



O desenvolvimento de habilidades no Ensino Superior de Química: a metodologia de Estudo de Casos aliada à Educação Ambiental

Guilherme Lopes Dorneles^{1*} (IC), Juliana Lisiane Vestfahl¹ (PG), Carla Sirtori¹ (PQ), Daniel das Chagas de Azevedo Ribeiro¹ (PQ), Camila Greff Passos¹ (PQ).

guilherme.dorneles12@gmail.com

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: Educação Ambiental

RESUMO: O objetivo desta investigação é verificar possíveis habilidades que podem ser desenvolvidas no Ensino Superior de Química com o emprego da metodologia de Estudos de Caso (EC) aliada à 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. Os dados permitem afirmar que os estudantes percebem a contribuição do método de EC para a possibilidade do desenvolvimento de algumas habilidades importantes para formação de cidadãos e na capacidade de tomada de decisões. Entre essas habilidades, as de trabalho em grupo e argumentação foram as mais citadas. Existem habilidades que podem ser desenvolvidas no Ensino Superior de Química com o emprego da metodologia de EC aliada à Educação Ambiental, como podemos observar com o presente estudo.

INTRODUÇÃO

Acreditamos que é necessário que o Ensino de Química, tendo em vista o progressivo engajamento mundial referente às questões ambientais, favoreça o crescimento dos processos por meio dos quais o cidadão estabeleça valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências relacionados à conservação do meio ambiente, bem que é de utilização comum do povo. Isso pode ser desenvolvido com a Educação Ambiental nas escolas e nas instituições de ensino superior, uma vez que o debate de questões sociais, associado ao Ensino de Química, exerce relevante função na formação de cidadãos, na aquisição de habilidades básicas e no desenvolvimento da capacidade de tomada de decisões.

Sabemos que o problema ambiental é objeto de grande inquietação de ambientalistas, além de sociedades e governos, em razão das graves questões ambientais relacionadas às atividades industriais, agrícolas e urbanas, a saber, entre tantas, a poluição da água e da atmosfera, o desaparecimento de espécies da fauna e flora, a contaminação e desgaste do solo, assim como as mudanças ocorridas no clima (BOFF, 2012, LEFF, 2015).



Por tudo isso, o envolvimento cada vez mais crescente com os problemas do meio ambiente tem demandado dos seres humanos o desenvolvimento de capacidades reflexivas e atitudinais, as quais preparam os indivíduos para criticar e julgar diferentes situações do cotidiano, até mesmo as que compreendem a ciência, a tecnologia e o ambiente (BERBEL, 2011, LEFF, 2015).

Dessa maneira, a Educação Ambiental faz-se importante, tanto no ensino superior como no ensino básico, como ferramenta de conscientização e reflexão, para que haja uma mudança comportamental, visando ao desenvolvimento sustentável e à preservação do meio ambiente com o intuito de formar cidadãos cômicos da necessidade de criarem hábitos que promovam a preservação ambiental.

Assim sendo, o ensino superior e o ensino básico são espaços que favorecem o estabelecimento de conexões e informações, como uma das possibilidades para criar condições e alternativas que incitem os educandos a terem concepções e posturas cidadãs, conscientes de suas responsabilidades e, sobretudo, identificarem-se como integrantes do meio ambiente. A educação formal continua essencial para o desenvolvimento de valores e atitudes comprometidas com a sustentabilidade ecológica e social (BOFF, 2012, LIMA, 2004).

Tendo em vista as características de uma metodologia ativa como a do Estudos de Caso (EC), percebemos que, no que concerne à Educação Ambiental, o Ensino de Química pode levar os acadêmicos a pensar, refletir, questionar por intermédio de uma situação atual do seu cotidiano, chegando às suas próprias conclusões, adquirindo valores e participando ativamente da sociedade em que vivem, tomando consciência dos problemas ambientais que afetam o país e o mundo.

O método de EC é uma variação do método Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), do inglês “Problem Based Learning (PBL)”. Essa metodologia dá aos estudantes a possibilidade de conduzir sua própria aprendizagem, à medida que exploram a ciência envolvida em situações relativamente complexas (HERREID, 1998, SÁ; QUEIROZ, 2010). Ao passo que o objetivo do modelo original do ABP é, essencialmente, a aprendizagem do assunto científico, os casos são mais comumente utilizados para ensinar habilidades para tomada de decisão a profissionais. A utilização de casos é a instrução pelo uso de narrativas sobre indivíduos enfrentando decisões ou dilemas. Quando se aplica esse método, o estudante é incentivado a se familiarizar com personagens e circunstâncias mencionados em um caso, a fim de entender os fatos, valores e contextos nele presentes com o intuito de solucioná-lo (HERREID, 1998, SÁ; QUEIROZ, 2010).

Nesse contexto, o objetivo desta investigação é verificar possíveis habilidades que podem ser desenvolvidas no ensino superior de Química com o emprego da metodologia de EC aliada à Educação Ambiental.



METODOLOGIA

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). 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.

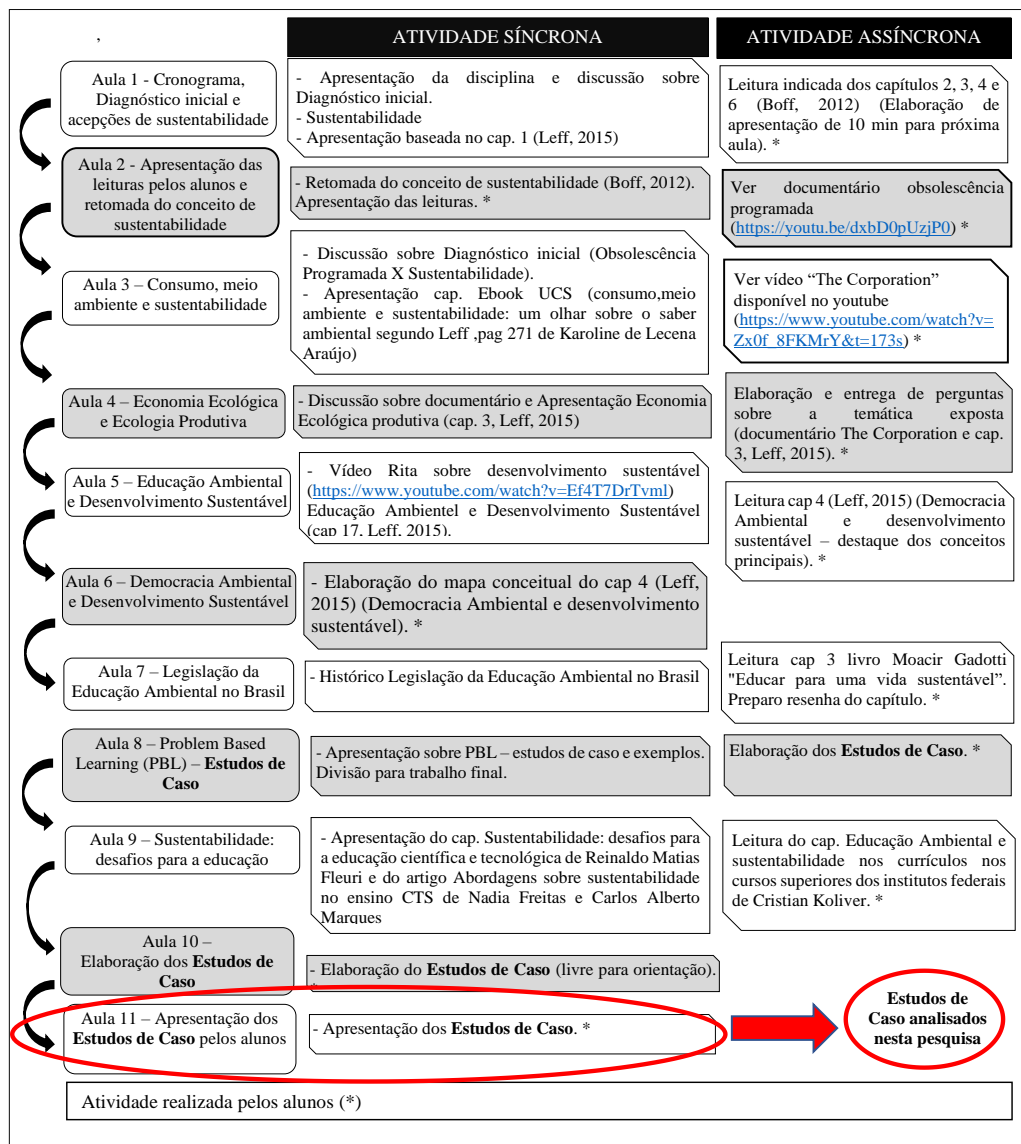


Figura 1: Atividades realizadas em ordem cronológica



Sobre a disciplina supracitada, 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).

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

Referente ao contexto e aos 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 Esclarecido¹, 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.

Além disso, a distribuição das áreas de pesquisa dos sujeitos do presente estudo é diversificada, com destaque para as áreas de Ensino e Analítica com 12 e 7 alunos respectivamente. Além do mais, tivemos 4 estudantes com a área de pesquisa denominada Orgânica, 2 alunos da Inorgânica, outros 2 da Físico-Química e 3 não especificaram suas áreas de pesquisa.

¹ Número do Parecer de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS: 5.566.650.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

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).

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 as habilidades e atitudes que podem ser contempladas com a aplicação de cada Caso estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1: Estudos de Caso produzidos pelos alunos

Estudo de Caso	Habilidades e atitudes que pretendem contemplar com a aplicação do caso
A) Carnaval sem glitter?	Analisar textos científicos, jornalísticos, leis ou resoluções, assim como, estabelecer relações entre eles; Percepção da importância da discussão do tema; Desenvolver habilidades de realizar trabalhos em grupo; Desenvolver habilidade de comunicação oral e escrita; Habilidade de argumentação; Habilidades de pensamento crítico.
B) Espuma vermelha em Arroio em Encantado	Habilidade de pesquisa; Explicar as legislações; Compreender o conceito de contaminantes; Utilização da ferramenta de localização e mapas “Google Earth”; Compreensão e aplicação de instrumentação analítica e da importância da atuação de um profissional de química em investigações.
C) Contaminação de agrotóxico pela maçã	Habilidades de pensamento crítico em relação aos agrotóxicos e sua utilização; Desenvolvimento de profissionais em química com a habilidade de pensar em alternativas para esta problemática; Habilidades de trabalho em grupo; Habilidade de argumentação e exposição assertiva do problema; Habilidade de visualizar e resolver dilemas; Analisar textos científicos, jornalísticos, gráficos e tabelas, assim como estabelecer relações entre eles.
D) Complexo Termelétrico de Candiota e a poluição atmosférica	Desenvolver habilidades de realizar trabalhos em grupo; Obter conhecimento sobre as fontes de energia renováveis. Desenvolver consciência ambiental e habilidades de pensamento crítico; Aplicar os conhecimentos químicos para a tomada de decisões.
E) Tecnologia do Lixo	Capacidade de compreender processos químicos envolvidos na reutilização de resíduos sólidos;



	Mudança de comportamento frente à problemática social, como a coleta seletiva; Importância da tecnologia aliada à ciência para a sociedade.
F) O prejuízo vem de onde?	Vinculação de conhecimentos científicos a respeito dos impactos da produção e uso excessivo de agrotóxicos; Identificação do problema, fomentando a interpretação da leitura do caso, e da situação exposta; Busca por soluções, informações e propostas para resolução do caso; Aptidão para comunicação escrita, visto a elaboração do relatório solicitado para resolução do caso; Habilidade de argumentação e oralidade ao apresentarem as conclusões obtidas com base nas pesquisas e discussões realizadas.
G) Destrua o patriarcado, salve o Planeta!	Discutir assuntos atuais e polêmicos, levando a formação de cidadãos críticos e reflexivos, e contextualizar usando conhecimentos científicos; Habilidade da comunicação oral, a investigação; Desenvolver habilidades de realizar trabalhos em grupo.
H) Contaminação do solo	Compreensão das consequências da não fiscalização nas indústrias; Capacidade de análise do impacto socioambiental em um bairro a partir da contaminação de seu solo.
I) Energia Solar	Reflexão sobre o uso desenfreado e impactos socioambientais causados por combustíveis fósseis; Análise sobre o processo de funcionamento de placas solares; Comparativo entre os tipos de fontes de geração de energia no Brasil e suas vantagens e desvantagens em relação às placas solares.
J) Soja + Mel + Uva, uma conta que não está fechando	Aprendizagem de conteúdos conceituais da Química; Identificar o problema, avaliar informações necessárias/disponíveis para resolvê-lo e defender uma solução/explicação coerente e adequada; Tomada de decisão a partir de um problema real; Desenvolver conhecimentos da área de atuação profissional; Síntese de ideias, discussão de dados e de noções prévias; Habilidades de realizar trabalhos em grupo; Buscar informações para justificar seu ponto de vista, bem como a manipulação e leitura/interpretação de diferentes fontes bibliográficas adequadas (indicadas previamente), inclusive as legislações; Criticidade; reflexão e argumentação; Espírito investigativo e iniciativa na busca de soluções para questões individuais e coletivas relacionadas com a Química; Comunicação e defesa de proposições que envolvem a linguagem científica na forma oral e escrita.
K) O plástico em embalagens de alimentos por delivery	Compreender os tipos de biopolímeros e sua importância; Entender o papel e a influência do avanço tecnológico na sociedade e no meio ambiente; Identificar problemas ambientais, sociais e econômicos gerados pelo descarte incorreto de lixo plástico; Apontar, argumentar e debater soluções para a problemática; Desenvolver a autonomia, a formação crítica e reflexiva, a curiosidade e o senso de coletividade e responsabilidade ambiental dos educandos.
L) Inseticidas que matam as abelhas são usados	Desenvolver o hábito da busca de dados e informações de relevância; Amadurecimento na tomada decisões como futuros profissionais e cidadãos; Leitura e interpretação de textos científicos-tecnológicos; Desenvolver habilidades de realizar trabalhos em grupo;



indiscriminadamente em lavouras? Alerta!	Iniciar elaboração de textos escritos; Habilidade de argumentação; Capacidade de argumentação e escuta do contraditório sem personalidades.
---	---

Após a síntese dessas informações, foi construída a Tabela 1, relacionando o número de aparições para cada habilidade com a respectiva habilidade, utilizando-se a seguinte legenda numérica: 1) Trabalho em grupo; 2) Argumentação; 3) Pesquisa/Investigação; 4) Pensamento Crítico; 5) Comunicação oral; 6) Comunicação escrita; 7) Interpretação e compreensão de textos; 8) Busca de informações.

Tabela 1: Frequência de aparições para cada habilidade com a respectiva habilidade

Habilidade	1	2	3	4	5	6	7	8
Frequência	6	6	5	4	4	4	4	3

Os dados apresentados na Tabela 1 permitem afirmar que os estudantes percebem a contribuição do método de EC para a possibilidade do desenvolvimento de algumas habilidades importantes para formação de cidadãos e na capacidade de tomada de decisões. Entre essas habilidades, as de Trabalho em grupo e Argumentação foram as mais citadas (6 repetições cada). Resultado que não é surpreendente devido à natureza desse tipo de metodologia ativa, a resolução de casos investigativos, entendida por vários autores como promotora da argumentação e pautada fortemente na aquisição e busca por conhecimentos (HERREID, 1998; SÁ; QUEIROZ, 2010, SELBACH *et al.*, 2021).

Nesse contexto, entendemos que os estudantes precisam experimentar esse processo colaborativo, progredindo em direção a um objetivo através de esforços combinados. Acreditamos que as atividades devem ser realizadas em grupo, com ênfase na colaboração entre seus componentes e não no comportamento competitivo deles. Outrossim, as tarefas estão relacionadas ao refletir, conversar, argumentar com o grupo e na divulgação dos resultados para os demais grupos da sala.

A Argumentação, dentro da ideia de habilidades desenvolvidas para o Ensino de Química e a Educação Ambiental, é um importante fator para o enriquecimento intelectual do estudante. Isso se dá pela capacidade de unir o conhecimento adquirido pelo aluno a respeito de determinado tema, bem como sua própria interpretação sobre o assunto, de maneira que sua argumentação se torne um objeto de cunho autoral. Em outras palavras, o domínio da apropriação conceitual, de acordo com Silva e Francisco Júnior (2020), auxiliará na prática e desenvolvimento dessa habilidade. Baseando-se em fatos ou vivências, que por sua vez são condensados com referenciais teóricos ou práticos, o aluno acaba por construir suas próprias ideias e conceitos de forma cada vez mais autônoma.

O Trabalho em grupo se mostra como uma ferramenta necessária na busca por soluções de problemas ou situações que necessitem perspectivas distintas para



ir ao encontro das melhores decisões. Para o Ensino de Química e a Educação Ambiental, este pode ser um forte aliado, uma vez que a prática de atividades que envolvam o trabalho em equipe tende a unir pontos de vista diferentes sobre um mesmo tema, auxiliando na integração de alunos e desenvolvimento de ideias.

Ainda analisando a Tabela 1, verificamos que a habilidade de Pesquisa/investigação teve 5 aparições na análise dos EC produzidos pelos alunos. Além disso, as habilidades de Pensamento Crítico, Comunicação oral, Comunicação escrita e Interpretação e compreensão de textos tiveram 4 aparições cada e a habilidade de Busca de informações com 3 repetições foram citadas como possibilidades de habilidades que podem ser desenvolvidas com o emprego dos EC no ensino superior de Química. Nesse cenário, entendemos que as atividades que envolvem o desenvolvimento de habilidades cujo foco seja o Pensamento Crítico, tendem a valorizar o questionamento e reflexão do estudante diante de uma situação/problema que esteja direta ou indiretamente ligado a questões sociais/ambientais/econômicas, dentro do espectro dos EC (CONRADO; NUNES-NETO, 2018). Dessa forma, busca-se que o aluno consiga organizar, de maneira coerente, os respectivos questionamentos e reflexões sobre determinado tema relacionando-os com o seu conhecimento e experiências, dentro ou fora de sala de aula.

A expressão de opiniões, pensamentos ou ideias deve ser feita da maneira mais precisa e coerente que o indivíduo possa executar. Para tanto, a Comunicação Oral tem papel fundamental dentro do Ensino de Química, uma vez que é através dessa habilidade que a exposição do conteúdo é realizada. Por meio de discussões e debates de ideias, a comunicação oral vai sendo desenvolvida e aprimorada conforme a habilidade vai sendo colocada em prática (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007).

A habilidade de Comunicação escrita acaba sendo desenvolvida ao serem solicitadas demandas que, por óbvio, exijam a escrita. Assim, relatórios, análises e construção de textos críticos ou não, acabam por influenciar nessa habilidade, importante para a exposição de ideias e/ou sínteses. Tal qual as outras habilidades aqui citadas, como a Argumentação e Comunicação Oral, sua repetição acaba por aprimorá-la, de maneira que havendo a complementação com outras habilidades, tenham-se textos mais coerentes e bem construídos (SÁ; FRANCISCO; QUEIROZ, 2007).

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

O objetivo desta investigação foi verificar possíveis habilidades que podem ser desenvolvidas no ensino superior de Química com o emprego da metodologia de EC aliada à Educação Ambiental. Dessa maneira, foram examinados, de forma qualitativa, os EC elaborados e expostos pelos cursistas durante as aulas da disciplina de Sustentabilidade e Educação Ambiental ofertada pelo Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. A partir dessa análise, criamos um quadro com os Estudos de Caso produzidos pelos alunos,



contendo a síntese desses EC e as habilidades e atitudes que poderiam ser abrangidas com o emprego de cada Caso no ensino superior de Química. Feita a síntese dos dados compreendidos no quadro, construímos uma tabela a qual associou o número de aparições para cada habilidade com a respectiva habilidade.

Assim sendo, pudemos verificar quais habilidades os estudantes perceberam durante a atividade, que poderiam ser desenvolvidas no emprego do respectivo Caso apresentado. As habilidades de Trabalho em grupo e Argumentação foram mencionadas 6 vezes. No que tange à Pesquisa/Investigação houve 5 ocorrências. Além disso, as habilidades de Pensamento crítico, Comunicação oral, Comunicação escrita e Interpretação e Compreensão de textos obtiveram 4 aparições. Ademais, a habilidade de Busca de informações foi citada 3 vezes.

Em vista disso, cremos que existem habilidades que podem ser desenvolvidas no ensino superior de Química com o emprego da metodologia de EC aliada à Educação Ambiental, como podemos observar com o presente estudo. Dessa forma, as habilidades mostradas neste trabalho são de suma importância para o desenvolvimento, por intermédio dessa proposta pedagógica ativa, da promoção de trabalho colaborativo, promovendo a argumentação com o intuito de os estudantes adquirirem conhecimento mediante atividades que dizem respeito à ação de refletir, dialogar, argumentar com seus pares, chegar a um consenso para solução de um problema.

REFERÊNCIAS

BERBEL, N.A.N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, v. 32, n. 1, p. 25-40, 2011.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é, o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2012.

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.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018.

HERREID, C. F. What Makes a Good Case?. **Journal of College Science Teaching**. v. 27, n. 3, p. 163-169, 1998.

LEFF, E. **Saber Ambiental**. Petrópolis: Vozes, 2015.

SÁ, L.P.; FRANCISCO, C.A.; QUEIROZ, S. L. Estudos de Caso em Química. **Química Nova**, v. 30, n. 3, p. 731-739, 2007.

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

SILVA, L. G.; 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.