 21,4% dos artigos cada. Os 42 artigos selecionados sobre o método da EC no ensino de Química foram publicados em 16 diferentes periódicos, com destaque para a revista *Journal of Chemical Education* (JCE), com 19 artigos (45%).

Tabela 1 – Número de artigos publicados por periódico.

Revista	Número de artigos
<i>Journal of Chemical Education</i>	19
<i>Chemistry Education Research and Practice</i>	4
Química Nova	4
Química Nova na Escola	2
<i>Research in Science & Technological Education</i>	2

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

<i>Research in Science Education</i>	1
<i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i>	1
<i>International Journal of Applied and Basic Medical Research</i>	1
<i>Educación Química</i>	1
<i>Journal of Science Education and Technology</i>	1
<i>Journal of College Science Teaching</i>	1
<i>Hacettepe University Journal of Education</i>	1
<i>Currents in Pharmacy Teaching and Learning</i>	1
<i>Computer Aided Chemical Engineering</i>	1
<i>Journal of STEM Education: Innovations and Research</i>	1
<i>The Chemical Educator</i>	1

Fonte: Autores, 2021.

Em relação ao nível de ensino, a literatura reporta que há poucas iniciativas da utilização do método na educação básica (MASSENA; GUZZI FILHO; SÁ, 2013). Esse dado corrobora com esta revisão, uma vez que apenas sete dos artigos (17%) analisados são de pesquisas desenvolvidas com enfoque no ensino médio. Sendo assim, a maioria das pesquisas (74%) acerca do EC é voltada ao ensino superior. Observou-se que diversas áreas da Química foram contempladas pelos estudos (Tabela 2), com ênfase para Química Geral (29%), Ensino de Química (21%) e Química Analítica (21%).

Revista Insignare Scientia

Tabela 2 – Número de artigos publicados por periódico.

Área	Número de artigos
Química Geral (QG)	12
Química Analítica (QA)	9
Ensino de Química (EQ)	9
Química Orgânica (QO)	6
Química Ambiental (QAM)	5
Outras (OU)	3
Química Medicinal (QM)	2
Bioquímica (BQ)	1
Físico-química (FQ)	1

Fonte: Autores, 2021.

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

Pode-se observar que, dentre os **objetivos** buscados pelos estudos sobre o EC no ensino de Química, estão: a avaliação da eficácia do método (43%); a introdução de conceitos específicos (31%); a aplicação prática de conceitos específicos (19%); o aumento da curiosidade e do engajamento dos estudantes (19%); o desenvolvimento de habilidades, como pensamento crítico (21%), comunicação (19%), resolução de problemas (17%) e trabalho colaborativo (2%).

Dentre os objetivos, vale destacar que cinco estão relacionados às vantagens que, segundo a literatura, são promovidas pela aplicação do método EC. Esses objetivos são o desenvolvimento de habilidades superiores, como pensamento crítico, comunicação, resolução de problemas, trabalho colaborativo e o aumento da curiosidade e do engajamento dos estudantes. Ao utilizarem o EC, os professores geralmente buscam alcançá-los, uma vez que esses são frequentemente negligenciados pela educação tradicional (HERREID, 2011, 2013).

Os **principais resultados** obtidos pelas pesquisas sobre o EC foram analisados em relação à efetividade do método e às percepções dos professores e dos estudantes sobre o seu uso no ensino de Química.

Para a análise da efetividade do EC, foram considerados principalmente os trabalhos que avaliaram o método em comparação ao ensino tradicional por intermédio do acompanhamento do desempenho em determinado aspecto (conceitual, procedimental ou atitudinal) dos estudantes em dois grupos: experimental (método EC) e controle (método tradicional). Esse tipo de metodologia de pesquisa é comum em trabalhos publicados em revistas internacionais.

Dentre as principais avaliações realizadas por esses estudos estão:

- a eficácia do método em relação ao aprendizado de conceitos e à prevenção de concepções alternativas (AYYILDIZ; TARHAN, 2012; YALÇINKAYA; BOZ, 2015; YALÇINKAYA, et al. 2012; GÜNTER; ALPAT, 2019);

- as atitudes desenvolvidas através da resolução dos casos (ÇAM; GEBAN, 2011; 2017; AYYILDIZ; TARHAN, 2012; DEWPRASHAD, 2013);

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

- a motivação dos estudantes nas aulas e a superação de crenças epistemológicas quanto ao desenvolvimento da Ciência (ÇAM; GEBAN, 2011; 2017).

Todos os estudos comparativos indicam que os estudantes que participaram do método EC melhoram seu entendimento e superam concepções alternativas sobre os conceitos químicos. Segundo as pesquisas, isso pode ser explicado pelo fato de o método contribuir para a habilidade do estudante em conectar os conteúdos de múltiplas áreas, aprofundando seu entendimento e pensamento crítico em relação aos conceitos (ÇAM; GEBAN, 2011, 2017).

Além dos aspectos cognitivos, a literatura aponta que o método contribuiu para o desenvolvimento de crenças epistemológicas coerentes e comportamentos atitudinais em relação à Química. Para além das questões referentes ao ensino de conceitos científicos, esses fatores podem ser fundamentais para a superação da descrença na Ciência bem como para a formação cidadã dos estudantes (AREDE et al., 2019).

As percepções dos estudantes em relação ao uso do EC para o ensino de Química foram obtidas a partir de pesquisas que analisaram as respostas de questionários respondidos pelos alunos sobre o método. Dentre as principais concepções apontadas, Sousa, Rocha e Garcia (2012) e Silva, Oliveira e Queiroz (2011) apontam que os estudantes destacam a importância do EC para o desenvolvimento de competências necessárias ao exercício da cidadania e à tomada de consciência na resolução de problemas reais.

Hibbard (2019) e Geyer (2014) observaram as impressões de estudantes de graduação americanos em relação ao uso do método no ensino de Química. Pela análise dos questionários, conclui-se que a maioria aprova o uso do EC, principalmente porque a metodologia permite a aplicação dos princípios da Química em cenários da vida cotidiana e isso aumenta seus interesses pela área. Entretanto, alguns estudantes apontam aspectos que consideram negativos, como o tempo despendido para a aplicação e a necessidade de pesquisas fora da sala de aula, o que pode evidenciar que eles não estão acostumados a aprender a partir de metodologias ativas de ensino.

A partir da literatura, pode-se concluir que o principal aspecto positivo do uso do EC apontado pelos estudantes é a contextualização. A história trazida pelo caso permite a aplicação do conhecimento teórico em uma possível situação da vida real. Mostrar a

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

relação dos conceitos químicos com os problemas do cotidiano parece aumentar a motivação e o interesse dos estudantes pela Química.

Apesar de a literatura apontar que a maioria dos estudantes aprova o uso do EC nas aulas de Química, algumas percepções apontadas pelos professores divergem dessa constatação. Herreid (2013) observou determinadas respostas obtidas a partir de uma pergunta feita em uma conferência online sobre o EC ser pouco utilizado no ensino de Química. Alguns professores ressaltaram que não utilizam o método porque o consideram demorado e assim não conseguem cumprir todo o conteúdo previsto pelo currículo. Outros apontam que não o utilizam porque os estudantes são resistentes a novas instruções de ensino que os obrigam a pensar. Ainda, alguns confundem o uso do EC com aulas tradicionais de laboratório, alegando que se trata da mesma “coisa”.

Embora a metodologia apresente bases reconhecidas com vários casos e recursos para serem consultados gratuitamente, como o *National Center for Teaching Case Studies in Science*, e várias pesquisas demonstrem sua eficácia para o ensino de Química, o estudo de Colyer (2013) também evidenciou a resistência dos professores em relação ao uso do método. A referida pesquisa relata que a adoção de estratégias ativas de ensino ainda é um desafio para a maioria dos professores, visto que muitos têm dificuldade em utilizar métodos diferentes do tradicional. Além disso, como o EC foge do modelo padrão de ensino, seu uso pode ser avaliado negativamente por outros colegas do ambiente acadêmico ou escolar.

A resistência dos professores em relação ao uso do EC é compreensível, uma vez que muitos, desde a sua formação, estão acostumados com o formato de aula expositiva e não tiveram a oportunidade de aprender ou ensinar de uma forma diferente. Entretanto, essa resistência deve trazer reflexões mais profundas sobre o ensino de Química. Se cumprir todo o conteúdo previsto não é garantia de que os alunos estão aprendendo, não deveríamos repensar o currículo? Além disso, as pesquisas relatadas nesta revisão e em outros estudos destacam a necessidade de aproximar o conteúdo teórico da realidade do aluno (TOMA; GRECA; MENESES-VILLAGRÁ, 2017). Pode-se pensar, então, em alternar a utilização do método tradicional com outras metodologias que instiguem o desenvolvimento de diferentes competências e

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

habilidades e que permitam uma maior conexão dos conteúdos de Química com a vida real.

Por isso, a fim de que os professores adotem novas estratégias de ensino é fundamental que recebam formação. Para utilizar o EC em aula, por exemplo, faz-se necessário que o professor saiba direcionar o ensino através da indagação de perguntas orientadas, que estimule o estudante a criar explicações a partir das evidências empíricas apresentadas e seja capaz de justificá-las a partir do conhecimento científico (TOMA; GRECA; MENESES-VILLAGRÁ, 2017). Esse formato de ensino difere da forma como os professores em geral estão acostumados. Sendo assim, instruir professores é essencial para que superem o filtro de sua própria experiência como alunos e aprendam como e porque devem usar diferentes métodos de ensino (COLYER, 2013).

Nesse sentido, Massena, Guzzi Filho e Sá (2013) comentam a pouca orientação pedagógica proporcionada aos professores que, devido à falta de cursos de formação, acabam por vincular o saber pedagógico e o saber científico a seu modo. Pinheiro, Medeiros e Oliveira (2010) relatam um estudo com estagiários de um curso de Licenciatura em Química, que visa instruir os futuros professores para a utilização do método EC nas aulas de Química como uma alternativa que permite a interdisciplinaridade entre os conceitos de Físico-Química. Os resultados mostram que a metodologia foi bem aceita pelos acadêmicos e a maioria deles se preocupa em incluir práticas que relacionem os conceitos com o cotidiano como ferramenta para facilitar a aprendizagem dos alunos. O estudo de Dewprashad (2013) corrobora que o EC pode ser uma boa estratégia. Como professor, ele pôde perceber que grande parte dos alunos não é receptiva a conceitos abstratos ensinados em formato de aula expositiva e o uso de casos envolventes permite criar conexão entre professor e estudante, e não apenas ensinar os conceitos de Química.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por intermédio desta revisão, pode-se concluir que os objetivos buscados com a aplicação do método EC no Ensino de Química remetem ao desenvolvimento de

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

habilidades superiores, dais quais se destacam a comunicação, o pensamento crítico e a resolução de problemas. Além disso, a busca pelo engajamento do estudante, através da aproximação do conteúdo teórico com a sua realidade, constitui um dos propósitos dos professores que optam pela metodologia. Pode-se observar, a partir dos principais resultados das pesquisas, que esses objetivos são alcançados com o uso do método no Ensino de Química.

Ao avaliar as percepções dos estudantes e professores pôde-se inferir que os sujeitos envolvidos nas pesquisas têm visões diferentes em relação ao uso do EC, já que a maioria dos alunos se mostra favorável, enquanto os professores são mais resistentes. Considerando este contexto, mostra-se necessária a realização de mais pesquisas com foco na formação de professores, visto que a falta de conhecimento sobre o método e suas vantagens pode constituir um entrave na difusão da metodologia para o ensino de Química.

Os estudos futuros devem se concentrar no desenvolvimento de novas pesquisas que mostrem as vantagens de se trabalhar com diferentes metodologias de ensino centradas no estudante e na orientação de professores que buscam aplicar esses métodos, mas não sabem como.

Revista Insignare Scientia

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, Glen. S. Research into STS Science Education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009.

AREDE, Margarida et al. Combating vaccine hesitancy: teaching the next generation to navigate through the post truth era. **Frontiers in public health**, v. 6, p. 381, 2019.

AYYILDIZ, Yıldızay; TARHAN, Leman. Case study applications in chemistry lesson: gases, liquids, and solids. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 14, n. 4, p. 408-420, 2013.

AYYILDIZ, Yıldızay; TARHAN, Leman. Effect of case studies on primary school teaching students' attitudes toward chemistry lesson. **Hacettepe University Journal of Education**, v. 43, p. 62-70, 2012.

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

BOZZATO, Carla Vargas *et al.* Concepções de Avaliação da Aprendizagem no Ensino de Ciências pela Pedagogia de Projetos: uma revisão sistemática de produções científicas do período de 2013 a 2017. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 4, p. 91-113, 2021.

ÇAM, Aylin; GEBAN, Ömer. Effectiveness of case-based learning instruction on epistemological beliefs and attitudes toward chemistry. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, n. 1, p. 26-32, 2011.

ÇAM, Aylin; GEBAN, Ömer. Effectiveness of case-based learning instruction on pre-service teachers' chemistry motivation and attitudes toward chemistry. **Research in Science & Technological Education**, v. 35, n. 1, p. 74-87, 2017.

DEWPRASHAD, Brahmadeo. ConfChem conference on case-based studies in chemical education: Case study teaching in the community college. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 2, p. 262-263, 2013.

GEYER, Andrea M. Social networking as a platform for role-playing scientific case studies. **Journal of Chemical Education**, v. 91, n. 3, p. 364-367, 2014.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002

GÜNTER, Tuğçe; ALPAT, Sibel Kılınç. What is the effect of case-based learning on the academic achievement of students on the topic of "biochemical oxygen demand?". **Research in Science Education**, v. 49, n. 6, p. 1707-1733, 2019.

HERREID, Clyde Freeman. ConfChem conference on case-based studies in chemical education: the future of case study teaching in science. **Journal of Chemical Education**, v. 90, n. 2, p. 256-257, 2013.

HERREID, Clyde Freeman. Case study teaching. **New directions for teaching and learning**, v. 2011, n. 128, p. 31-40, 2011.

HIBBARD, Lisa. Case studies for general chemistry: teaching with a newsworthy story. **Journal of Chemical Education**, v. 96, n. 11, p. 2528-2531, 2019.

LEÃO, Denise Maria Maciel. Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. **Cadernos de pesquisa**, p. 187-206, 1999.

MASSENA, Elisa Prestes; GUZZI FILHO, Neurivaldo José de; SÁ, Luciana Passos. Produção de casos para o ensino de química: uma experiência na formação inicial de professores. **Química Nova**, v. 36, p. 1066-1072, 2013.

PAZINATO, Maurícus Selvero; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. O estudo de caso como estratégia metodológica para o ensino de Química no nível médio. **Revista Ciências & Ideias**, v. 5, n. 2, p. 1-18, 2014.

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

PINHEIRO, Antonio Narcisio; MEDEIROS, Ethanielda de Lima; OLIVEIRA, Alcineia Conceição. Case studies in chemistry teacher education. **Química Nova**, v. 33, n. 9, p. 1996-2002, 2010.

REIS, Pedro. Desafios à Educação em Ciências em Tempos Conturbados. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 27, 2021.

SÁ, Luciana Passos; QUEIROZ, Salete. **Estudo de caso no ensino de Química**. Campinas: Editora Átomo, 2010.

SILVA, Osmair Benedito da; DE OLIVEIRA, Jane Raquel Silva; QUEIROZ, Salete Linhares. SOS Mogi-Guaçu: contribuições de um Estudo de Caso para a educação química no nível médio. **Química Nova na escola**, v. 33, n. 3, 2011.

SOUSA, RS de; ROCHA, Paula Del Ponte; GARCIA, Irene Teresinha Santos. Estudo de caso em aulas de química: percepção dos estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento de suas habilidades. **Química Nova na escola**, v. 34, n. 4, p. 220-228, 2012.

TOMA, Radu Bogdan; GRECA, Ileana María; MENESES-VILLAGRÁ, Jesús Ángel. Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. **Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias**, v. 14, n. 2, p. 441-457, 2017.

VENTURA COSTA, L.; VENTURI, T. Metodologias Ativas no Ensino de Ciências e Biologia: compreendendo as produções da última década. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 6, p. 417-436, 2021.

YALÇINKAYA, Eylem; BOZ, Yezdan. The effect of case-based instruction on 10th grade students' understanding of gas concepts. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 16, n. 1, p. 104-120, 2015.

YALÇINKAYA, E. et al. Is case-based learning an effective teaching strategy to challenge students' alternative conceptions regarding chemical kinetics? **Research in Science & Technological Education**, v. 30, n. 2, p. 151-172, 2012.

Anexo 1. Informações dos artigos analisados na revisão sistemática

Título	Revista	Autores	Ano, volume e número
Effectiveness of case-based learning	Journal of Science	Çam, A, Geban, Ö	2011, 20

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

instruction on epistemological beliefs and attitudes toward chemistry	Education and Technology		(1)
Implementation of case-based instruction on electrochemistry at the 11th grade level	Chemistry Education Research and Practice	Tarkin, A.; Uzuntiryaki-Kondakci, E.	2017, 18 (4)
Case study applications in chemistry lesson: gases, liquids, and solids	Chemistry Education Research and Practice	Yildizay, A.; Tarhan, L.	2013, 14 (4)
Herreid, C. F. ConfChem conference on case-based studies in chemical education: the future of case study teaching in science	Journal of Chemical Education	Herreid, C. F.	2013, 90 (2)
ConfChem Conference on Case-Based Studies in Chemical Education: The Use of Case Studies in an Introductory Biochemistry Course	Journal of Chemical Education	Cornely, K.	2013, 90 (2)
The effect of case-based instruction on 10th grade students' understanding of gas concepts	Chemistry Education Research and Practice	Yalçinkaya, E.; Boz, Y.	2015, 16 (1)
Is case-based learning an effective teaching strategy to challenge students' alternative conceptions regarding chemical kinetics?	Research in Science and Technological Education	Yalçinkaya, E.; et al.	2012, 30 (2)
SOS Mogi-Guaçu: contribuições de um Estudo de Caso para a educação química no nível médio	Química Nova na Escola	da Silva, O. B.; de Oliveira, J. R. S.; Queiroz, S. L.	2011, 33 (3)
Estudo de caso em aulas de química: percepção dos estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento de suas habilidades	Química Nova na Escola	de Sousa, R. S.; Rocha, P. D. P.; Garcia, I. T. S.	2012, 34 (4)
Produção de casos para o ensino de química: uma experiência na formação inicial de professores	Química Nova	Massena, E. P.; de Guzzi Filho, N. J.; Sá, L. P.	2013, 36 (7)
ConfChem Conference on Case-Based Studies in Chemical Education: Chemistry of Pompeii and Herculaneum A Case Study Course in Chemistry at the Interface of Ancient Technology and Archeological Conservation	Journal of Chemical Education	Federico, E. D.; et al.	2013, 90 (2)
ConfChem Conference on Case-Based Studies in Chemical Education: You (Want To) Call Yourself a Case Study Teacher?	Journal of Chemical Education	Colyer, C. L.	2013, 90 (2)
ConfChem Conference on Case-Based Studies in Chemical Education: One Story, Different Classes—Using the Same Case Study for Different Levels of Chemistry Students	Journal of Chemical Education	Taylor, A. T. S.	2013, 90 (2)
Casos investigativos para a promoção da CSCL no ensino superior de química	Química Nova	Cabral, P. F. de O.; Souza, N. dos S.; Queiroz, S. L.	2017, 40 (9),
Casos investigativos de caráter sociocientífico: aplicação no ensino superior de Química	Educación Química	Sá, L. P.; Kasseboehmer, A. C.; Queiroz, S. L.	2013, 24 (2)
Engaging novice researchers in the process and culture of science using a	Biochemistry and Molecular Biology	White III, H. B.; Usher, D. C.	2015, 43 (5),

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

“Pass-the-Problem” case strategy	Education		
Effect of case studies on primary school teaching students'attitudes toward chemistry lesson	Hacettepe University Journal of Education	Ayyildiz, Y.; Tarhan, L.	2012, 43 (43)
What is the effect of case-based learning on the academic achievement of students on the topic of “biochemical oxygen demand?”	Research in Science Education	Günter, T.; Alpat. S. K.	2019, 49 (6)
ConfChem conference on case-based studies in chemical education: use of case study for the introductory chemistry laboratory environment	Journal of Chemical Education	Frerichs, V. A.	2013, 90 (2)
ConfChem conference on case-based studies in chemical education: Case study teaching in the community college	Journal of Chemical Education	Dewprashad, B.	2013, 90 (2),
Teaching the properties of chromium's oxidation states with a case study method	Chemistry Education Research and Practice	Ozdilek, Z.	2015, 16 (1)
An interdisciplinary guided inquiry laboratory for first year undergraduate forensic science students	Journal of Chemical Education	Cresswell, S. L.; Loughlin, W. A.	2015, 92 (10)
Determining the antifungal agent clioquinol by HPLC, the Not So Pure Preparation: a laboratory-based case study for an instrumental analytical chemistry course	Journal of Chemical Education	Schaber, P. M.; Hobika, G.	2018, 95 (3)
The Chemistry of Cocaine	Journal of College Science Teaching	Dewprashad, B.	2011, 41 (1)
History and Epistemology of Science in the Classroom: The Synthesis of Quinine as a Proposal	Journal of Chemical Education	Souza, K. A. F. D.; Porto, P. A.	2012, 89 (1)
Estudo de casos na formação de professores de química	Química Nova	Pinheiro, A. N.; Medeiros, E. de L.; Oliveira, A. C.	2010, 33 (9),
Conceptual process design for Boric Acid: A case study for engineering education	Computer Aided Chemical Engineering	Herrera, S.; et al.	2016, 38
Social networking as a platform for role-playing scientific case studies	Journal of Chemical Education	Geyer, A. M.	2014, 91 (3)
The Case of Nut Poisoning (or Too Much of a Good Thing?): Implementation and Assessment	Journal of Chemical Education	Schaber, P. M.; et al.	2012, 88 (7)
Juicing the juice: A laboratory-based case study for an instrumental analytical chemistry course	Journal of Chemical Education	Schaber, P. M.; et al.	2011, 88 (4)
O tema carboidratos através da metodologia de estudos de caso: desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais	Química Nova	dos Passos, K.; et al.	2018, 41 (10)
Case Studies for General Chemistry: Teaching with a Newsworthy Story ²⁵³¹ .	Journal of Chemical Education	Hibbard, L.	2019, 96 (11)

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022

Misconduct at the lab? A performance task case study for teaching data analysis and critical thinking	Journal of Chemical Education	Contakes, S. M.	2016, 93 (2)
Teaching with the case study method to promote active learning in a small molecule crystallography course for chemistry students	Journal of Chemical Education	Campbell, M. G.; Powers, T. M.; Zheng, S.	2015
Enhancing Student Performance in Chemistry for Non-Majors Using Critical Thinking and Case Studies	The Chemical Educator	Bariyanga, J.	2010, 15
Case-based studies in teaching medicinal chemistry in PharmD curriculum: Perspectives of students, faculty, and pharmacists from academia	Currents in Pharmacy Teaching and Learning	Das, J.; et al.	2018, 10 (1)
Sharing Innovations in STEM Education Through Digital Stories: a case study in Organic Chemistry	Journal of STEM Education: Innovations and Research	Carey, T.; Nakayama, K.; Zweier, L.	2010
From Bhopal to Cold Fusion: A Case-Study Approach to Writing Assignments in Honors General Chemistry	Journal of Chemical Education	Chamely-Wiik, D. M.; Haky, J. E.; Galin, J. R.	2012, 89 (4)
Effectiveness of case-based learning instruction on pre-service teachers' chemistry motivation and attitudes toward chemistry	Research in Science and Technological Education	Çam, A. Geban, Ö.	2017, 35 (1)
Modified case based learning: Our experience with a new module for pharmacology undergraduate teaching	International Journal of Applied and Basic Medical Research	Gupta, K.; Arora, S.; Kaushal, S.	2014, 4 (2)
Thomas Midgley, Jr., and the development of new substances: A case study for chemical educators	Journal of Chemical Education	Viana, H. E. B.; Porto, A. P.	2013, 90 (12)
Art, meet chemistry; Chemistry, meet art: Case studies, current literature, and instrumental methods combined to create a hands-on experience for nonmajors and instrumental analysis students	Journal of Chemical Education	Nivens, D. A.; et al.	2010, 87 (10)

Recebido em: 10/01/2022

Aceito em: 15/05/2022