

Estudos de Caso no Ensino de Química e na Educação Ambiental: Possibilidades para o Ensino Superior

Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro^{1*} (PQ), Carla Sirtori¹ (PQ), Camila Greff Passos¹ (PQ). *daniel.azevedo@ufrgs.br

1- Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500. CEP 91501-970. Porto Alegre, RS.

Palavras-Chave: Estudos de Caso, Educação Ambiental, Ensino Superior de Química

Área Temática: Alfabetização Científica, Educação Ambiental e Estudos CTS-CTSA

RESUMO: O objetivo desta investigação é analisar as possibilidades do método de Estudos de Caso (EC) no Ensino Superior de Química e na Educação Ambiental, para trabalhar conteúdos e contextos relacionados com conceitos de Química e Educação Ambiental. Foram analisados, qualitativamente, os EC produzidos pelos estudantes na disciplina Sustentabilidade e Educação Ambiental oferecida no Programa de Pós-Graduação em Química da UFRGS. Verificamos uma multiplicidade de conteúdos e contextos relacionados com o Ensino de Química e temáticas ambientais que poderão ser trabalhados por intermédio dos EC no Ensino Superior. Sobre as disciplinas que os EC poderão ser aplicados, as relacionadas com Química Analítica Instrumental e Introdução à Química Ambiental foram as disciplinas que mais se destacaram. A partir dos EC criados e apresentados pelos estudantes, eles puderam vivenciar, discutir questões, conceitos essenciais de temáticas relacionadas às problemáticas socioambientais.

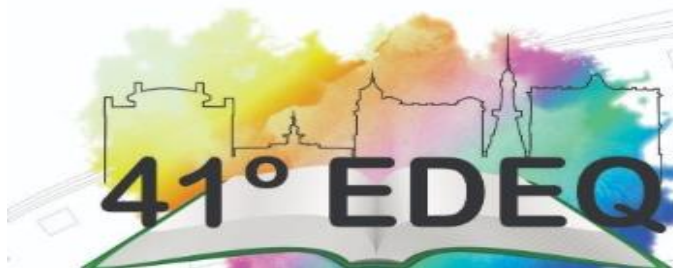
INTRODUÇÃO

Uma das metodologias de ensino utilizadas no Ensino Superior de Química é a de Estudos de Caso (EC) (SÁ; QUEIROZ, 2010). Essa estratégia de ensino emprega o uso de narrativas – os casos – para ilustrar diversas situações que simulem a vida real e que envolvam os alunos nas questões apresentadas, para que estes busquem caminhos prováveis que levem a uma resolução adequada dos problemas elencados. Como metodologia de ensino derivada da aprendizagem baseada em problemas, os EC apresentam uma nova forma de se trabalhar conteúdos químicos de forma ativa como meio alternativo às aulas expositivas de cunho tradicional, destacando-se frente a outras propostas pelo foco no desenvolvimento de habilidades como argumentação, trabalho em equipe, leitura, escrita, entre outros (SÁ; QUEIROZ, 2010).

A experiência no emprego de EC e abordagens de ensino e aprendizagem baseadas em situações de contexto real fazem-nos crer que são eficazes para desenvolver competências e habilidades relativas à resolução de problemas, à tomada de decisão, à capacidade de argumentação e ao trabalho efetivo em equipes e nos revela que a utilização dessas metodologias melhora a compreensão dos aprendizes acerca das relações que há entre ciência, tecnologia e sociedade; coloca os alunos em uma posição de protagonistas no processo educacional; desenvolve habilidades de pensamento crítico, de identificação de questões chaves

Realização

Apoio



e de informações importantes para a resolução dos casos; aperfeiçoa as habilidades de comunicação dos aprendizes, possibilita o compartilhamento de conhecimentos entre eles, trazendo-lhes autonomia (SÁ; QUEIROZ, 2010, SELBACH et al., 2021).

Nesse cenário, acreditamos que a difusão da metodologia de EC no Ensino Superior de Química possa favorecer o aprendizado dos alunos de uma forma mais prazerosa e significativa, oportunizando o desenvolvimento de cidadãos comprometidos com a sociedade em que vivem e capazes de se posicionarem de forma crítica perante a necessidade da tomada de decisões coletivas e prontos a buscarem a sustentabilidade.

Pensando dessa maneira, investigações anteriores nas áreas do Ensino de Química e Educação Ambiental já destacaram as potencialidades de metodologias baseadas em resolução problemas em desenvolver princípios da sustentabilidade e a Educação Ambiental, objetivando a compreensão dos conceitos relacionados com o meio ambiente, sustentabilidade, preservação e conservação com ações que englobam questões econômicas, sociais e ambientais (LIMA; PAZINATO; PASSOS, 2019; RIBEIRO et al., 2022).

Posto isso, o objetivo desta investigação é analisar as possibilidades do método de EC no Ensino Superior de Química e na Educação Ambiental, para trabalhar conteúdos e contextos relacionados com conceitos de Química e Educação Ambiental. Como questões de pesquisa, pautamos: Quais os conteúdos e contextos que o método de EC é capaz de trabalhar? Quais os cursos e disciplinas do Ensino Superior em que os EC poderão ser aplicados? Entendemos que, dessa maneira, poderemos verificar as possibilidades, no Ensino Superior, do emprego de EC para o desenvolvimento de conhecimentos relacionados com o Ensino de Química e Educação Ambiental.

PERCURSO METODOLÓGICO

Neste trabalho, foram analisados qualitativamente (BOGDAN; BIKLEN, 1994), os EC produzidos e apresentados pelos estudantes nas aulas da disciplina Sustentabilidade e Educação Ambiental oferecida no Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Trata-se de uma disciplina eletiva, que visa apresentar tópicos relacionados com a Sustentabilidade e Educação Ambiental na atualidade, enfocando os principais aspectos de questões que envolvem as interações Ciências, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Na figura 1, estão sistematizadas as atividades realizadas em ordem cronológica com indicação das ações desenvolvidas pelos professores responsáveis pela disciplina e pelos alunos. Além disso, com a indicação de que se essas ações foram concretizadas de maneira síncrona ou assíncrona.

Realização

Apoio

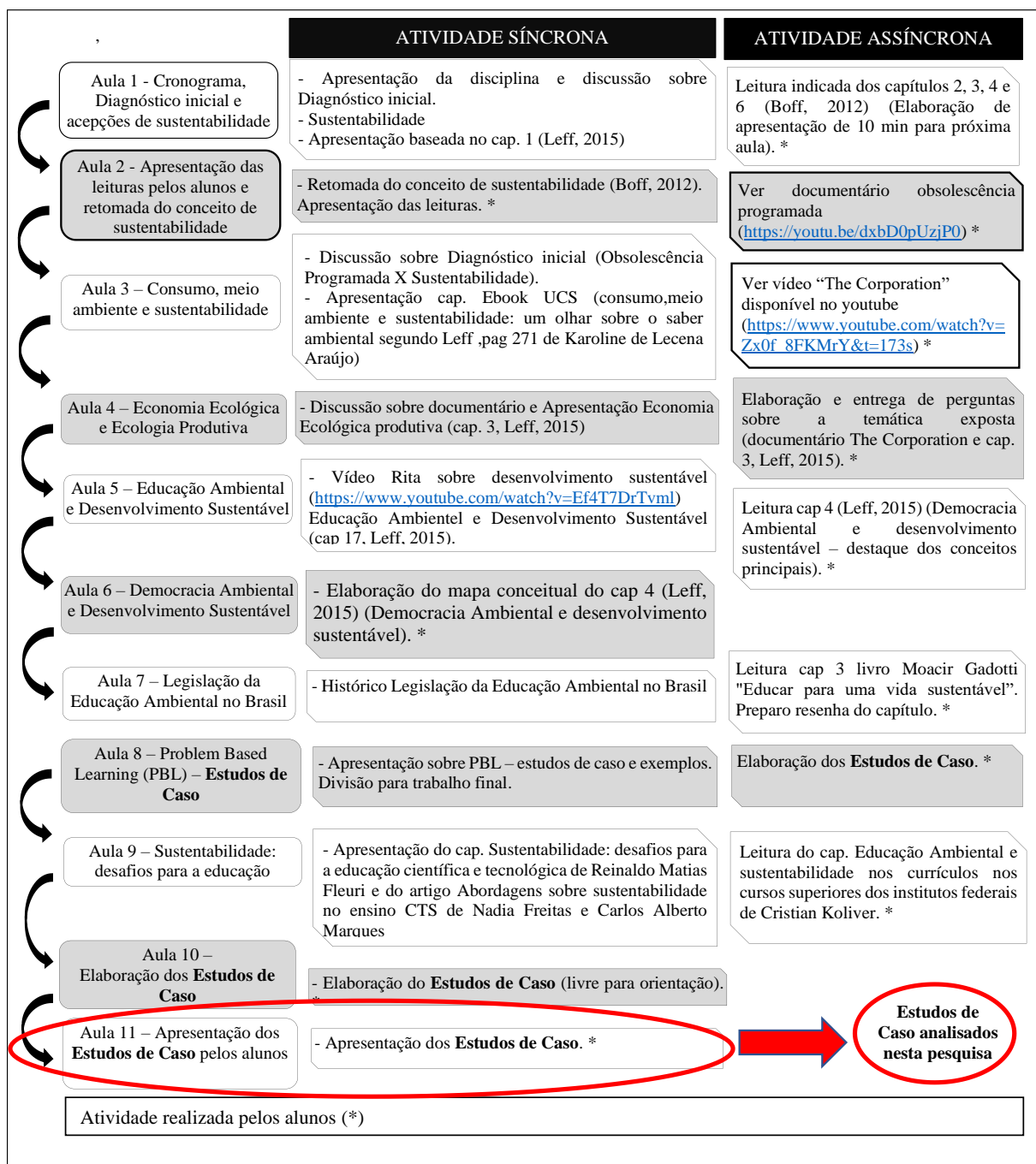
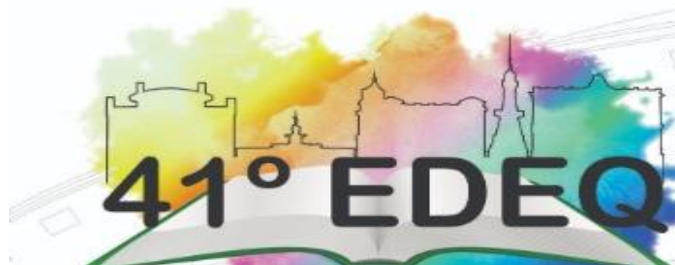


Figura 1: Atividades realizadas em ordem cronológica (Elaborado pelos autores, 2022)

Ao total, analisamos 12 enunciados de Estudos de Caso elaborados ao longo dos três semestres de oferecimento da disciplina, sendo que cada semestre da mesma foi um ciclo completo cumprindo a totalidade dos itens presentes na súmula da disciplina, como carga horária, ementa, objetivo, conteúdo programático

Realização

Apoio



e avaliações. A atividade de apresentação e entrega dos Estudos de Caso elaborados ocorreu na Aula 11, como ilustrado na Figura 1.

As categorias de análises (BOGDAN; BIKLEN, 1994) utilizadas para caracterizar os EC produzidos pelos estudantes foram pautadas pelas questões de pesquisa, sendo estas: Conteúdos e Contextos; Cursos e Disciplinas.

CONTEXTO E PARTICIPANTES DA PESQUISA

Para apresentarmos o contexto e participantes da pesquisa, situamos que, em decorrência do agravamento da pandemia da COVID-19 em 17 de março de 2020, as atividades que foram descritas e analisadas no presente estudo sucederam-se na forma de Ensino Remoto Emergencial, seguindo orientações previstas em resoluções e normativas definidas pelo Ministério da Educação e Pró-reitoria de Graduação da Universidade, conforme os protocolos definidos pelo governo federal, assim como pela comissão de biossegurança da instituição.

Nesse cenário, foram analisados três semestres, no formato desse tipo de ensino, da disciplina Sustentabilidade e Educação Ambiental oferecida no PPGQ nos períodos de 21 de julho de 2020 a 29 de setembro de 2020 (Semestre 1); 09 de março de 2021 a 18 de maio de 2021 (Semestre 2) e 18 de agosto de 2021 a 03 de novembro de 2021 (Semestre 3). As aulas se sucederam na plataforma digital Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment). Dentro dessa plataforma, existem muitos recursos disponíveis, assim, os professores formadores da disciplina puderam criar salas de estudo, disponibilizar os materiais didáticos, realizar avaliações, propor discussões e as mais diversas interações entre os alunos.

Participaram da pesquisa 30 estudantes de mestrado e doutorado do IQ-UFRGS, os quais assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando a utilização do conteúdo dos questionários e das produções da disciplina Sustentabilidade e Educação Ambiental nos trabalhos que dela derivassem. Desses 30 alunos, mais da metade (17) são alunos oriundos do curso de doutorado e os outros 13 nível mestrado. Com idade mínima de 22 anos, máxima de 60 e média de 30 anos.

Além disso, a distribuição das áreas de pesquisa dos sujeitos do presente estudo é diversificada, com destaque para as áreas de Ensino e Analítica (Figura 2). A heterogeneidade das áreas de conhecimentos da Química pode explicar a diversidade de conteúdos e contextos em que os EC produzidos pelos alunos poderão ser trabalhados.

Realização

Apoio

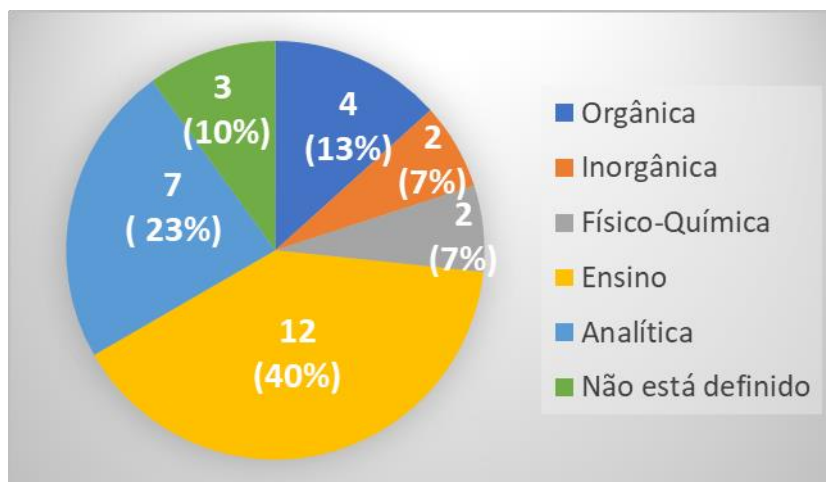


Figura 2: Proporção da divisão das áreas de pesquisa da amostra geral de alunos (Elaborado pelos autores, 2022)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas aulas 8 (Figura 1), de cada semestre da disciplina, as docentes embasaram os cursistas sobre o *Problem Based Learning* (PBL), exemplificando o que é esse método, suas variações, além de esclarecerem qual o conceito de EC, estratégias para sua utilização no ensino de Ciências. Deram, também, exemplos de aplicação de EC no Ensino Superior e o que se deve levar em consideração para se elaborar um “bom” caso (HERREID, 1998).

De forma assíncrona, as professoras solicitaram a leitura de dois artigos: “O tema carboidratos através da metodologia de EC: desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais”, de Kamila Passos e colaboradores (PASSOS *et al.*, 2018) e “Argumentos elaborados sobre o tema “corrosão” por estudantes de um curso superior de Ciências”, de Ana Maria de Souza Velloso e colaboradores (VELLOSO *et al.*, 2009). A partir disso, também foi requisitada a elaboração de casos pelos cursistas.

No final dessas aulas, foi requisitada a elaboração e apresentação de um enunciado de Caso para ser aplicado em um Componente Curricular do Ensino Superior, relacionado com as perspectivas ambientais trabalhadas na disciplina Sustentabilidade e Educação Ambiental. Para isso, os alunos de cada ciclo da disciplina foram divididos em grupos e apresentaram esses trabalhos solicitados na última aula de cada respectivo semestre. A síntese dos EC produzidos e algumas análises dos mesmos estão descritas no Quadro 1.

Realização

Apoio

Quadro 1: Estudos de Caso produzidos pelos alunos (Elaborado pelos autores, 2022)

Estudo de Caso	Conteúdo/contexto	Curso que poderá ser aplicado	Disciplina que poderá ser aplicado
A) Carnaval sem glitter?	Estudo de poluentes e contaminantes do meio ambiente; Análise química ambiental; Resíduos industriais: definições e tratamento; Polímeros naturais e sintéticos; Reações de polimerização (adição e condensação)	Químicas (Licenciatura, Bacharelado, Industrial)	Introdução à Química Ambiental
B) Espuma vermelha em Arroio em Encantado	Contaminação em águas em contexto industrial e legislação ambiental	Químicas (Licenciatura, Bacharelado, Industrial)	Introdução à Química Ambiental
C) Contaminação de agrotóxico pela maçã	Propriedades, características, toxicologia, biotoxicidade; Síntese de compostos orgânicos; Alternativas ao uso de agrotóxicos; Introdução aos sistemas agroecológicos; Problemas socioambientais causados por agrotóxicos	Químicas (Licenciatura, Bacharelado, Industrial) Engenharia Química	Química Orgânica 2
D) Complexo Termelétrico de Candiota e a poluição atmosférica	Gases Industriais (aplicação e fabricação); Poluentes atmosféricos (origem e controle); Poluentes industriais detecção e eliminação)	Químicas (Licenciatura, Bacharelado, Industrial), Engenharia Química	Tecnologia Inorgânica
E) Tecnologia do Lixo	Lixo e reciclagem; Alagamento de ruas das cidades nos períodos chuvosos	Químicas (Licenciatura, Bacharelado, Industrial)	Introdução à Química Ambiental
F) O prejuízo vem de onde?	Síntese e funções e reações orgânicas; Processos industriais, Reatividade de Compostos; Equilíbrio Químico; Comportamento ácido-base; Propriedades Físico-Químicas; Equipamentos de Segurança; Bioquímica, Toxicidade; Problemas socioambientais causados por agrotóxicos	Químicas (Licenciatura, Bacharelado, Industrial), Engenharias (Ambiental, Química, Alimentos), Nutrição, Agronomia	Várias disciplinas
G) Destrua o patriarcado, salve o Planeta!	Poluição ambientais e plásticos (polímeros)	Químicas (Licenciatura, Bacharelado, Industrial)	Introdução à Química Ambiental
H) Contaminação do solo	Consequências da presença de cromo na água e nos alimentos;	Químicas (Licenciatura,	Introdução à Química Ambiental

Realização

Apoio

	importância da fiscalização; protocolos adequados para orientar a população;	Bacharelado, Industrial)	
I) Energia Solar	Energias renováveis	Químicas (Licenciatura, Bacharelado, Industrial)	Introdução à Química Ambiental
J) Soja + Mel + Uva, uma conta que não está fechando	Técnicas de análise química instrumental (Cromatografia); Problemas socioambientais causados por agrotóxicos	Químicas (Licenciatura, Bacharelado, Industrial), algumas Engenharias	Relacionadas com Química Analítica Instrumental
K) O plástico em embalagens de alimentos por delivery	Materiais poliméricos	Química Licenciatura	Introdução a Polímeros
L) Inseticidas que matam as abelhas são usados indiscriminadamente em lavouras? Alerta!	Técnicas de análise química instrumental (Cromatografia); Problemas socioambientais causados por agrotóxicos	Químicas (Licenciatura, Bacharelado, Industrial), algumas Engenharias	Relacionadas com Química Analítica Instrumental

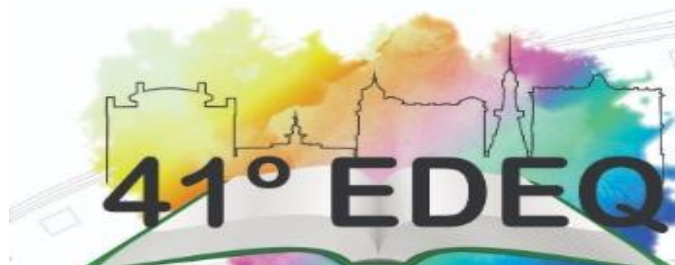
CONTEÚDOS E CONTEXTOS

Verificando os EC produzidos pelos cursistas (Quadro 1), percebemos uma multiplicidade de conteúdos e/ou temáticas ambientais que os EC objetivam trabalhar. Dessa maneira, 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” (SELBACH *et al.*, p. 44, 2021).

Sobre essas possibilidades de contextos que os EC poderiam desenvolver no Ensino Superior, destacamos que o estudo dos diferentes tipos de poluentes (Casos A, D e G) e o estudo de diferentes tipos de polímeros (A, G e K) tiveram três reproduções nos EC analisados. Além disso, é pertinente destacarmos que os problemas socioambientais causados por agrotóxicos se repetiram quatro vezes, como temática ambiental, nos Casos C, D, J e L (Quadro 1). Entendemos que essa repetição não demonstra a falta de temas a serem abordados, mas a importância do mesmo para a formação profissional dos estudantes e sociedade. Como sabemos, a utilização de agrotóxicos está associada ao constante crescimento da população mundial. Assim sendo, a produção agrícola necessita ser mais eficiente, utilizando fertilizantes e agrotóxicos, segundo a justificativa de produtores desses produtos químicos. Contudo, o uso de agrotóxicos traz danos à saúde humana e ao meio ambiente. (RIBEIRO, 2018). Nesse sentido, não teremos sustentabilidade sem a eliminação ou redução dessas substâncias químicas. Assim, a agricultura sustentável deve ser cada vez mais difundida e utilizada na sociedade.

Realização

Apoio



CURSOS E DISCIPLINAS

Ainda analisando o Quadro 1 quanto às disciplinas que os EC poderão ser aplicados, verificamos a indicação de uma variedade de disciplinas do Ensino Superior relacionadas aos cursos de Química, Engenharias, Nutrição e Agronomia. Esses dados são similares a estudos anteriores de Selbach et al. (2021) que verificaram a gama de possibilidades de conteúdos e/ou temáticas nas diversas disciplinas relacionadas aos cursos de Química e áreas afins que podem ser abordadas pelo método de EC,

Os Casos C, D e K poderão ser direcionados para as disciplinas de Química Orgânica 2, Tecnologia Inorgânica e Introdução a Polímeros, respectivamente. Os EC J e L repetiram a possibilidade de disciplinas relacionadas com Química Analítica Instrumental em que poderão ser trabalhados. Fato que pode ser explicado por quase um quarto dos participantes do estudo serem oriundos da Química Analítica como área de pesquisa (Figura 2). Metade dos EC (A, B, E, G, H e I) produzidos foram identificados como possíveis de serem abordados na disciplina de Introdução à Química Ambiental. Entendemos que os alunos não puderam perceber que as questões ambientais podem e devem ser trabalhadas em várias disciplinas do Ensino Superior. Apenas o EC F contemplou essa possibilidade.

Nessa linha de pensamento, acreditamos que é necessário que a universidade possua, em todos os seus cursos de graduação, disciplinas que tratem da temática ambiental e sustentabilidade. Isso se deve ao fato de a sociedade precisar de profissionais e gestores de distintas áreas com formação acadêmica e conhecimento em meio ambiente, sustentabilidade, além de responsabilidade socioambiental. O engajamento do profissional com essas temáticas é que fará a distinção no mercado de trabalho, assim como nos cuidados que ele terá perante os impasses e desafios para a preservação do planeta.

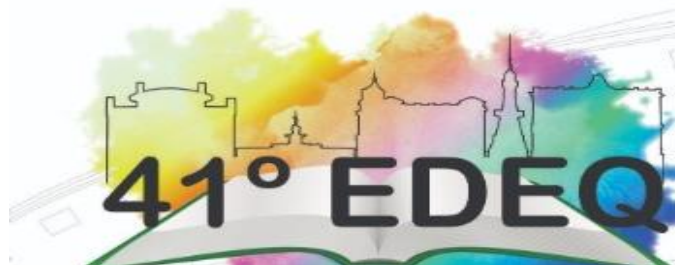
ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O objetivo desta investigação foi analisar as possibilidades do método de Estudo de Caso no Ensino Superior de Química e na Educação Ambiental, para trabalhar conteúdos e contextos relacionados com conceitos de Química e Educação Ambiental. Como questões de pesquisa, pautamos: Quais os conteúdos e contextos que o método de EC é capaz de trabalhar? Quais os cursos e disciplinas do Ensino Superior em que os EC poderão ser aplicados?

Verificamos uma multiplicidade de conteúdos e contextos relacionados com o Ensino de Química e temáticas ambientais que poderão ser trabalhados por intermédio dos Estudos de Caso em algumas disciplinas do Ensino Superior relacionadas aos cursos de Química, Engenharias, Nutrição e Agronomia. As possibilidades que mais se destacaram em nossa averiguação foram: estudo dos

Realização

Apoio



diferentes tipos de poluentes; estudo de diferentes tipos de polímeros e os problemas socioambientais causados por agrotóxicos.

Além disso, sobre as disciplinas do Ensino Superior em que os Estudos de Caso poderão ser aplicados, as relacionadas com Química Analítica Instrumental e Introdução à Química Ambiental foram as disciplinas que mais se destacaram, sendo que, essa última, foi destacada na metade dos Estudos de Caso analisados (seis).

Acreditamos que, a partir dos Estudos de Caso criados e apresentados pelos estudantes, eles puderam vivenciar, discutir questões, conceitos essenciais de temáticas relacionadas às problemáticas socioambientais. Dessa maneira, favoreceram e incentivaram os cursistas a terem um posicionamento mais conciso e coerente no que diz respeito à criticidade e reflexão sobre possibilidades do uso dessa metodologia pedagógica, no Ensino Superior, para trabalhar questões de Educação Ambiental e Ensino de Química.

REFERÊNCIAS

- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. Características da investigação qualitativa. In: **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto, Porto Editora, 1994. p.47-51.
- HERREID, C. F. What Makes a Good Case?. **Journal of College Science Teaching**. v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.
- LIMA, F. C., PAZINATO, M. S.; PASSOS, C. G. A metodologia de Resolução de Problemas para aprendizagem do conceito de sustentabilidade no contexto da Educação Inclusiva. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12., 2019, Natal. **Atas...** Rio Grande no Norte: Natal, 2019.
- PASSOS, K.; CAMPO, L. F.; DANIEL, D. P.; LIMA, F. S. C.; PASSOS, C. G. O tema carboidratos através da metodologia de Estudos de Caso: desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. **Química Nova**, São Paulo, v. 41, n. 10, p. 1209-1217, dez. 2018.
- RIBEIRO, D. C. A. **A temática agrotóxicos e a metodologia da resolução de problemas no ensino de ciências**. 1 ed. Curitiba: Appris, 2018. 161 p.
- RIBEIRO, D. C. A.; SALGADO, T. D. M.; SIRTORI, C.; PASSOS, C. G. Sustentabilidade e Educação Ambiental no Ensino de Química: contribuições para a tomada de consciência sobre agricultura sustentável. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 160-172, maio. 2022.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de química**. São Paulo: Editora Átomo, 2010.
- SELBACH, A. L.; DANIEL, D. P.; RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G. O método de Estudos de Caso na promoção da argumentação no Ensino Superior de Química:

Realização

Apoio



41º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

Celebrar a vida

14 e 15 de outubro de 2022

uma revisão bibliográfica. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 43, n. 1, p. 38-50, fev. 2021.

VELLOSO, A. M. S.; SÁ, L. P.; MOTHEO, A. J.; QUEIROZ, S. L. Argumentos elaborados sobre o tema “corrosão” por estudantes de um curso superior de Ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 593-616, 2009.

Realização



Apoio



Página
| 10