

O método de Estudos de Caso na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química: uma revisão bibliográfica

Ágatha Lottermann Selbach, Daniele Prestes Daniel, Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro e Camila Greff Passos

Este artigo objetiva realizar um mapeamento das pesquisas relacionadas à metodologia de Estudos de Caso (EC) na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química. Para tanto, realizamos um levantamento bibliográfico nos anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (2011-2019) e do Encontro Nacional de Ensino de Química (2010-2018), assim como na base de dados das revistas Química Nova e Química Nova na Escola (2010-2020). Com a análise qualitativa empreendida, identificamos vinte trabalhos e nove artigos sobre o uso da metodologia, com estudantes dos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química em sua maioria. As propostas pedagógicas utilizadas contemplam atividades presenciais e com o uso de plataformas digitais. Os aportes teóricos propostos por Toulmin (2006) e Clark e Sampson (2008) foram os mais citados para análise da qualidade da argumentação. Os resultados apontam a eficácia do método de EC em termos de aprendizagem de conteúdos e desenvolvimento de habilidades como capacidade argumentativa, trabalho em equipe e autonomia na busca por conhecimento.

► estudos de caso, argumentação, ensino superior de química ◀

Recebido em 18/09/2020, aceito em 05/12/2020

Segundo o Parecer CNE/CES 1.303/2001 (Brasil, 2001), os currículos dos cursos de Ensino Superior de Química “estão transbordando de conteúdos informativos em flagrante prejuízo dos formativos, fazendo com que o estudante saia dos cursos de graduação com ‘conhecimentos’ já desatualizados e não suficientes para uma ação interativa e responsável na sociedade, seja como profissional, seja como cidadão” (Brasil, 2001). Convergente ao tema, Holme (2019) traz para a reflexão a seguinte pergunta na visualização de um cenário futuro com automação robótica e *machine learning*: O currículo de Química atual realmente produz o químico adaptável de amanhã?

Ao aprofundar o assunto, o autor apresenta algumas habilidades humanas dificilmente reproduzíveis pelas máquinas. São elas: i) a percepção e manipulação; ii) a inteligência social e iii) a criatividade. A primeira delas, percepção e

manipulação, estaria correlacionada às destrezas manuais; a inteligência social remete às diferentes relações humanas, e, por fim, aparece a criatividade. A criatividade, ou inteligência criativa, está relacionada diretamente à tomada de decisão para a resolução de problemas, que exigirão também o desenvolvimento do pensamento crítico por parte do profissional (Holme, 2019).

Diante disso, diversas metodologias de ensino vêm sendo aplicadas na busca por uma participação mais ativa do aluno nas relações de ensino e aprendizagem. Essas tentativas visam à superação das lacunas deixadas pelos currículos atuais que são refletidas diretamente no perfil do

profissional de Química e na forma de atuação deste cidadão.

Uma das metodologias utilizadas com esse fim é a de Estudos de Caso (EC). Essa metodologia tem como objetivo o desenvolvimento de habilidades de ordem superior, como

[...] diversas metodologias de ensino vêm sendo aplicadas na busca por uma participação mais ativa do aluno nas relações de ensino e aprendizagem. Essas tentativas visam à superação das lacunas deixadas pelos currículos atuais que são refletidas diretamente no perfil do profissional de Química e na forma de atuação deste cidadão.

a tomada de decisão e o desenvolvimento da argumentação. Ela emprega o uso de narrativas – os casos – para ilustrar diversas situações que simulem a vida real dos futuros profissionais e que envolvam os alunos nas questões apresentadas, para que esses busquem caminhos prováveis que levem a uma resolução adequada dos problemas elencados. Como metodologia de ensino derivada da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), os EC apresentam uma nova maneira de se trabalhar conteúdos químicos de forma ativa como meio alternativo às aulas expositivas de cunho tradicional, destacando-se, no entanto, frente a outras propostas, pelo foco no desenvolvimento de habilidades como argumentação, trabalho em equipe, leitura, escrita, entre outros (Sá e Queiroz, 2010).

Neste artigo de revisão, são apresentados dados de uma pesquisa realizada nos cinco últimos anais dos eventos: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), assim como na base de dados dos últimos dez anos da revista Química Nova (QN) e Química Nova na Escola (QNEsc), acerca dos direcionamentos da utilização dessa metodologia no Ensino Superior de Química no Brasil. O ENPEC é um evento bienal promovido pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC). Nesse evento, são discutidos trabalhos de pesquisa em educação nas áreas de química, física, biologia, geociências, ambiente, saúde e áreas afins, com o principal objetivo de favorecer a interação dos pesquisadores dessas áreas. O ENEQ também é realizado a cada dois anos e trata-se de um evento promovido pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), no qual são discutidos os direcionamentos da Educação Química no Brasil, experiências de ensino e formação de professores de Química, com ênfase nos principais avanços e limitações da área. Assim, os anais desses eventos podem ser considerados como potenciais fontes de pesquisa sobre diferentes aspectos da área de Ensino de Química no Brasil. Ademais, foram considerados os periódicos QN e QNEsc, pois estas integram a linha editorial da SBQ e são bases de dados importantes para o campo educacional no contexto nacional.

Nesse cenário, o objetivo desta investigação é realizar um mapeamento dos estudos relacionados ao método de EC na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química, para compreender como essa metodologia de ensino vem sendo investigada e efetivada no contexto das aulas de Química. Como questões de pesquisa, pautamos: Quais são as disciplinas e contextos utilizados nas experiências e pesquisas analisadas? Qual o perfil dos trabalhos apresentados quanto à natureza das pesquisas e à origem geográfica? Quais são as tendências pedagógicas utilizadas? Qual o aporte teórico utilizado para analisar a qualidade da argumentação?

Quais as formas de contribuições e dificuldades atreladas ao emprego dessa metodologia? Entendemos que, dessa maneira, poderemos aprimorar a fundamentação teórica da pesquisa que estamos realizando e apresentar subsídios teóricos para fomentar novos estudos na área.

Referencial teórico

A metodologia de EC aplicada ao Ensino de Química foi relatada pela primeira vez no Brasil em 2007 com a publicação do artigo “Estudos de Caso em Química” na revista Química Nova (Sá, Francisco e Queiroz, 2007). Inicialmente utilizada nas áreas de saúde em nível internacional, essa metodologia ganhou destaque na área de ciências com publicações em periódicos como o *Journal of College Science Teaching* e *Journal of Chemical Education*, ainda nos anos 1990.

Os objetivos da utilização dessa metodologia transpassam somente o aprendizado de um determinado conteúdo. Toda a sequência didática é desenvolvida pautada em uma narrativa que simula uma situação real, descrita com uma ou mais problemáticas a serem resolvidas. Essas narrativas são denominadas “casos” e motivam os aprendizes ao se questionarem como e qual o motivo da ocorrência de certos fenômenos. Além disso, favorece a reflexão dos educandos acerca de possíveis formas de solucionar problemas específicos relacionados à futura prática profissional.

Nesse contexto, o estudante deve se comprometer a buscar meios e informações pertinentes para a construção de uma resolução adequada ao dilema apresentado no caso. Por possibilitar uma atuação mais ativa do estudante na sua própria aprendizagem, os EC podem favorecer o desenvolvimento das chamadas habilidades de ordem superior, que podem ser entendidas como categorias de conteúdos procedimentais e atitudinais (Herreid, 1998; Sá, Francisco e Queiroz, 2007; Sá e Queiroz, 2010; Velloso *et al.*, 2009; Alba, Salgado e Del Pino, 2013), que progredem junto ao crescimento da autonomia do estudante ao exercitar as atividades propostas pela metodologia. Outrossim, o método de EC propicia ao estudante “direcionar sua própria aprendizagem e investigar aspectos científicos e sociocientíficos presentes em situações reais ou simuladas, de complexidade variável” (Sá e Queiroz, 2010, p. 12).

Dessa maneira, é crescente o desenvolvimento de investigações que abordam a argumentação, principalmente no Ensino de Química. Nesse sentido, algumas pesquisas têm se destacado, tais como: a prática da argumentação por meio de interações colaborativas em ambiente virtual (Souza e Queiroz, 2013; Souza, Cabral e Queiroz, 2015) e o método de EC na promoção da argumentação no Ensino de Química (Sá e Queiroz, 2007; Souza e Queiroz, 2013).

[...] o objetivo desta investigação é realizar um mapeamento dos estudos relacionados ao método de EC na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química, para compreender como essa metodologia de ensino vem sendo investigada e efetivada no contexto das aulas de Química.

Nesse cenário, Sá, Francisco e Queiroz (2007) enfatizam o papel da linguagem como componente fundamental para se adquirir conhecimento científico. Além disso, os mesmos autores acreditam que a utilização de casos colabora para o Ensino de Química, favorecendo a análise da dimensão discursiva no contexto escolar.

Nessa linha de pensamento, Silva e Francisco Júnior (2020) consideram que, referente aos casos investigativos, existem várias práticas pedagógicas que beneficiam a comunicação oral e, conseqüentemente, as interações discursivas entre os alunos. “Durante essas interações discursivas, a argumentação pode proporcionar aos estudantes uma reorganização dos enunciados, possibilitando a manifestação do pensamento crítico e a apropriação conceitual” (Silva e Francisco Júnior, 2020, p. 159). Além do mais, “a estratégia de uma atividade utilizando um debate favorece um ambiente propício para que os alunos pratiquem e aprendam a argumentar, ou melhor, que se tornem capazes de reconhecer as afirmações sendo estas contraditórias ou não” (Silva e Francisco Júnior, 2020, p. 159), assim, sendo esse debate coletivo, as ideias poderão ser reformuladas por meio das contribuições dos colegas (Altarugio, Diniz e Locatelli, 2010).

Bianchini (2011) acredita que ações pedagógicas que favorecem a argumentação no contexto escolar podem ser aliadas para a formação de estudantes pensadores críticos, que sejam capazes de utilizar seus pensamentos em favor próprio ou em conjunto, assim como discutir problemas, sugerir soluções e desenvolver diferentes tipos de conhecimentos. Nessa linha de pensamento, a prática da argumentação pode fazer com que os alunos compreendam o conhecimento científico adequadamente, destacando a importância de se trabalhar essa habilidade no Ensino de Química para a apropriação conceitual de diversos assuntos (Sá e Queiroz, 2007).

Metodologia

A fim de compreender como os EC vêm sendo aplicados na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química, foi realizada uma busca nos anais dos eventos ENPEC (2011-2019) e ENEQ (2010-2018), assim como na base de dados da revista QN e QNEsc de 2010 até novembro de 2020, por trabalhos completos e artigos que apresentassem o uso dessa metodologia no Ensino Superior.

Como palavras-chave, foram utilizados os termos “Estudos de Caso”, “Estudo de Caso”, “Estudo de Casos” e “Casos”, de modo a abranger o maior número de trabalhos com a temática, cuja terminologia varia de publicação a publicação, traduzidas do inglês *Case Studies*. Também o uso de mais de uma palavra-chave facilita a diferenciação dos trabalhos que apresentam a metodologia de ensino de

estudos de caso e daqueles que apresentam a metodologia de pesquisa estudo de caso.

As análises dos trabalhos foram inspiradas em referenciais da pesquisa qualitativa, como Bogdan e Biklen (1991). Os autores apresentam que dados textuais podem ser analisados com enfoque na elaboração de categorias de análise. Partindo desse pressuposto, inicialmente foi identificado o número de publicações contendo o emprego dos EC em Instituições de Ensino Superior (IES) com a leitura dos títulos, palavras-chave e resumos. Posteriormente, foi realizada a leitura na íntegra dos textos, para reagrupar os

trabalhos e artigos selecionados de acordo com os objetivos e questionamentos da nossa pesquisa e para um melhor tratamento dos dados. Após, foram elaboradas categorias de análise, sendo estas: Pesquisadores e origem geográfica; Objetivos das pesquisas em termos de habilidades e conteúdos conceituais; Contextos de utilização dos Estudos de Caso; Coleta de dados e referencial teórico para análise da qualidade dos argu-

mentos; Propostas pedagógicas; Formas de contribuições dos Estudos de Caso; Dificuldades atreladas ao emprego da metodologia. Essas categorias de análise foram criadas pelos autores com o objetivo de concentrar neste artigo a essência dos trabalhos e artigos publicados nesses últimos dez anos no ENEQ, ENPEC, QN e QNEsc sobre o uso dos Estudos de Caso para o desenvolvimento da argumentação no Ensino Superior.

Resultados e Discussão

As cinco últimas edições do ENEQ e do ENPEC apresentaram vinte trabalhos completos sobre a aplicação dos EC no Ensino Superior. Na base de dados dos últimos dez anos da revista QN e QNEsc foram identificados nove artigos. Um número pequeno frente à magnitude dos anais dos eventos e do escopo das revistas. É pertinente salientar que nos Anais do XV ENEQ, em 2010, não foram localizados trabalhos com o foco desta pesquisa. Os nove trabalhos publicados no ENEQ, os onze publicados no ENPEC, os quatro artigos na QNEsc e os cinco na QN estão apresentados no Quadro 1, com seus respectivos autores.

Pesquisadores e origem geográfica

A análise realizada nos textos nos permite identificar que os EC vêm sendo aplicado em diversas regiões do Brasil. Percebemos um número significativo de trabalhos e artigos publicados na região Sudeste do país (dezesseis), especialmente no estado de São Paulo, seguidos das regiões Sul e Norte, com cinco pesquisas em cada. Já a região Nordeste, conta com quatro estudos e a região Centro-Oeste, conta com um trabalho do estado do Mato Grosso.

A fim de compreender como os EC vêm sendo aplicados na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química, foi realizada uma busca nos anais dos eventos ENPEC (2011-2019) e ENEQ (2010-2018), assim como na base de dados da revista QN e QNEsc de 2010 até novembro de 2020, por trabalhos completos e artigos que apresentassem o uso dessa metodologia no Ensino Superior.

Quadro 1: Trabalhos e artigos analisados.

Trabalho/ Artigo	Título do Trabalho/Artigo	Autor	Ano	Evento/Periódico
1.	Contribuições da argumentação e do estudo de casos para o ensino de ciências: uma análise sob a perspectiva de Stephen Toulmin	SILVA, A.F.A.; LIMA, C.D.A.; LIBERTO, N.A.; SILVA, S.A.; SOUZA, V.C.A.	2011	ENPEC VIII
2.	As contribuições do método de estudo de casos para o desenvolvimento de habilidades	SILVA, S.; SILVA, A.	2011	ENPEC VIII
3.	Estudo de caso por meio de experimentação: uma atividade para o ensino de métodos eletrolíticos.	FRANCISCO JR., W.	2012	ENEQ XVI
4.	O caso do tacho de cobre: ações e compreensões de professores de Química em formação e o ensino de CTS.	GONDIM, M.; PINHEIRO, J.	2013	ENPEC IX
5.	Estudo de caso na promoção da argumentação colaborativa no ensino superior de química	SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2013	ENPEC IX
6.	A promoção do desenvolvimento de saberes na formação docente de ciências naturais por meio do estudo da realidade local	RIBEIRO, K D. F.; DARSIE, M. M. P.	2014	ENEQ XVII
7.	Análise dos casos com aspectos sociocientíficos produzidos por professores de química em formação inicial	GOMES, A. S.; GONDIM, M. S. C.	2014	ENEQ XVII
8.	Questões sociocientíficas na promoção da argumentação colaborativa no ensino superior de química	SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2014	ENEQ XVII
9.	Uma análise de textos argumentativos de graduandos em química	SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2015	ENPEC X
10.	Casos investigativos e o ensino de cromatografia líquida de alta eficiência	FRANCISCO, W.; BENITE, A.M.	2015	ENPEC X
11.	Estudo de caso baseado em resolução de problemas: uma metodologia para a aprendizagem de corrosão na área de petróleo e gás com alunos do ensino superior	LIMA, K.; SARMENTO, H.V.; CRUZ, M.C.	2016	ENEQ XVIII
12.	Análise de interações colaborativas em ambiente virtual de aprendizagem: foco na argumentação de graduandos em química	SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2016	ENEQ XVIII
13.	Estudo de caso e desenvolvimento da argumentação sobre questões sociocientíficas por estudantes de química geral da Universidade Federal de Viçosa (MG)	SANTOS, M. J.; SILVA, A.; SOUZA, V.C.A.	2016	ENEQ XVIII
14.	Estudo de caso sobre a química dos carboidratos: contribuições para a formação profissional dos estudantes de química da UFRGS	PASSOS, K.; CAMPO, L.F.; PASSOS, C. G.	2016	ENEQ XVIII
15.	Identificação e caracterização de estratégias enunciativas entre estudantes de química em nível superior	SILVA, L. G.; FRANCISCO JR., W.	2016	ENEQ XVIII
16.	Noções básicas de segurança no trabalho com radiações: uma abordagem para calouros por meio do método de estudo de caso	SALGADO, T.D. M.; SILVA, A. D.	2017	ENPEC XI
17.	Resolução de caso investigativo por graduandos em química: habilidades de comunicação em foco	CABRAL, P.F.; SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2017	ENPEC XI
18.	Análise de ações verbais e interações discursivas em uma atividade envolvendo caso investigativo no ensino superior de química	FRANCISCO JR., W.; SILVA, L. G.	2019	ENPEC XII
19.	Estudo de caso como estratégia para desenvolver o pensamento crítico em licenciandos em química	FERNANDES, C.G.; SOUZA, J.A; SUART, R.C.; THOMASI, S.S.	2019	ENPEC XII
20.	Influência de um caso contemporâneo para as discussões e reflexões sobre a natureza da ciência	SILVA, C.M.; AMORIM, G.S.; FIRME, R.D.N.	2019	ENPEC XII

Quadro 1: Trabalhos e artigos analisados (cont.).

Trabalho/Artigo	Título do Trabalho/Artigo	Autor	Ano	Evento/Periódico
21.	Aprendizagem baseada em casos investigativos e a formação de professores: o potencial de uma aula prática de volumetria para promover o ensino interdisciplinar	PIERINI, M. F.; ROCHA, N. C.; SILVA FILHO, M. V.; CASTRO, H. C.; LOPES, R. M.	2015	Química Nova na Escola (QNEsc)
22.	Argumentação de graduandos em química sobre questões sociocientíficas em um ambiente virtual de aprendizagem	SOUZA, N. S.; CABRAL, P. F. O.; QUEIROZ, S. L.	2015	QNEsc
23.	Ambiente virtual de aprendizagem para a aplicação de atividades didáticas pautadas na resolução de estudos de caso	SOUZA, N. S.; CABRAL, P. F. O.; QUEIROZ, S. L.	2018	QNEsc
24.	Análise de interações discursivas e ações verbais entre estudantes do nível superior de química: um diálogo sobre a argumentação e a aprendizagem	SILVA, L. G.; FRANCISCO JR., W.	2020	QNEsc
25.	Estudo de casos na formação de professores de química	PINHEIRO, A. N.; MEDEIROS, E. L.; OLIVEIRA, A. C.	2010	Química Nova (QN)
26.	Produção de casos para o ensino de química: uma experiência na formação inicial de professores	MASSENA, E. P.; GUZZI FILHO, N. J.; SÁ, L. P.	2013	QN
27.	Casos investigativos para a promoção da CSCL no ensino superior de química	CABRAL, P. F. O.; SOUZA, N. S.; QUEIROZ, S. L.	2017	QN
28.	O tema carboidratos através da metodologia de Estudos de caso: desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais	PASSOS, K.; CAMPO, L. F.; DANIEL, D. P.; LIMA, F. S. C.; PASSOS, C. G.	2018	QN
29.	Autoria coletiva em ambiente informatizado no ensino superior de química	SILVA, E. M. S.; LIMA, M. S.; QUEIROZ, S. L.	2019	QN

Fonte: Os autores, 2020.

Na Figura 1, é possível visualizar a distribuição das publicações ao longo dos anos, de acordo com o estado onde foi realizada a pesquisa relacionada ao evento ou revista em que foi publicada.

Nos últimos dez anos, foram encontrados um total de 47 autores distintos (Quadro 1). A autora com maior número de publicações dentro do tema foi Salete Linhares Queiroz com nove, e, em seguida, com sete pesquisas, Nilcimar dos

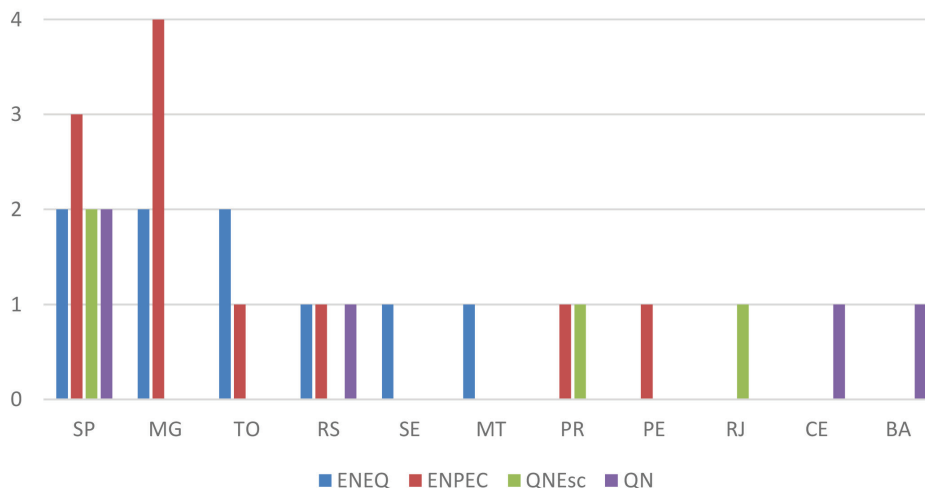


Figura 1: Publicações por estado brasileiro. Fonte: Os autores, 2020.

Santos Souza. Também foram identificados quatro trabalhos com autoria de Welington Francisco Júnior.

Os dados da Figura 1 reforçam os estudos de Sidone, Haddad e Mena-Chalco (2016). Esses autores afirmam que, no Brasil, constata-se uma grande heterogeneidade espacial das atividades de pesquisa científica, na qual o padrão regional da distribuição das publicações e dos pesquisadores é altamente concentrado na região Sudeste, tendo como ênfase as capitais dos estados.

Objetivos das pesquisas em termos de habilidades e conteúdos conceituais

Nos trabalhos e artigos que compuseram o corpus de análise, há registro do uso dos EC em diversas situações do Ensino Superior: alunos de início e final de curso, com atividades desenvolvidas durante uma aula ou durante várias semanas, com foco no desenvolvimento profissional ou pessoal dos discentes.

Os autores das pesquisas analisadas destacaram o uso da metodologia como forma de apresentar uma proposta didática diferenciada, pautada em interações colaborativas entre os estudantes (trabalhos 5 e 18; artigos 23 e 24); de facilitar a apropriação conceitual dos discentes nas aulas de Química (trabalhos 9, 10, 15 e artigos 21 e 25), e de desenvolvê-los como futuros profissionais e cidadãos por meio do trabalho em equipe, da tomada de decisões, da compreensão de conceitos químicos e da busca por informações em fontes relevantes de pesquisa (trabalhos 2 e 14 e artigos 26, 28 e 29).

Também relataram como objetivo a possibilidade de analisar a capacidade dos estudantes de estabelecer relações entre conceitos científicos com uma abordagem humanística (trabalho 3), de proporcionar uma reflexão crítica aos futuros professores sobre a produção de materiais e estratégias de ensino numa perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), como no trabalho 7 ou CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente) como no artigo 19.

Nesse cenário, acreditamos que o desenvolvimento do pensamento crítico é fundamental para que se forme um cidadão reflexivo, o qual tenha a possibilidade de atuar efetivamente na sociedade em que vive com o intuito de tomar decisões, emitir juízos de valor. Assim sendo, as instituições de ensino não podem se limitar a transmitir conceitos e fórmulas científicas nos cursos de Química, mas devem apresentar aos seus educandos atividades práticas e reflexivas (Holme, 2019).

Os EC foram citados como uma alternativa para avaliar o processo de aprendizagem no Ensino Superior e como uma ferramenta capaz de aprimorar a produção de argumentos e a qualidade dos fundamentos apresentados pelos estudantes (trabalhos 1, 2, 5, 8, 9, 12, 13, 18 e 19 e artigos 22, 23, 24, 27, 28 e 29).

No artigo 23, os estudos estavam voltados para a habilidade de argumentação. Essa habilidade é destacada

pelos pesquisadores como sendo de grande importância no aprendizado das Ciências, pois, conforme Souza, Cabral e Queiroz (2015), permite aos alunos “alcançar um entendimento mais amplo e aprofundado sobre o tema em foco” (p. 96), considerando diferentes pontos de vista e fazendo questionamentos uns aos outros.

Nesse contexto, as pesquisas que valorizam o papel da argumentação no processo de ensino e aprendizagem no Ensino de Química têm se destacado no campo educacional (Santos, 2014; Jiménez-Aleixandre, 2014). Essas investigações apontam para a necessidade do desenvolvimento de ações metodológicas “que estimulem a capacidade argumentativa dos estudantes no sentido de promover melhor compreensão acerca da linguagem científica, dos conhecimentos científicos e da própria natureza da construção do conhecimento científico” (Souza e Queiroz, 2016, p. 1). Assim sendo, “a organização de atividades didáticas em que os estudantes tenham oportunidade de praticar a argumentação é desejável” (Souza e Queiroz, 2016, p. 1).

Contextos de utilização dos Estudos de Caso

Com a análise interpretativa das pesquisas analisadas construímos o Quadro 2, que mostra as disciplinas, cursos, conteúdos ou temáticas escolhidas para implementação dos EC.

Notamos uma expressiva contribuição da aplicação dos casos em disciplinas relacionadas à Comunicação Científica (trabalhos 5, 8, 9, 12 e 17 e artigos 22, 23, 27 e 29), destinadas ao desenvolvimento de conteúdos procedimentais por alunos ingressantes nos cursos de Bacharelado em Química e, num patamar menor, nas disciplinas voltadas à formação de professores em cursos de Licenciatura em Química ou áreas afins (trabalhos 2, 4, 6, 7 e artigo 20).

Em disciplinas cuja súmula é voltada para o aprendizado de conteúdos conceituais de Química, destaca-se a Química Geral (trabalhos 1 e 13), cursada por alunos ingressantes na graduação de distintos cursos, e as disciplinas de Química Orgânica (trabalhos 14, 15, 18, 19 e artigo 24 e 28), com casos de narrativas direcionadas às temáticas ambientais ou bioquímicas. Resultado que aponta a versatilidade da metodologia, pois permite que as atividades sejam aplicadas em turmas com perfis heterogêneos de alunos, como nas disciplinas iniciais dos cursos, assim como nas das etapas mais avançadas.

Ainda analisando o Quadro 2, percebemos uma grande variedade de conteúdos ou temáticas trabalhadas nas diversas disciplinas relacionadas aos cursos de Química e áreas afins. Dos 29 conteúdos ou temáticas apresentadas, notamos que seis foram repetidas o que demonstra não a falta de temas a serem abordados, mas a importância dos mesmos para a formação profissional dos estudantes e sociedade. Além disso, verificamos que todos os conteúdos, trazidos à baila

[...] acreditamos que o desenvolvimento do pensamento crítico é fundamental para que se forme um cidadão reflexivo, o qual tenha a possibilidade de atuar efetivamente na sociedade em que vive com o intuito de tomar decisões, emitir juízos de valor.

Quadro 2: Disciplinas, cursos, conteúdos ou temáticas dos EC.

Disciplinas	Cursos	Conteúdos ou Temáticas (Trabalhos/Artigos)
Química Geral	Bacharelado e Licenciatura em Química; Licenciatura em Física; Ciência e Tecnologia de Laticínios e Engenharias; Ciências Biológicas, Ciência e tecnologia de laticínios, Agronomia e Engenharias	Química dos solos (trabalho 1), Contaminação de alimentos por embalagens danificadas (trabalho 13)
Formação profissional e áreas de atuação do Químico	Licenciatura em Química; Química Ambiental	Radioatividade; Indústrias petrolíferas; problemas ambientais; geração de resíduos: descarte e tratamento (trabalho 2)
Química Analítica II e Química analítica Instrumental	Engenharia Biotecnológica; Química Ambiental	Métodos eletrolíticos (trabalhos 3), Método de análise qualitativa e quantitativa do DDT-diclorodifeniltricloroetano (trabalho 10)
Projetos integrados de práticas educativas IV; Práticas de Ensino de Química; Não informado	Química Licenciatura; Ciências Naturais e Matemática; Licenciatura em Química	Tachos de cobre (trabalho 4); Agricultura da Soja (trabalho 6); Vários assuntos relacionados com aspectos sociocientíficos (trabalho 7)
Comunicação Científica; Comunicação e Linguagem Científica; Comunicação e Expressão em Linguagem Científica II	Bacharelado em Química	Toxicidade dos elementos Químicos (trabalhos 5, 8 e artigo 22); Tratamento Químico para rios contaminados (trabalhos 9, 12); Alternativas ao uso das Embalagens de poli(tereftalato de etileno) (trabalho 17); Problemas ambientais causados por um vazamento de petróleo no mar (artigo 23); Embalagens de poli(tereftalato de etileno); combustíveis derivados da cana-de-açúcar; vazamento de petróleo; gordura trans (artigos 27 e 29)
Físico-Química II; Físico-Química Básica I	Licenciatura em Química	Corrosão das tubulações petrolíferas da empresa Petrobrás (trabalho 11); Biodiesel (artigo 25)
Química Orgânica de Biomoléculas; Reatividade de Compostos Orgânicos; Química Orgânica I	Bacharelado e Licenciatura em Química; Química Ambiental	Carboidratos (trabalho 14 e artigo 28); Reações de eliminação e substituição nucleofílica (trabalhos 15, 18 e artigo 24); Hidrocarbonetos, haletos orgânicos, aromáticos e estereoquímica, nomenclatura, propriedades físico-químicas, reações de substituição e adição e mecanismo radiculares e iônicos (trabalho 19)
Segurança em Laboratório Químico	Bacharelado em Química, Química Industrial e Licenciatura em Química	Radioatividade (trabalho 16)
Oficina de Extensão	Licenciatura em Química	Agrotóxicos (artigo 20)
Metodologias Ativas de Ensino e Interdisciplinaridade	Curso de Formação Continuada	Reações de neutralização (artigo 21)
Química Inorgânica Fundamental	Licenciatura em Química	Vários relacionados com a Química Inorgânica fundamental (artigo 26)

Fonte: Os autores, 2020.

pelo método de EC, na sua grande maioria, baseiam-se na vivência do estudante, na sua realidade e no fato de serem futuros profissionais que utilizarão desses conhecimentos e ou habilidades. Dessa forma, as temáticas apresentadas não se limitam à memorização de conceitos ou de fatos que não possuem relação alguma com o cotidiano ou mesmo com tópicos socialmente significativos para o futuro profissional dos educandos.

Assim sendo, os EC podem propiciar a propagação do método que demonstra potencial para romper com a fragmentação do ensino, por intermédio de uma enorme gama de conteúdos e contextos da vivência dos alunos que os levam a ser protagonistas na construção do conhecimento e a serem críticos e reflexivos em relação às questões relacionadas ao mundo que os cerca.

Coleta de dados e referencial teórico para análise da qualidade dos argumentos

Bogdan e Biklen (1991) ressaltam que, em investigações qualitativas, a fonte direta de dados é o ambiente natural e o investigador é o instrumento principal. Dessa forma, os dados recolhidos sempre são complementados pelas informações obtidas do contato direto, que justificam a importância de os investigadores qualitativos frequentarem o local de estudo.

As ferramentas utilizadas pelos autores para coleta de dados foram diversas, principalmente nas aulas conduzidas presencialmente. As mais comuns são questionários, relatórios, diários de bordo, gravações das interações dos alunos e análise de discussões realizadas por meio de plataformas virtuais.

No Quadro 3, estão apresentadas as principais ferramentas utilizadas nos trabalhos do ENEQ e ENPEC, assim como nos artigos da QN e QNEsc, identificados no período analisado, para coleta de dados.

Para o relatório final, indicado no trabalho 13, os autores utilizaram o quadro analítico proposto por Clark e Sampson (2008) para avaliar a qualidade dos argumentos presentes nas propostas de resolução dos alunos. Os autores destacaram a necessidade de utilizar instrumentos metodológicos próprios da análise de discurso para a argumentação, já que ela é uma prática discursiva.

Nesse âmbito, Clark e Sampson (2008) descrevem oito categorias que permitem avaliar de que maneira os alunos conseguem expor e defender seus argumentos frente à situação-problema proposta, bem como avaliar como o argumento foi construído: (i) enunciação de um argumento; (ii) contra-argumento; (iii) refutação dos contra-argumentos; (iv) mudança de argumentos; (v) respaldo de um argumento; (vi) esclarecimento em resposta a uma refutação; (vii) consulta sobre o significado; e (viii) organização da participação.

Essas classes estão presentes no quadro analítico proposto por esses autores e apresentam um movimento discursivo que deve ser analisado com base nessas categorias. Além disso, esse quadro analítico é capaz de avaliar as relações dos argumentos produzidos pelos alunos que estabelecem com o objeto de estudo e a qualidade conceitual presente neles (Clark e Sampson, 2008). O aporte teórico de Clark

e Sampson (2008) foi utilizado nos trabalhos 8, 9 e 12 e no artigo 22 para o mesmo objetivo.

Nas atividades conduzidas em plataformas virtuais, observamos uma coleta de dados voltada à análise das discussões publicadas pelos estudantes em fórum específico. No trabalho 8, as mensagens foram classificadas quanto ao movimento discursivo e à qualidade dos fundamentos. As mensagens de cunho argumentativo foram classificadas quanto à qualidade conceitual. Os autores utilizaram a “Classificação dos movimentos discursivos”, feita de acordo com quadro analítico de Clark e Sampson (2008), e o modelo de estrutura de argumento de Toulmin (2006). As contribuições de Toulmin (2006) serviram de fundamentação teórica para análise da qualidade da argumentação também no trabalho 1 e artigos 22 e 23. No trabalho 17 e artigos 27 e 29, os autores realizaram a análise da dimensão das habilidades de comunicação com as proposições de Soller *et al.* (1998).

Os trabalhos 1, 3, 12, 14, 18 e 20 e artigo 28 descreveram o uso de gravações de áudio e/ou vídeo das apresentações feitas pelos estudantes como principal ferramenta para coleta de dados da pesquisa. Os trabalhos 2 e 15 relataram que, além das gravações, fizeram a transcrição de todo material para análise do conteúdo discursivo. Nos trabalhos 15 e 18 e no artigo 24, os autores citam o uso da ferramenta analítica proposta por Mortimer e Scott (2002), aperfeiçoada pelos trabalhos de Tourinho e Silva (2008) e Tourinho e Silva e Mortimer (2011). “Esta ferramenta descreve e caracteriza as estratégias enunciativas em uma aula de Ciências em diferentes categorias, envolvendo desde os discursos dos participantes até operações epistêmicas que permitem analisar a apropriação conceitual dos estudantes” (Silva e Francisco Júnior, 2016, p. 3).

Propostas pedagógicas

Neste artigo, também foram avaliadas as sequências didáticas empregadas pelos pesquisadores dos vinte trabalhos e nove artigos analisados. Segundo Bogdan e Biklen (1991), a investigação qualitativa é descritiva, logo conhecer as diferentes etapas apresentadas nos trabalhos favorece o enriquecimento da análise realizada. Os dados produzidos pelos pesquisadores incluem transcrições de entrevistas, notas de campo, fotografias, vídeos, documentos pessoais etc.

Segundo Bogdan e Biklen (1991), a investigação qualitativa é descritiva, logo conhecer as diferentes etapas apresentadas nos trabalhos favorece o enriquecimento da análise realizada.

Quadro 3: Ferramentas para coleta de dados.

Método para coleta de dados	Ocorrência	Trabalhos/Artigos
Relatório	9	3, 10 11, 13, 21, 24, 25, 26, 28
Postagens em ambientes virtuais	9	5, 8, 9, 12, 17, 22, 23, 27, 29
Gravações de áudio e/ou vídeo	7	2, 4, 13, 15, 18, 20, 28
Diário de bordo	7	1, 6, 13, 14, 16, 19, 28
Questionário	7	2, 11, 14, 16, 20, 25, 28

Fonte: Os autores, 2020.

Nesses casos, os pesquisadores interessaram-se mais pelo processo que simplesmente pelos resultados ou produtos. Apesar das diferentes sequências didáticas e formas de registro e esquematização dos dados, todas essas pesquisas têm algo em comum: correspondem à definição de investigação qualitativa e incidem sobre diversos aspectos da vida educativa. Entre os 29 trabalhos e artigos publicados desde 2010, nove apresentaram a metodologia aplicada de forma não presencial, por meio de plataformas virtuais próprias das instituições de ensino. A investigação do artigo 21 foi composta por uma parte presencial, e uma parte online, desenvolvida na plataforma Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*).

A preferência por realizar a aplicação dos EC no formato a distância é apresentada nos trabalhos 5, 8, 9, 12 e 17 e artigos 22, 23, 27 e 29 (Quadro 1). Os trabalhos relataram o uso da plataforma *eduqui.info* e tiveram suas pesquisas conduzidas no estado de São Paulo. Segundo Souza e Queiroz (2016), o objetivo do uso dessa ferramenta seria analisar os movimentos discursivos ocorridos no fórum virtual e analisar o quanto eles estariam contribuindo com o aumento da produção de argumentos, em termos de quantidade, qualidade dos fundamentos e qualidade conceitual deles. Além disso, teriam como intuito investigar as interações entre graduandos em Química durante a resolução de casos investigativos de caráter sociocientífico. Os autores também relataram a importância desse tipo de trabalho como forma de valorizar a realidade local durante as discussões em grupo, estabelecendo relações entre contextos científicos e sociais, assim como de incentivar os futuros professores na realização de trabalhos dessa natureza na educação básica.

Como sequência didática, foi proposta a separação dos estudantes em grupos para a realização das atividades, nas quais, ao longo de um determinado período, os estudantes deveriam realizar a leitura e propor soluções para o caso apresentado por intermédio de fóruns da plataforma *eduqui.info*. Em todos os casos, foi avaliada a qualidade da argumentação presente nas produções textuais desenvolvidas.

Pesquisas contemporâneas demonstram que os estudantes realizam mais progressos na construção do conhecimento na medida em que argumentam em torno de um assunto colaborativamente (Munneke *et al.*, 2007). Conforme os pesquisadores, a argumentação colaborativa possibilita que os aprendizes discutam seus conhecimentos incompletos ou conflitantes e utilizem o outro como fonte de informação e avaliação.

Dito isso e ponderando que em salas de aula de Química esporadicamente os estudantes são instigados a tomar posições e a desenvolver argumentos para justificar suas atitudes em contextos de resolução de problemas, de acordo com os investigadores, o trabalho 6 teve como finalidade avaliar debates colaborativos travados no Fórum do ambiente virtual de ensino e aprendizagem *eduqui.info*, tendo em vista a

resolução de problemas autênticos, apresentados a alunos de graduação em Química no formato de casos investigativos (Sá e Queiroz, 2010).

Além da classificação das interações associadas à abordagem argumentativa, os pesquisadores averiguaram, da mesma forma, o aprofundamento e a extensão da argumentação. Para essa finalidade, utilizaram o Quadro Analítico Rainbow, proposto por Baker *et al.* (2007). A pesquisa foi desenvolvida em disciplina de Comunicação Científica oferecida no segundo semestre de duas turmas de um curso de Bacharelado em Química de uma universidade pública brasileira. A disciplina almeja o desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e escrita dos universitários. Nessa disciplina, uma das turmas, composta por 23 estudantes, foi dividida em três grupos: um de dez componentes, outro com sete e o último com seis. Cada grupo foi convidado a resolver um dos seguintes casos investigativos de caráter

Conforme os pesquisadores, a argumentação colaborativa possibilita que os aprendizes discutam seus conhecimentos incompletos ou conflitantes e utilizem o outro como fonte de informação e avaliação.

sociocientífico, disponibilizados no *eduqui.info*: *Dê a Cipreste algo que preste*; *Arquivo X*; *O silêncio das abelhas*. O primeiro deles foi analisado no trabalho 5 e no artigo 22. O exame da atividade, de acordo com os autores, indicou a sua grande potencialidade no fomento da argumentação colaborativa, já

que predominaram as mensagens de caráter argumentativo em todos os grupos, sem que se constatasse a existência de mensagens relacionadas a ações totalmente desvinculadas da tarefa solicitada pelo docente em nenhum deles.

Já nos trabalhos e artigos, cujas atividades foram realizadas de forma presencial, notamos uma grande variedade de propostas para a realização da sequência didática. A predominante, presente nos trabalhos 1, 2, 4, 7, 11, 13, 14 e 16 e artigos 21 e 28, ilustra a proposta de Herreid (1998), com a apresentação do tema e dos casos pelo professor da turma, seguido da resolução por pequenos grupos, apresentação das resoluções para a turma em seminário final e eventual entrega de um relatório para o professor.

O trabalho 1 teve como intuito relacionar os EC e a Teoria da Argumentação de Toulmin (2006), tendo em vista a compreensão do processo de argumentação em ambientes educacionais e os procedimentos para solucionar situações-problema. Assim sendo, os autores procuraram aferir as contribuições do método de EC para o processo de aquisição do conhecimento científico, não só com o objetivo de desenvolver e propagar novas concepções de ensino que guiem e qualifiquem o trabalho docente, mas também como forma de incrementar o desenvolvimento da capacidade de argumentação dos alunos.

Para esses pesquisadores, é de extrema importância que os discentes e os docentes entendam a argumentação como um processo racional, no qual o conhecimento produzido possa ser significativo, além de ser embasado por dados e evidências. Os autores observaram que com o EC apresentado, tendo como base fundamentos da Disciplina de

Química Geral, os universitários, separados em dois grupos, avaliaram o problema apresentado, realizaram discussões, argumentaram, refletiram sem a ajuda dos investigadores, mas consultando diversas fontes até chegarem às suas próprias conclusões. Pela análise dos investigadores, a estrutura dos argumentos construídos possibilitou a verificação de que os dois grupos empregaram vários dados, além de buscarem justificativas aceitáveis, nas quais puderam corroborar suas conclusões. Na maioria das vezes, buscaram, da mesma forma, apoiar suas justificativas em conhecimentos básicos (*backings*), estruturando mais satisfatoriamente suas justificativas. Para os pesquisadores, foi possível identificar os componentes que constituem um argumento, segundo Toulmin (2006): dado, justificativa e conclusão, além de qualificadores, refutações e *backings*, durante a apresentação de cada grupo responsável pela resolução do caso.

Também identificamos a proposta de júri simulado, apresentado pelos trabalhos 6, 10, 15 e 18 e artigo 24, simulando um debate com grupos de posições diversas que deveriam promover o convencimento do júri mediante suas propostas de resolução. O trabalho 20 realizou uma “assembleia geral simulada”, em que os licenciandos foram divididos em três grupos, dois grupos eram os especialistas, que elaborariam os pareceres e o outro representava os agricultores, que deveriam tomar a decisão final depois dos pareceres técnicos. Os grupos dos especialistas receberam diferentes fontes de informação sobre a lei dos agrotóxicos para poderem produzir os pareceres técnicos. Um dos grupos recebeu as fontes de informação a favor da lei, e o outro, contra. A partir daí, foi realizado um debate entre os grupos, que defenderam suas ideias, para que o grupo que representava os agricultores tomasse a decisão final.

Por fim, o trabalho 16 e o artigo 26 elaboraram casos com base nos conteúdos trabalhados nas respectivas disciplinas. O trabalho 16 apresentou uma proposta de elaboração de casos pelos próprios alunos, iniciada por um debate com a temática CTS. O intuito foi motivar alunos da Licenciatura e, portanto, futuros professores, na elaboração de casos e uso da referida metodologia na educação básica. Nesse trabalho, também foi avaliada a relevância de cada um dos casos desenvolvidos pela turma para promover uma reflexão crítica quanto ao ensino CTS.

Para Santos (2007, p.10), “inserir a abordagem de temas CTS no Ensino de Química com uma perspectiva crítica significa ampliar o olhar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e discutir em sala de aula questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais”. Assim sendo, descobrir a associação dos conteúdos científicos com temas CTS de importância social e propiciar momentos em sala de aula com o intuito de discutir tópicos

sociocientíficos são atividades essenciais, tendo em vista o desenvolvimento de uma educação crítica, questionadora do padrão de desenvolvimento científico e tecnológico.

Formas de contribuições dos Estudos de Caso

O trabalho 1 aponta que a vivência dos EC desenvolveu o pensamento crítico dos estudantes. Os autores do trabalho relataram que a metodologia se apresentou como uma estratégia de ensino promotora de discussões com enfoque CTS. Já o trabalho 19 buscou em suas ações pedagógicas o desenvolvimento do pensamento crítico dos estudantes na atividade de caso investigativo proposta em uma perspectiva CTSA.

Na pesquisa realizada no trabalho 3, ao desenvolver a investigação com a temática dos métodos eletrolíticos, os pesquisadores perceberam que os estudantes atingiram os objetivos esperados para o aprendizado do conteúdo e de questões pertinentes aos valores pessoais necessários para a resolução. Ademais, foi possível evidenciar o aprendizado dos estudantes, visto que eles conseguiram explicar o processo de tratamento da água proposto no desafio dos EC.

No trabalho 11, os autores afirmaram que a resolução do caso incentivou os estudantes a serem ativos no processo de aprendizagem e que os debates permitiram a reorganização dos conceitos aplicados a áreas transversais. Além disso, asseveraram que os debates da turma foram bastante ricos, tendo em vista que os alunos buscaram complementar, ou contestar as respostas dos colegas, mostrando uma dinâmica interessante de trabalho.

Entendemos que práticas pedagógicas problematizadoras e investigativas, como o método de EC, são capazes de estimular os estudantes, mediados pelos problemas a serem solucionados, a mostrarem-se como protagonistas ativos na construção da aprendizagem. Nesse tipo de metodologia, os educandos não se constituíram como simples observadores da aula do docente. Além disso, nessa perspectiva de ensino, os alunos são capazes de

estimular habilidades, tais como: capacidade de manipular variáveis, de questionar evidências, de investigar situações controversas, de organizar dados e de comunicar métodos de forma coerente, pensamento crítico, raciocínio, flexibilidade, argumentação, solução de problemas e síntese, assim como autonomia.

O trabalho 13 relatou que os componentes do grupo utilizaram o referencial pesquisado para enriquecer a defesa de suas ideias. Conforme análise de Clark e Sampson (2008), utilizada pelos autores, não houve elementos desconexos com a tarefa, os estudantes fizeram bom uso dos Diários de Bordo, expressaram bem suas ideias oralmente e utilizaram fontes confiáveis de pesquisa. Além disso, os autores

Pela análise dos investigadores, a estrutura dos argumentos construídos possibilitou a verificação de que os dois grupos empregaram vários dados, além de buscarem justificativas aceitáveis, nas quais puderam corroborar suas conclusões. Na maioria das vezes, buscaram, da mesma forma, apoiar suas justificativas em conhecimentos básicos (*backings*), estruturando mais satisfatoriamente suas justificativas.

relataram que os EC teriam sido importantes para a prática de habilidades argumentativas, visto que a qualidade dos fundamentos apresentados pelos estudantes estava abaixo do esperado.

As investigadoras do trabalho 14 relataram que os estudantes avaliaram a metodologia de forma positiva e consideraram que eles desenvolveram habilidades como trabalho em grupo, comunicação oral, capacidade argumentativa, criatividade e criticidade frente a problemas da vida real. Essas mesmas habilidades foram descritas no trabalho 2, acrescidas do relato dos alunos de ampliação da compreensão de conceitos químicos. Como lição aprendida com os trabalhos 2, 13 e 14, os autores descreveram a necessidade de dar um maior direcionamento para os alunos, a fim de que seu desenvolvimento ocorra de forma mais enriquecedora.

As atividades pedagógicas, utilizando o método de EC, propostas nos trabalhos 22, 23, 26, 27 e 29, foram capazes de proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de habilidades como a comunicação científica e o trabalho em grupo. Um dos objetivos dessas propostas investigativas, era aprimorar a capacidade de escrita, leitura e comunicação oral dos estudantes no que se refere aos aspectos gerais da linguagem científica, o que respalda o desenvolvimento de atividades de escrita em grupo. Outra habilidade destacada no artigo 29 é a condução da conversação, em termos da execução e manutenção da tarefa, como também de motivação durante a realização da mesma, seja a partir da formulação de elogios em termos do trabalho executado pelo parceiro, seja a partir da argumentação frente às discordâncias que emergiram.

Os pesquisadores do trabalho 15 afirmaram que os debates possibilitaram uma análise reflexiva das situações-problema, permitindo que os estudantes criassem estratégias de argumentação para os debates. Dessa maneira, em um cenário educacional, suscitar oportunidades de argumentação em sala de aula é proporcionar ao estudante a oportunidade de reflexão sobre fundamentos e a capacidade de construir seu próprio conhecimento (Leitão, 2011).

Nas pesquisas desenvolvidas em plataformas virtuais, destacamos o trabalho 9 que descreveu a ocorrência de muitas mensagens publicadas pelos estudantes, e relatou a inexistência de mensagens classificadas como “fora da tarefa”, conforme definido pelo professor. Todos os grupos inseriram argumentos nas discussões com qualidade conceitual (muitas vezes acima do esperado), mostrando que a atividade favoreceu a produção de argumentos científicos coerentes. Em outro artigo, os mesmos autores relataram que a produção de argumentos aumentou na etapa final com relação à inicial e destacaram a não ocorrência de textos não-normativos, ou seja, de qualidade conceitual zero.

Os resultados do trabalho 9 convergem para outras pesquisas que afirmam que a metodologia de EC é empregada objetivando desenvolver a habilidade de tomada de decisões,

favorecendo a prática da argumentação e do trabalho em equipe (Sá, Francisco e Queiroz, 2007; Sá e Queiroz, 2010). Desse modo, a estratégia de ensino envolvendo o trabalho 10 com os EC se mostrou eficaz, conferindo autonomia aos estudantes na resolução de situações-problema e dando-lhes oportunidade para direcionar a própria aprendizagem, enquanto exploram a ciência presente em situações relativamente complexas.

Tais relatos apontam que os objetivos almejados por cada um dos trabalhos foram atingidos total ou parcialmente, evidenciando as vantagens da aplicação da metodologia de EC para enfoques diversos, sejam eles no desenvolvimento de habilidades e/ou de conteúdos específicos de Química.

Dificuldades atreladas ao emprego da metodologia

Foram relatadas algumas dificuldades na implementação da metodologia vinculadas à má compreensão da proposta, ao perfil dos casos apresentados e ao perfil dos estudantes das atividades.

O trabalho 3 mencionou a preocupação dos estudantes com a linguagem escrita e não com a resolução do próprio caso, caracterizando uma fuga do escopo da

educação científica humanística. Além disso, os autores também destacaram que nem todos os estudantes desenvolveram conhecimentos corretos durante a atividade intelectual. No trabalho 11, os autores expuseram que, apesar da proposta diferenciada, os alunos seguiram com resistência na escrita das reações químicas envolvidas nos processos estudados.

A dificuldade dos estudantes em expressar suas opiniões foi apontada no trabalho 13, já que ao avaliarem a argumentação em sua pesquisa, notaram que apenas sete estudantes conseguiram atingir os níveis mais elevados de argumentos. Alguns alunos chegaram a apresentar o nível zero, ou seja, nenhum fundamento na argumentação.

Na pesquisa 14, os autores relataram que apenas um estudante respondeu afirmativamente que a metodologia contribuiu para seu conhecimento. Os demais apresentaram ressalvas. Como lição aprendida com as pesquisas, descreveram a necessidade de dar um maior direcionamento para os alunos, a fim de que o trabalho ocorra de forma mais enriquecedora.

No trabalho 12, os pesquisadores tiveram como objetivo investigar um EC de caráter sociocientífico, baseado em interações colaborativas realizadas a partir da resolução de problemas autênticos, apresentados a graduandos de Química no formato de casos investigativos no ambiente virtual de ensino-aprendizagem chamado *eduqui.info*. Dessa maneira, os investigadores buscaram analisar, por intermédio das classificações dos dados e averiguações dos debates ocorridos no Fórum do *eduqui.info*, como tais atividades beneficiaram a produção de argumentos e qual a qualidade dos fundamentos e a qualidade conceitual dos mesmos. Assim sendo, chegaram à conclusão de que é preciso sustentar a qualidade conceitual alcançada com a atividade, ao mesmo tempo em que a

Como lição aprendida com as pesquisas, descreveram a necessidade de dar um maior direcionamento para os alunos, a fim de que o trabalho ocorra de forma mais enriquecedora.

qualidade argumentativa deve ser aperfeiçoada almejando o alcance de argumentos com uma melhor estruturação e que se apresentem de forma mais consistente e diversificada.

O trabalho 5 descreveu que nenhum grupo abordou as sete extensões argumentativas propostas em trabalhos anteriores (Sá e Queiroz, 2010). No trabalho 9, os investigadores relataram que alguns estudantes mantiveram poucas extensões de argumentos e, por vezes, alguns repetiam argumentos da mesma natureza ao longo do trabalho. O trabalho 8 apontou a falta de preocupação dos estudantes quanto à estrutura dos argumentos e quanto à busca por diversas fontes de evidências. Segundo os autores, esses resultados indicariam a necessidade de conduzir os estudantes a trabalhar mais intensamente a diversificação da argumentação, bem como melhorar a qualidade de fundamento deles. O trabalho 16 descreveu que a turma que indicou o menor percentual de contribuição dos EC para o estudo da radioatividade foi a que teve o maior número de alunos com conhecimento prévio elevado ou mediano sobre o assunto.

Identificamos um pequeno enfoque sobre as dificuldades de implementação dos EC nos artigos analisados. No artigo 28, os autores descreveram algumas dificuldades enfrentadas para a resolução dos casos propostos na pesquisa, como a elaboração de hipóteses, organização da pesquisa, trabalho em grupo e a defesa de opinião. Essas dificuldades foram associadas à falta de experiência com atividades investigativas durante o processo de formação inicial dos sujeitos da pesquisa.

Conclusão

Frente ao conjunto de trabalhos e artigos analisados, salientamos que a grande maioria das pesquisas foi realizada nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Química e se desenvolveram, majoritariamente, em disciplinas relacionadas com a Comunicação Científica. Além disso, mais da metade das pesquisas foi realizada em instituições de ensino superior da região Sudeste. A autora com maior número de publicações dentro do tema foi Salete Linhares Queiroz com nove, e em seguida, Nilcimar dos Santos Souza com sete.

As pesquisas ponderadas nesta investigação apresentaram natureza qualitativa e mostraram resultados satisfatórios com a implementação dos EC, tanto nas que tiveram como foco a aprendizagem de conteúdos e o aumento da capacidade argumentativa, quanto as que tiveram foco no ensino com perspectiva CTS e CTSA, em aprendizagem humanística e em desenvolvimento de habilidades importantes para os futuros profissionais da Química. Entretanto, é importante ressaltar que os pesquisadores também apontaram algumas dificuldades na aplicação da metodologia, relacionadas, principalmente, com a falta de compreensão da proposta, do conteúdo estudado, com os diferentes perfis dos estudantes e a falta de experiência com atividades investigativas durante o processo de formação inicial dos sujeitos das pesquisas.

Os EC podem ser considerados como uma metodologia versátil, pois foram utilizados em aulas presenciais e com o uso de ambientes virtuais de aprendizagem. Nas duas

modalidades, foram destacados como atividades que têm grande potencial na promoção da argumentação e que os diferentes níveis de aprofundamento e extensão estão relacionados com os diferentes perfis de alunos. Os pressupostos teóricos de Toulmin (2006) e Clark e Sampson (2008) foram os mais citados para análise da qualidade da argumentação. As pesquisas também enaltecem a importância dos EC para promover habilidades de comunicação complementares àquelas tradicionalmente vinculadas ao ambiente acadêmico.

De uma maneira geral, os trabalhos e artigos versaram acerca dos EC relacionados à argumentação, tendo em vista a contribuição desses dois elementos para o Ensino de Química, os EC na promoção da argumentação colaborativa, a análise de textos argumentativos a partir de EC, a análise de interações colaborativas, os EC e desenvolvimento da argumentação. Da mesma forma, pelos dados obtidos, percebemos que, na maioria dos trabalhos analisados, os EC foram bastante relevantes na construção do conhecimento, assim como a argumentação teve papel primordial na resolução das situações-problema propostas, já que os graduandos puderam argumentar, refutar argumentos até chegarem a um consenso.

Nesse contexto, o que pudemos observar pelos resultados obtidos pelos pesquisadores é que os cursos de Ensino Superior de Química precisam possibilitar um processo de ensino e aprendizagem no qual os alunos, por intermédio de vivências formativas dinâmicas e investigativas, sejam motivados na busca pela construção do conhecimento de forma crítica, reflexiva e autônoma. Dessa maneira, os EC e a argumentação, associados, podem trazer diversos benefícios aos educandos. Portanto, acreditamos que a área de Ensino de Química pode investir na realização e divulgação de mais pesquisas sobre os EC e suas contribuições para o desenvolvimento da argumentação, visto que vinte trabalhos e nove artigos é um número pequeno num universo de dez edições de eventos de tamanho prestígio e nos últimos dez anos de publicações de dois periódicos que são bases de dados importantes em contexto nacional.

Agatha Lottermann Selbach (agatha.selbach@hotmail.com), licencianda em Química na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS - BR. **Daniele Prestes Daniel** (daniele.prestes@ufrgs.br), mestranda no Programa de Pós-Graduação em Química na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, RS - BR. **Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro** (professordanielufrgs@hotmail.com), doutor em Educação e Ensino de Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor da Rede Estadual de Ensino do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS - BR. **Camila Greff Passos** (camila.passos@ufrgs.br), doutora em Educação Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora do Instituto de Química (Departamento de Química Inorgânica) da UFRGS. Porto Alegre, RS - BR.

Referências

ALBA, J.; SALGADO, T. D. M. e DEL PINO, J. C. Estudo de Caso: uma proposta para abordagem de funções da Química Orgânica no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia*, v. 6, n. 2, p. 76 - 96, 2013.

- ALTARUGIO, M. H., DINIZ, M. L. e LOCATELLI, S. W. O debate como estratégia em aulas de química. *Química Nova na Escola*, v. 32, n. 1, p. 26-30, 2010.
- BAKER, M.; ANDRIESEN, J.; LUND, K; AMELSVOORT, M. e QUIGNARD, M. Rainbow: a framework for analyzing computer-mediated pedagogical debates. *Computer-Supported Collaborative Learning*, v. 2, n. 2, p. 315-357, 2007.
- BIANCHINI, T.B. *O ensino por investigação abrindo espaços para a argumentação de alunos e professores do ensino médio*. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências), Faculdade em Ciências, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2011.
- BOGDAN, R. e BIKLEN, S. *Qualitative Research for Education*. 1991.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. *Parecer CNE/CES nº 1.303/01*, de 7 de dezembro de 2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química.
- CLARK, D. e SAMPSON, V. Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 45, n. 3, p. 293-321, 2008.
- HERREID, C. F. What Makes a Good Case?. *Journal of College Science Teaching*. v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.
- HOLME, T. Can Today's chemistry curriculum actually produce tomorrow's adaptable chemist? *Journal of Chemical Education*, 96, p. 611-612, 2019.
- JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Determinism and Underdetermination in Genetics: Implications for Students' Engagement in Argumentation and Epistemic Practices. *Science & Education*, v. 23, n. 2, p. 465-484, 2014.
- LEITÃO, S. O lugar da argumentação na construção do conhecimento em sala de aula. In: LEITÃO, S. e DAMIANOVIC, M. C (Orgs.). *Argumentação na escola: o conhecimento em construção*. Campinas: Pontes, 2011. p. 13-46.
- MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.7, n. 3, p. 283-306, 2002.
- MUNNEKE, L.; ANDRIESEN, J.; KANSELAAR, G. e KIRSCNER, P. Supporting interactive argumentation: influence of representational tools on discussing a wicked problem. *Computers in Human Behavior*, v. 23, n. 3, p. 1072-1088, 2007.
- SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*, número especial, 1-12, 2007.
- SANTOS, W. L. P. Debate on global warming as a socio-scientific issue: science teaching towards political literacy. *Cultural Studies of Science Education*, v. 9, n. 3, p. 663-674, 2014.
- SÁ, L. P. e QUEIROZ, S. L. *Estudo de casos no ensino de química*. São Paulo: Editora Átomo, 2010.
- SÁ, L.P; FRANCISCO, C.A e QUEIROZ, S. L. Estudos de Caso em Química. *Química Nova*, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.
- SIDONE, O. J. G.; HADDAD, E. A. e MENA-CHALCO, J. P. A ciência nas regiões brasileiras: evolução da produção e das redes de colaboração científica. *Transinformação*, v. 28, n. 1, p. 15-32, 2016.
- SILVA, L. G. e FRANCISCO JÚNIOR, W. Identificação e caracterização de estratégias enunciativas entre estudantes de química em nível superior. *XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*. Florianópolis, 2016.
- SILVA, L. G. e FRANCISCO JÚNIOR, W. Análise de interações discursivas e ações verbais entre estudantes do nível superior de Química: um diálogo sobre a argumentação e a aprendizagem. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 2, p. 157-165, 2020.
- SOLLER, A.; GOODMAN, B.; LINTON, F. e GAIMARI, R. Promoting effective peer interaction in an intelligent collaborative learning environment. In: *International Conference on Intelligent Tutoring Systems*, 1998, San Antonio. ITS '98 Proceedings of the 4th International Conference on Intelligent Tutoring Systems. Berlin: Springer-Verlag, 1998. p. 186-195.
- SOUZA, N. S.; CABRAL, P. e QUEIROZ, S. Argumentação de graduados em Química sobre questões sociocientíficas em um ambiente virtual de aprendizagem. *Química Nova na Escola*, v.37, n. especial 1, p. 95-109, 2015.
- SOUZA, N. S. e QUEIROZ, S. Estudo de caso na promoção da argumentação colaborativa no ensino superior de química. *IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC)*. Águas de Lindóia, 2013.
- SOUZA, N.S. e QUEIROZ, S. L. Análise de interações colaborativas em ambiente virtual de aprendizagem: Foco na argumentação de graduandos em química. *XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ)*. Florianópolis, 2016.
- TOULMIN, S. E. *Os usos do argumento*. São Paulo, Martins Fontes, 2006.
- TOURINHO e SILVA, A. C. T. *Estratégias enunciativas em sala de aula de química: Contrastando professores de estilos diferentes*. 2008. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas, Belo Horizonte, 2008.
- TOURINHO e SILVA, A. C.T. e MORTIMER, E.F. As estratégias enunciativas de uma professora de química e o engajamento produtivo dos alunos em atividades investigativas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v.11, n. 2, p. 117-138, 2011.
- VELLOSO, A.M.S.; SÁ, L. P.; MOTHEO, A. J. e QUEIROZ, S. L. Argumentos elaborados sobre o tema "corrosão" por estudantes de um curso superior de Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 8, n. 2, p. 593 – 616, 2009.

Abstract: *The Case Studies method in promoting argumentation in Higher Chemistry Education: a bibliographic review.* This article aims to map the studies related to the Case Studies (CS) methodology applied in promoting argumentation in Higher Chemistry Education. For this purpose, we carried out a bibliographic survey in the annals of the National Research Meeting in Science Education (2011-2019) and from the National Chemistry Teaching Meeting (2010-2018), as well as in the database of the periodicals *Química Nova* e *Química Nova na Escola* (2010-2020). With the qualitative analysis undertaken, we identified twenty papers and nine articles on the use of the methodology with students from the Chemistry license and Bachelor courses mostly. The pedagogical proposals used include face-to-face activities and the use of digital platforms. The theoretical contributions proposed by Toulmin (2006) and Clark and Sampson (2008) were the most cited for analyzing the quality of the argument. The results point the effectiveness of the CS method in terms of learning content and developing skills such as argumentative ability, teamwork and autonomy in the search for knowledge.

Keywords: case studies, argumentation, higher education in chemistry