

**UNIDADES TEMÁTICAS: POSSIBILIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO DOS PRINCÍPIOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA****Aline Sobierai Ponzoni<sup>a</sup>, André Slaviero<sup>a</sup>, Camila Greff Passos<sup>a,\*</sup> e Carla Sirtori<sup>a</sup>**<sup>a</sup>Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 91501-970 Porto Alegre – RS, Brasil

Recebido em 02/02/2023; aceito em 05/05/2023; publicado na web 03/07/2023

THEMATIC UNITS: POSSIBILITIES FOR THE DEVELOPMENT OF THE PRINCIPLES OF CRITICAL ENVIRONMENTAL EDUCATION. This work qualitatively analyzes the productions resulting from an extension course, developed with 24 teachers in initial and continuing training. This course was constituted by the (re)construction of knowledge related to Environmental Education (EE), in its critical aspect, to promote the debate on socio-environmental problems, allied to the theme of perfluorinated compounds, as a way of inserting these discussions in basic education, through the construction of teaching materials in the format of Thematic Units (TU). Thus, the objective of this study is to analyze the four TU produced by the course participants, in order to classify such productions supported by indicators and parameters of critical environmental education. Thus, it was possible to observe that most productions significantly contemplated these indicators, demonstrating that the activities and discussions developed enabled teachers to build a critical view of socio-environmental issues and perceptions of the possibility of developing them in the school environment.

Keywords: teacher education; critical environmental education; perfluorinated compounds.

**INTRODUÇÃO**

A atual conjuntura na qual todo o Planeta Terra está inserido, é reflexo direto das ações dos homens – sujeitos pertencentes – que vivem e habitam esse gigante espaço, e que por vezes o chamam de lar. Entretanto, esses atos, posicionam a Terra, ou como denominado por Lovelock<sup>1</sup> e Boff,<sup>2</sup> Gaia, – “[...] entidade complexa que abrange a biosfera, a atmosfera, os oceanos e o solo da Terra; na sua totalidade [...]”<sup>1</sup> – em uma situação de vulnerabilidade e estado de alerta, isso pois, as atitudes da humanidade frente ao meio natural no qual fazem parte, se caracterizam pela forma desrespeitosa e predatória.<sup>3</sup>

Dessa forma, a relação entre ser humano e natureza, em que identifica-se a sobreposição de poderes, no qual o homem acredita ser detentor de todos os recursos pertencentes a Gaia, considerando-se superior a Mãe Terra,<sup>1</sup> é denominado como “Era do Antropoceno”,<sup>4</sup> ou seja, novo período geológico, derivado dos grandes impactos ocasionados pelas ações humanas no planeta.<sup>4</sup> E, devido a esta situação, a Terra e tudo o que a ela pertence encontram-se inseridos em uma crise socioambiental planetária, marcada pelas mudanças climáticas, perda de biodiversidade, poluição, degradação ambiental, assim como sérias problemáticas sociais.

Logo, torna-se urgente mudanças de atitudes e comportamentos, de modo a construir novos paradigmas e modificar as formas de se relacionar com Gaia, fundamentados em valores socioambientais, em uma perspectiva moral, ética, política, ambiental, social, histórica, cultural, econômica e educacional.<sup>5</sup> E assim, para que isso seja efetivado é importante proporcionar uma formação cidadã capaz de promover uma reinterpretação do mundo, visando o bem de Gaia.<sup>1,2</sup>

Nessa perspectiva, a Educação Ambiental Crítica (EAC),<sup>6</sup> inserida no processo de ensino e aprendizagem, torna o ambiente educacional um caminho favorável para as mudanças necessárias. Para tanto, deve apresentar como propósito central a (re)construção de novos saberes e paradigmas, por intermédio da relação dialógica dos sujeitos envolvidos, assim como, a reflexão e o posicionamento crítico dos indivíduos frente a sua realidade local e global.<sup>7</sup>

Amaral e Carniato,<sup>8</sup> afirmam que o “[...] ambiente educacional, como espaço de construção e socialização do conhecimento, tem o papel essencial de formar cidadãos comprometidos com os problemas do mundo em que eles vivem”. Sendo assim, para que as estratégias de ensino pautadas no diálogo sejam mantidas e intensificadas, é imprescindível uma base de formação inicial e continuada, dos docentes atuantes nesse meio, que os oportunize realizar a (re)construção integral das complexas discussões socioambientais que envolvem a humanidade.

Partindo desses pressupostos, identifica-se a imprescindibilidade de incentivar a integração entre os aspectos científicos e socioambientais na prática docente, por meio da inserção, principalmente, de temas relevantes ao qual os indivíduos estão entrepostos, para que assim, seja igualmente desenvolvida e debatida no campo da educação básica (EB), para que esta etapa seja beneficiada com as premissas da EAC.<sup>6</sup>

Como modo de oportunizar a reflexão de professores de diferentes níveis de formação, desenvolveu-se um curso de extensão, para promover o debate sobre a EAC e as problemáticas socioambientais, aliadas a temática dos “compostos perfluorados” (CP), como forma de inserir essas discussões na EB, por intermédio da construção de materiais didáticos no formato de Unidades Temáticas (UT). O curso formativo, denominado “Compostos Perfluorados: Possibilidades e Contribuições de uma Unidade Temática de Educação Ambiental” foi planejado e realizado visando promover o debate e a análise crítica sobre a relação dos CP com a EAC, e a elaboração de UT a partir destes ideais.

Neste sentido, o objetivo deste estudo é analisar as UT produzidas pelos cursistas, de modo a classificar tais produções respaldadas em indicadores e parâmetros da EAC,<sup>9</sup> que serão detalhados no decorrer do artigo. Assim, busca-se responder às seguintes questões de pesquisa: Qual o grau de aproximação dos materiais didáticos produzidos no curso de formação com a perspectiva da Educação Ambiental Crítica? Quais as possibilidades de atividades sobre a problemática socioambiental CP que podem ser desenvolvidas no ensino de ciências na educação básica, para efetivar a prática crítica da Educação Ambiental?

\*e-mail: camila.passos@ufrgs.br

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### Aspectos principais da educação ambiental crítica: indicadores e parâmetros

A EAC estrutura-se no ideal das interconexões, inter-relações, interações e interdependências existentes entre todos os elementos pertencentes a Gaia, e as multidimensionalidades das esferas que os cercam, bem como, em suas complexidades, ou seja, “[...] uma visão sistêmica de meio ambiente, compreendido em sua totalidade complexa como um conjunto no qual seus elementos/partes interdependentes interrelacionam entre si, entre as partes e o todo, o todo nas partes em uma interação sintetizada no equilíbrio dinâmico”.<sup>10</sup> Desse modo, a EAC busca restabelecer as relações sociais para/com o ambiente, como modo de incentivar e efetivar ações mais harmônicas para assim, romper com processos de apropriação e exploração do ser humano com o meio natural.

Sendo assim, por intermédio do desenvolvimento da EAC, torna-se possível criar caminhos e condições que são capazes de romper com os atuais paradigmas, pautados em modelos lineares e dominantes de exploração da natureza e do quadro insustentável que está instaurado, e assim, transformá-las em uma cultura de participação ética e responsável para o enfrentamento das tais problemáticas.<sup>11,12</sup>

Neste viés, considera-se a relevância de ações formativas e da produção de materiais didáticos que oportunizem momentos de debates, reflexões, estudos e trocas de experiências, para docentes da área das Ciências da Natureza em formação inicial e/ou continuada, como modo de possibilitar meios para uma formação cidadã, e uma percepção de mundo de maneira mais crítica e responsável, visando ações sensíveis para/com a Terra, e assim, exercendo papel social de modo sensível e respeitando o ambiente.

Luz e Tonso<sup>9</sup> construíram sete indicadores e parâmetros da EAC, alicerçados na busca por considerações sobre como a prática crítica da Educação Ambiental (EA) vem sendo realizada e como é possível identificar tais ações. Desse modo, por intermédio de pesquisas bibliográficas e entrevistas com sujeitos atuantes na área, Luz e Tonso<sup>9</sup> propuseram indicadores e parâmetros para nortear a análise das práxis docentes e dos debates acerca das questões acima levantadas.

Os referidos indicadores, estão pautados em concepções complexas no que diz respeito às avaliações na EAC, uma vez que ela não se limita a conteúdos e seus aprendizados de forma única, mas sim na diversidade de estratégias, de maneira flexível e múltipla e, em um processo de humanização, no qual visa identificar como o ser humano estabelece relações com o mundo.<sup>9</sup> Ainda, segundo os autores,<sup>9</sup> para que se desenvolva de maneira correta o processo de avaliação “[...] é central entendê-la em íntima relação com os objetivos da ação ou do processo educativo. Por isso a importância de que a avaliação seja compreendida, em um par dialético, com os objetivos da proposta educacional, na forma da dupla objetivos/avaliação”.<sup>9</sup>

Diante disso, a relação entre os sete indicadores e seus respectivos parâmetros possibilitam caminhos para uma avaliação de EAC, conforme Quadro 1. Por fim, considerando o Quadro 1, Luz e Tonso<sup>9</sup> explicam que “indicadores são elementos que nos mostram algo que não pode ser diretamente observado ou medido. São signos que revelam aspectos de uma determinada realidade [...]” e os “parâmetros são como os limites dos indicadores, dizem-nos de onde para onde um indicador faz sentido e referem-se às características dos indicadores. Os parâmetros nos permitem comparar as possibilidades e os limites de cada indicador”.

Assim, considera-se que os parâmetros e indicadores podem sinalizar para a aproximação ou não das atividades didáticas propostas em materiais didáticos com a EAC. Os sete indicadores e parâmetros de Luz e Tonso<sup>9</sup> foram utilizados por Queiroz e Sacchi<sup>13</sup> no livro denominado “*Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais e na Educação Ambiental*”. A obra busca apresentar relatos da construção e aplicação de estudos de caso, de autoria própria dos docentes da educação básica, como modo de incentivar e estimular tais práticas nas etapas de formação inicial e continuada de professores. Além disso, Sudan e Zuin<sup>14</sup> apresentaram e pautaram a proposta de Luz e Tonso<sup>9</sup> no estudo sobre as potencialidades e desafios de uma ação formativa de caráter socioambiental, para servidores públicos em uma instituição de ensino superior brasileira.

### Compostos perfluorados como temática central

Para o presente estudo, selecionou-se o tema “compostos perfluorados” (CP), em decorrência de seu crescente uso e produção nas últimas décadas<sup>15</sup> e os impactos socioambientais ocasionados em consequência disso. Os CP são compostos orgânicos produzidos industrialmente e utilizados para diversos produtos de consumo diário, devido principalmente, às suas propriedades repelentes de água e gordura.

Assim, em decorrência de suas características físico-químicas, provenientes da presença de ligações de alta energia e estabilidade entre carbono-flúor, os CP são resistentes à hidrólise, fotólise, degradação microbiana e metabolismo de vertebrados. Consequentemente, devido à sua enorme persistência e alta mobilidade, essas substâncias têm causado contaminação global do meio ambiente e dos alimentos nos últimos anos.<sup>16</sup>

Da mesma forma, alguns estudos indicam que a presença de CP pode representar um problema de segurança alimentar, pois há avaliações que consideram que a principal fonte de exposição aos CP são os alimentos contaminados.<sup>16,17</sup> Além disso, o transporte desses compostos pela cadeia alimentar faz com que eles sejam transmitidos a animais que consomem plantas contaminadas por eles e depois a pessoas que, por sua vez, consomem a carne desses animais ou produtos derivados deles.<sup>18</sup>

O ácido perfluorooctanóico (PFOA) e o ácido perfluorooctanosulfônico (PFOS) são os CP mais abundantes e comuns na biota e nos seres humanos. Esses compostos são de grande preocupação para os seres humanos e animais selvagens por causa de sua persistência ambiental e bioacumulação, bem como seus efeitos tóxicos no sistema imunológico do corpo humano. Assim, atualmente, o PFOA e o PFOS foram incluídos na Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs), e sua produção foi interrompida em muitos países.<sup>19,20</sup>

Nesse contexto, fica evidente a importância das discussões acerca dos CP aliadas ao campo da EAC, como modo de sugerir sobre suas problemáticas e questões socioambientais, visto que, conforme análises sistemáticas na literatura, realizados por Ponzoni, Passos e Sirtori,<sup>21</sup> este tema apesar de amplamente utilizado em estudos, no qual identifica-se um significativo número de artigos científicos publicados, apresenta-se, ainda, pouco discutido e problematizado em ambientes escolares da EB, prevalecendo suas investigações em pesquisas de cunho técnico do meio acadêmico.

Desse modo, e conforme orientado pela Resolução nº 2 de 15 de junho de 2012,<sup>22</sup> às discussões e os direcionamentos da EAC devem ocorrer em todos os componentes curriculares da EB e na formação de professores, seja inicial e/ou continuada. Sendo assim, os CP aliados à EAC, qualificam-se como uma temática relevante socialmente para ser desenvolvida e contemplada em materiais didáticos para o ensino de Ciências/Química.

**Quadro 1.** Descrição dos indicadores e parâmetros da educação ambiental crítica

Indicadores	Parâmetros
1- A compreensão sobre as origens ou as causas dos problemas ambientais	Toda vez que uma ação em EA busca, prioritariamente, explicar a questão ambiental como resultado da relação intrínseca entre o modo de produção e consumo e os processos de degradação ambiental há um indicativo de ser uma ação de EA crítica, segundo este indicador
2- A articulação da dimensão técnica com a dimensão social	Toda vez que uma EA relacionar as disciplinas do conhecimento ou, da mesma maneira, o saber científico com o saber popular ou não científico, está com isso buscando ser uma EA crítica
3- A participação dos educandos na escolha dos saberes e conteúdos prioritários	A participação é um meio e um fim. Um meio, pois através da participação direta dos educandos nas diversas dimensões do processo educativo é que se potencializa, dinamiza e proporciona o exercício da cidadania ativa. Da mesma forma, o fato dos participantes apontarem suas prioridades e desejos de aprendizagem, bem como os métodos para tal, é um mecanismo para a transformação, a autonomia e emancipação, pois posiciona o conhecimento no interior da vida e aponta para a vida cotidiana, a realidade social concreta do indivíduo ou do grupo. A participação estimulada como um fim seja através da rotação de funções, das mudanças nas atribuições individuais, das decisões, seja através da atribuição de responsabilidades, é um forte elemento pedagógico
4- Os conteúdos do trabalho pedagógico que dialoguem com a realidade socioambiental local	Uma EA que busca ser crítica realiza, em algum momento o reconhecimento das características locais, das especificidades culturais, produtivas, organizacionais, por meio de um mapeamento ou diagnóstico. Esse processo de reconhecimento do local é sempre pensado e praticado de forma participativa. A realidade social concreta é o início da ação pedagógica, isto é, parte-se de elementos considerados como importantes pelos sujeitos do processo educativo, torna-os objeto de reflexão e de aprendizado, para retornar à prática, à realidade social concreta, como um fim, de forma a superar as contradições que os dão origem às questões sociais e ambientais
5- A identificação dos educandos com a comunidade a que pertencem	Uma EA crítica busca aproximar as pessoas que estão envolvidas em comunidades ou grupos sociais. Seja territorialmente, seja institucionalmente, a criação e o fortalecimento de laços comunitários aparecem como uma estratégia para romper com o individualismo. Aproxima os atores de um mesmo contexto de pertencimento para compreensão de responsabilidades diferentes sobre a questão socioambiental, comprometer coletivos, identificação das redes, das relações e dos níveis de poder dos atores
6- A ação coletiva	A relação com o outro, individual e coletivamente, é um mecanismo pedagógico que permite aumentar a capacidade de criação solidária do conhecimento, por meio de uma construção baseada na troca, multiplicando os saberes dos grupos presentes. O diálogo pode ser uma força geradora para promover processos educativos transformadores, libertadores e radicais se promover a capacidade de lidar com os conflitos, reconhecer e valorizar as diferenças, avançar a partir das contradições, gerando novas interações, novas proposições, aceitando o conflito e a divergência como meio para alcançar novas proposições
7- O papel da avaliação na ação educativa	A avaliação pode ser entendida como um mecanismo de reflexão sobre a prática, e essa reflexão, por sua vez, um meio para fornecer elementos para melhorar a prática, permitindo a verificação dos objetivos, isto é, se os resultados esperados do processo educativo estão sendo atingidos ou se são necessárias adequações ou mudanças no planejamento inicial, por isso, tem um caráter permanente e acontece durante o decorrer dos processos educativos. A avaliação em EA crítica parte dos pressupostos de abordagens qualitativas, inclui as subjetividades em suas prioridades e evita a classificação por meio da atribuição de notas ou conceitos

Fonte: Luz e Tonso.<sup>9</sup>

### A construção de Unidades Temáticas

Entre as possibilidades de material didático com o propósito de concretizar a EAC em ambientes formais de ensino e para possibilitar a construção de uma nova racionalidade ambiental,<sup>23</sup> neste estudo considerou-se as Unidades Temáticas (UT).

Conforme Santos,<sup>24</sup> com a elaboração das UT tem-se a oportunidade de desenvolver os conceitos científicos, a partir de um tema determinado pelos sujeitos envolvidos, de forma integrada e contextualizada. Este exemplo de material, que é elaborado pelo próprio docente, caracteriza-se por sua flexibilidade e abundância em possibilidades metodológicas que podem ser preparadas, com intuito de proporcionar subsídios para a formação crítica dos sujeitos.<sup>25</sup>

Ao estruturar os textos sobre os conteúdos, o professor pode organizá-los por meio de capítulos, possibilitando ser trabalhado de forma contínua, por 1 (um) mês ou mais, por exemplo, ou ainda, trabalhar os capítulos de forma independente, conforme as necessidades identificadas no momento da utilização. Assim, o docente pode favorecer a integração dos conhecimentos científicos e ambientais, por meio da complexa discussão existente nestes âmbitos.<sup>26</sup>

Além disso, entre as contribuições da construção de UT, destaca-se o desenvolvimento da autonomia docente, com novas perspectivas de atuação profissional,<sup>24</sup> fundamentadas em pesquisas, ações

inovadoras e reflexões sobre a própria prática. Tal competência lhes permite compreender, valorizar e abarcar a sua realidade local e a de seus alunos de forma particular.<sup>27,28</sup> Neste âmbito, torna-se possível abordar aspectos sociais, econômicos, políticos, históricos, ambientais, morais e éticos que contribuam para o desenvolvimento da EAC.

As UT podem ser produzidas, pensando em uma estrutura que visa facilitar a compreensão dos docentes e discentes na hora de ser aplicada. Tal opção, pode conter: (a) um guia do professor e um guia do estudante, com orientações para os mesmos, contendo informações de como irá decorrer o desenvolvimento desta Unidade; (b) os textos didáticos, contendo os conceitos que serão estudados; (c) materiais e recursos alternativos, com indicações de atividades, fontes extras de informações, como vídeos, artigos e outros; (d) as folhas de trabalho, contendo as atividades de sistematização, atividades experimentais e seus respectivos espaços para anotações; e por fim (e) a avaliação, que deverá ser de forma continuada ao longo de todo desenvolvimento da UT.<sup>24</sup>

Considerando isso, o curso formativo referido neste trabalho propôs uma abordagem integrativa entre os aspectos que circundam a formação de educadores ambientais, voltados à EAC, de modo a abranger a temática dos CP para a realidade local e ainda proporcionar meios para a construção de um material inédito, no formato de UT, oportunizando a constituição da autonomia docente e discente.

## PERCURSO METODOLÓGICO

O curso de extensão contou com 24 participantes, sendo estes professores em formação inicial e continuada, das áreas de Ciências, Química e Biologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e de escolas públicas estaduais da EB. A formação foi realizada com encontros semanais, em atividades assíncronas e síncronas, por intermédio da plataforma virtual de ensino da universidade, totalizando 40 horas. Assim, foram realizados 8 encontros síncronos, por meio da referida plataforma virtual, com duração de 2 horas cada encontro, totalizando 16 horas. As demais horas foram referentes às reuniões de acompanhamento com os grupos, para orientações sobre a elaboração dos trabalhos (8 horas) e tempo livre para organização interna dos grupos e construção das UT (16 horas).

Nos períodos síncronos, foram desenvolvidas diversas atividades e debates relacionados aos três principais eixos formativos definidos para o curso: Educação Ambiental Crítica (EAC), Unidades Temáticas (UT) e Compostos Perfluorados (CP), conforme ilustrado no Quadro 2.

Como o objetivo central deste trabalho está focado na análise das UT desenvolvidas pelos participantes do curso, utilizou-se de uma abordagem qualitativa da Análise de Conteúdo (AC). Bardin<sup>53</sup> divide a Análise de Conteúdo (AC) em três etapas principais: I) pré-análise, II) exploração do material e III) tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Para tanto, realizou-se a leitura das produções textuais dos grupos, para identificação de um panorama geral sobre os conceitos, propostas didáticas e formas de apresentação das atividades de cada UT. Desta forma elaborou-se a categoria *a posteriori*: “Panorama sobre conceitos, propostas

didáticas e atividades das UT”, para contemplar a segunda questão de pesquisa (Quais as possibilidades de atividades sobre a problemática socioambiental CP que podem ser desenvolvidas no ensino de ciências na educação básica, para efetivar a prática crítica da Educação Ambiental?). Na sequência, considerou-se as categorias *a priori* determinadas por Luz e Tonso,<sup>9</sup> de modo a classificar as produções nos sete indicadores e parâmetros da EAC, sendo estes: Indicador 1 - A compreensão sobre as origens ou as causas dos problemas ambientais; Indicador 2 - A articulação da dimensão técnica com a dimensão social; Indicador 3 - A participação dos educandos na escolha dos saberes e conteúdos prioritários; Indicador 4 - Os conteúdos do trabalho pedagógico que dialoguem com a realidade socioambiental local; Indicador 5 - A identificação dos educandos com a comunidade a que pertencem; Indicador 6 - Ação coletiva e Indicador 7 - O papel da avaliação na ação educativa, para responder a primeira questão de pesquisa (Qual o grau de aproximação dos materiais didáticos produzidos no curso de formação com a perspectiva da Educação Ambiental Crítica?).

Um maior detalhamento sobre as etapas da análise de conteúdo encontra-se no material suplementar (Figura 1S).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Panorama sobre conceitos, propostas didáticas e atividades das UT

Com o desenvolvimento do curso, foi possível construir quatro grupos de trabalho, que produziram quatro UT. Para melhor reconhecimento, todas as UT são apresentadas nos Quadros 3 e 4,

**Quadro 2.** Conceitos, metodologias e referências utilizadas

Aula/eixo temático	Conceitos centrais	Metodologias/atividades propostas
1 (EAC)	Teoria de Gaia; <sup>1,2</sup> Relação homem <i>versus</i> natureza; <sup>29</sup> Crise socioambiental, colapso planetário e mudanças almeçadas; Antropoceno; <sup>3</sup> Introdução à educação ambiental - educação para Gaia; Definição de EA, correntes da EA; <sup>6,30,31,32</sup> Marcos históricos e legislação brasileira <sup>33,34</sup>	- Aplicação do questionário inicial; - Aula expositiva dialogada; - Indicações de leituras; - Atividades no <i>site</i> Mentimeter; - Vídeo: “A Educação Ambiental tem que ser Revolucionária” <sup>35</sup> e - Debates coletivos sobre EA
2 (EAC e UT)	Processo educacional; Metodologias ativas; <sup>36-39</sup> Construção de materiais didáticos; <sup>40,41</sup> Unidades Temáticas (UT) <sup>24,28,42-44</sup>	- Revisão de conceitos; - Análise das atividades do Mentimeter; - Momento para compartilhar vivências; - Debates sobre metodologias ativas e unidades Temáticas; - Professor convidado: exemplo de UT; - Orientação da tarefa assíncrona: vídeo: “Desenvolvimento Sustentável” <sup>45</sup> e filme: “O Preço da Verdade” <sup>46</sup>
3 (UT)	Unidades Temáticas <sup>24,28,42-44</sup>	- Novos exemplos de UT; - Tempo destinado a finalização da tarefa assíncrona
4 (CP)	Compostos perfluorados - o que são, características, fabricação, utilização, detecção e problemas sociais e ambientais <sup>15,47,48,49,50</sup> Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs) - definição, classificação e legislação <sup>51,52</sup>	- Discussão sobre o filme e vídeo da aula anterior; - Debate coletivo sobre POPs e compostos perfluorados; - Indicação de <i>sites</i> e páginas da <i>web</i>
5 (EAC)	Indicadores e parâmetros da educação ambiental crítica; <sup>9</sup> Orientações para a construção das UT <sup>42,43</sup>	- Aula expositiva dialogada; - Esclarecimento de dúvidas; - Explicação e orientações sobre a construção das UT
6 (UT)	Momentos livres para elaboração e construção das UT <sup>9,42,43</sup>	- Momento assíncrono para organização e construção das UT pelos grupos; - Acompanhamento de orientação para os grupos
7 (EAC, UT e CP)	Prévias das UT <sup>9,42,43</sup>	- Apresentação da prévia das UT e debates coletivos com orientações dos colegas e professores
8 (EAC, UT e CP)	Unidades Temáticas finais; Encerramentos das atividades <sup>9,42,43</sup>	- Apresentação das UT finais; - Questionário final; - Encerramento do curso formativo

Fonte: autoras.

com os respectivos títulos atribuídos pelos grupos, número de páginas e capítulos, e ainda, suas características em termos de conceitos científicos e abordagens didáticas, respectivamente.

As quatro produções apresentam as características esperadas para uma UT,<sup>24</sup> como guia para os discentes e docentes, materiais e recursos alternativos, roteiros de aulas com leituras, jogos, indicação de filmes, simulações, propostas de trabalhos em grupo, discussões e atividades de campo, além de propostas avaliativas. Os capítulos foram organizados de forma a serem utilizados independentemente ou em sequência, conforme planejamento e opção dos futuros usuários dos materiais didáticos. A diversidade de abordagens didáticas pode ser ilustrada no Quadro 4.

O Quadro 4, indica de maneira sintetizada as principais abordagens escolhidas pelos grupos para o desenvolvimento da temática dos CP dentro das UT. De modo geral, pode-se indicar uma grande diversidade de atividades propostas pelos participantes, assim como também semelhanças entre elas, isso pode ser devido às indicações e sugestões realizadas no curso formativo no qual estiveram presentes. Entre as compatibilidades das produções, apresenta-se o vídeo “Desenvolvimento Sustentável”<sup>45</sup> encontrado no canal do *YouTube* da Rita Von Hunty, e o filme “O Preço da Verdade”<sup>46</sup> como indicações no decorrer das UT. Estes materiais foram utilizados e mencionados no curso e se destacam por abordarem conceitos-chaves para fomentar as discussões das UT.

Mesmo com semelhanças, outros materiais utilizados, indicações e propostas realizadas foram contempladas e apresentaram-se diversificadas e ricas, em que, cada grupo buscou abordar de sua maneira a temática em questão, como observa-se no Quadro 4. Foram propostos estudos de caso, construção de composteiras, elaboração

de *folders*, seminários, utilizados aplicativos de jogos virtuais, e ainda, uma variada lista de textos, vídeos e filmes complementares, determinados por cada grupo. A adequação das abordagens também foi observada de acordo com o nível e o ano de estudo de cada público escolhido. Maiores detalhes sobre as UT podem ser conferidas a seguir.

O grupo 1 estruturou a UT em três seções. A parte inicial objetivava conceituar e discutir questões relacionadas à poluição e impactos ambientais, compreendendo quais suas origens e realizando reflexões sobre os efeitos gerados pelas diferentes escalas da sociedade, como as grandes empresas, e ainda, os modelos de consumo, produção e descartabilidade associados à crise socioambiental. Nesta seção os docentes propõem leituras complementares, debates coletivos por intermédio de questões problematizadoras e momentos reflexivos acerca do vídeo da Rita Von Hunty sobre “Desenvolvimento Sustentável”.<sup>45</sup> Além disso, planejou-se utilizar um jogo denominado “Caminho do Lixo” e a construção de um *folder* sobre a poluição, como modo de divulgar a ciência à comunidade escolar.

No segundo capítulo, adentra-se na temática dos perfluorados e suas interações com os seres vivos, no qual, busca-se debater sobre esses compostos e como ocorre seu descarte no ambiente, para assim construir os conceitos acerca de sua toxicidade, e abordar os conteúdos de ecologia, cadeias tróficas, biotransformação e biomagnificação. Tudo isso é desenvolvido a partir do filme “O Preço da Verdade”.<sup>46</sup> Ainda, é proposto um *quiz* participativo, por meio do *Kahoot*, e a apresentação de um seminário em grupo sobre uma pesquisa relacionada às diferentes classes de poluentes e sua interação com os seres vivos.

Por fim, o terceiro e último capítulo da UT construída pelo

**Quadro 3.** Nome das UT e principais características

Grupo	Nome da Unidade Temática	Número de capítulos	Número de páginas
Grupo 1	Poluição para o Desenvolvimento de uma Educação Ambiental Crítica	3	4
Grupo 2	Compostos Perfluorados e seus Impactos Socioambientais	4	19
Grupo 3	Compostos Perfluorados	3	17
Grupo 4	Introdução à Química Ambiental	5	21

Fonte: autoras.

**Quadro 4.** Temas, abordagens e referências de cada UT

Grupo	Principais conceitos abordados	Abordagens didáticas	Público alvo/disciplina
Grupo 1	Poluição; Produção, poluição e consumismo; Sistema capitalista; Conservação ambiental; Desenvolvimento sustentável; Utilização dos compostos perfluorados; Toxicidade em organismos vivos; Ecologia; Compostagem	Contextualização do tema; Questões norteadoras; Leituras, vídeos e filmes complementares; Debates coletivos; Jogos; Construção de <i>folders</i> ; Aulas expositivas dialogadas; Uso de aplicativos ( <i>Kahoot</i> ); Seminários; Pesquisas em grupo; Construção de composteira; Escrita de relatórios	2º ano Ensino Médio (17-18 anos) Biologia
Grupo 2	Educação Ambiental; Compostos perfluorados, a Química, os seres humanos e o meio ambiente; Sociedade do consumo; Desenvolvimento sustentável	Contextualização dos temas; Aulas expositivas dialogadas; Debates coletivos; Vídeos, textos, filmes, documentários e notícias complementares; Apresentação de casos reais para problematização	2º ano Ensino Médio (17-18 anos) Química
Grupo 3	Compostagem; Funções orgânicas; Compostos perfluorados; Impactos ambientais	Aulas expositivas dialogadas; Resolução de Problemas; Pesquisas; Construção de uma composteira; Mapa conceitual; Histórias em quadrinhos; Filmes e notícias complementares	1º e 2º ano do Ensino Médio (15-18 anos) Química
Grupo 4	Agrotóxicos; Poluição; Compostos perfluorados; Química ambiental; Contaminação ambiental; Funções orgânicas; Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs)	Aulas expositivas dialogadas; Leituras, vídeos, filmes complementares; Atividades experimentais; Atividades de sistematização; Estudos de Caso	Ensino Técnico (a partir dos 17 anos) Química

Fonte: autoras.

primeiro grupo, buscou abordar sobre a compostagem e a relação com os alimentos, desde a produção até o descarte, englobando legislação ambiental, destinação e aproveitamento. Para tanto, relaciona-se às discussões com os conceitos de seres detritívoros e decompositores e seus mecanismos de ação. São utilizadas questões norteadoras para os debates, e proposto a construção de uma composteira, com posterior escrita de relatório.

A UT elaborada pelo grupo 2, é dividida em quatro capítulos. Em seu primeiro momento se introduz sobre os conceitos da EAC e meio ambiente, através de aulas expositivas dialogadas, apresentação de dados científicos, questões problematizadoras e debates coletivos. O vídeo “História das Coisas”<sup>54</sup> é sugerido para fomentar as discussões sobre as ações humanas e os impactos ambientais, e o desenvolvimento da ciência e da tecnologia. A partir daí, adentra-se no segundo capítulo, no qual são abordados os CP, com definições, modos de produção e aplicabilidade. Leituras complementares são indicadas ao longo de todo material, como modo de instigar os debates sobre a relação dos CP com os seres humanos e o meio ambiente, além do filme “Erin Brockovich: Uma Mulher de Talento”.<sup>55</sup>

No terceiro capítulo segue-se com as discussões sobre os CP, agora relacionando o aumento de seu uso, com aspectos do consumismo, e como interferem no meio ambiente, em decorrência de suas propriedades físico-químicas. Para isso, é mencionada a utilização do vídeo “Sociedade do Consumo”,<sup>56</sup> visando estimular as reflexões e adentrar no último capítulo, que contempla os conceitos químicos da temática, como estruturas, propriedades relacionadas, Química Orgânica, e Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs).

O grupo 3 construiu uma UT que foi subdividida em três capítulos. A temática dos CP apresentada por intermédio de discussões interligadas à construção de uma composteira, assim, na primeira seção, foi conceituado sobre biodecompositores por meio da discussão de uma história em quadrinhos e proposto o estudo sobre os processos químicos que estão envolvidos na compostagem. Como atividade deste capítulo, os docentes propõem a Resolução de Problemas, com os resultados apresentados no formato de mapas conceituais. Ainda, é proposto a construção de um material de divulgação científica com explicações e orientações para a comunidade escolar de como construir e manter uma composteira em casa. Por fim, planejou-se construir uma composteira para a escola.

O tema dos CP aparece nesta UT em seu segundo e terceiro capítulo, através de definições sobre o que são haletos orgânicos, exemplos e problematizações de como estão presentes no cotidiano, para, em seguida, definir especificamente sobre os CP, e como impactam o ambiente e a saúde, e assim, adentrando nas questões relacionadas ao descarte correto dos materiais oriundos destes compostos.

A UT, criada pelo grupo 4, é dividida em cinco semanas, totalizando 10 aulas. A proposta das atividades inicia com o filme “O Preço da Verdade”<sup>46</sup> e leituras para introduzir os debates acerca dos CP, da legislação, produção, aplicações, descartes e problemáticas. Com isso, inicia-se os estudos sobre a Química Ambiental, seus conceitos, definições, aplicabilidades e funções. Nesses momentos, são construídas concepções do que é meio natural, fontes de poluição, rotas de exposição, e entre elas a dos CP. Durante todo o desenvolvimento da UT são apresentadas imagens, perguntas problematizadoras, gráficos de dados e informações complementares, sugestões de leituras e vídeos, atividades experimentais e de sistematização e estudos de caso.

Entre os conceitos centrais deste material pode-se mencionar, biomagnificação e bioconcentração de compostos orgânicos, como os CP, funções orgânicas presentes em diversos compostos, como agrotóxicos e CP, haletos orgânicos e Poluentes Orgânicos Persistentes (POPs).

Frente ao panorama dos conceitos, propostas didáticas e atividades identificadas nas UT, verificou-se que tais contemplam características convergentes com exemplares de UT relatadas na literatura que buscam fomentar os princípios da educação científica cidadã, de forma a desenvolver habilidades, construir saberes e os valores necessários para uma atuação mais responsável em sociedade.<sup>25,26,28</sup> As quatro UT apresentam-se como materiais flexíveis quanto à estrutura independente dos capítulos, o que pode favorecer a autonomia docente na escolha do conjunto de ações a serem desenvolvidas nos processos de ensino e aprendizagem.<sup>24</sup> Ainda, para a elaboração das UT, os sujeitos da pesquisa buscaram fontes bibliográficas variadas, além das apresentadas no curso, o que contribui para formação de tais quanto aos princípios da EAC e conteúdos abordados sobre os CP. Conforme apontam Passos e Santos<sup>27</sup> na elaboração das UT, os professores tornam-se mais críticos e autoconfiantes pelo aperfeiçoamento do domínio conceitual por meio da consulta bibliográfica especializada.

Ainda nesse sentido, destaca-se que o curso desenvolvido favoreceu a discussão sobre planejamento de processos educadores, ao propor a estruturação de textos no formato das UT, e ao integrar os princípios da EAC e dos CP, para assim relacionar com o ensino de Química e Ciências. Enfim, buscou-se oportunizar aos docentes em formação inicial e continuada a articulação dos conceitos científicos com temáticas relevantes socialmente, tudo por intermédio da produção de materiais didáticos, que neste caso são as UT, para tornar a EAC uma possibilidade mais presente nos ambientes escolares. Dessa forma, entende-se que, durante todo o planejamento do curso, das propostas e das atividades que nele foram desenvolvidas, foram pensadas considerando os princípios da EAC, assim como o contexto e a realidade no qual os participantes do curso estavam inseridos. No decorrer dos encontros formativos, esses ideais foram compartilhados com os docentes, para que fossem, da mesma forma, aplicados no momento da construção de suas UT, ou seja, que eles deveriam considerar os fundamentos da EAC durante todo planejamento, pensar e levar em consideração o contexto em que poderiam aplicar esse material, para assim, atender aos objetivos esperados dessa prática.

Por isso, os materiais produzidos foram selecionados, para serem analisados conforme os indicadores e parâmetros da Educação Ambiental Crítica, de Luz e Tonso.<sup>9</sup> Desta forma, a análise apresentada neste estudo poderá indicar como esses princípios e como a EAC foi abordada e contemplada em cada UT.

### Indicadores e parâmetros das UT

A partir do estudo apresentado sobre as principais abordagens e posterior leitura, análise e reflexão acerca dos conteúdos, discussões e estratégias realizadas nos materiais produzidos, foi possível classificá-los a partir dos indicadores e parâmetros referentes à EAC,<sup>9</sup> que melhor eram contemplados no seu desenvolvimento, conforme pode ser observado no Quadro 5.

De acordo com o Quadro 5, os sete indicadores e parâmetros foram contemplados parcialmente pelos docentes, isso em decorrência das particularidades que cada grupo buscou abranger dentro de suas vivências. Destaca-se ainda, para este momento, que a proposta de elaboração das UT, constitui-se como uma atividade livre de planejamento de material didático, ou seja, cada grupo estruturou conceitos, discussões e abordagens conforme suas realidades e contextos escolares, e alinhado ao que havia sido debatido durante o curso quanto aos princípios da EAC. As sete categorias de Luz e Tonso,<sup>9</sup> portanto, não foram requisitadas nas produções, sendo apenas utilizadas pelos docentes responsáveis como exemplar de referencial para análise de propostas didáticas. Inclusive no curso foi apresentado

**Quadro 5.** Determinação dos indicadores e parâmetros contemplados por cada grupo

Grupo	Indicadores e parâmetros						
	1	2	3	4	5	6	7
Grupo 1	x	x	n.a	x	x	x	x
Grupo 2	x	x	n.a	x	n.a	x	x
Grupo 3	x	x	n.a	x	x	x	x
Grupo 4	x	n.a	n.a	x	n.a	x	n.a

n.a: Não aplicável. Fonte: autoras.

como o referencial de Luz e Tonso<sup>9</sup> pautou a caracterização realizada por Queiroz e Sacchi<sup>13</sup> sobre os enunciados dos casos e das orientações indicadas para suas possíveis resoluções, assim como outros trabalhos que citaram os sete indicadores e parâmetros de Luz e Tonso,<sup>9</sup> como Sudan e Zuin.<sup>14</sup>

Desse modo, em relação ao estudo sobre cada um dos indicadores, considerados como categorias *a priori*, foi possível observar os seguintes resultados:

#### *Indicador 1 - A compreensão sobre as origens ou as causas dos problemas ambientais*

Foi possível esta identificação, devido às discussões propostas pelos grupos ao longo das UT, nas quais, relacionavam debates coletivos e problematizações realizadas acerca da conexão direta entre o modo de produção, consumo e as causas do avanço da degradação socioambiental. Pode-se reconhecer trechos de alguns materiais que demonstram indicativos deste tipo de abordagem.

“Reflexão sobre o modo de produção e a poluição e o dilema entre o progresso capitalista, consumismo e a conservação do ambiente.” (UT 1).

As citações acima foram retiradas dos objetivos centrais delimitados pelo primeiro grupo, em seu capítulo inicial da UT. Observou-se assim que o desenvolvimento desta seção foi fundamentado no debate coletivo e na reflexão sobre a temática, em que foi realizado por meio de perguntas norteadoras, leituras e vídeos complementares, para contribuir na compreensão e (re)construção de novos conhecimentos acerca das origens dos poluentes por meio das grandes empresas e a na inter-relação das problemáticas ambientais com os modos de consumo e produção.<sup>3</sup> Com isso, reconhece-se sinais de que o indicador 1 foi contemplado no decorrer desta obra.

“Textos e vídeos que problematizam a sociedade do consumo.” (UT 2).

Encontrada na página cinco da UT do grupo dois, o trecho acima faz parte da introdução do trabalho, na qual contém um quadro com o cronograma das atividades, objetivos e duração dos momentos. Dessa forma, a referida passagem direciona a proposta para a terceira aula do planejamento e possibilita reconhecer a presença do indicador 1 de Luz e Tonso.<sup>9</sup> Esta aula tem por objetivo discutir o atual paradigma imposto na sociedade, fundamentado no consumismo.<sup>3,4,29</sup> Busca-se assim, relacionar-se com os CP, por intermédio de discussões sobre a temática e, como a produção e consumo desses, acarretam importantes reflexões no viés político, ambiental, social e econômico.

#### *Indicador 2 - A articulação da dimensão técnica com a dimensão social*

O indicador dois foi contemplado por três grupos, como observado nos trechos abaixo, que indicam propostas teórico-metodológicas a

serem desenvolvidas nas UT que propiciam a conversa entre o saber científico e o saber popular.

“Aula dialogada sobre PFOs e os impactos do uso na vida humana, apresentação de estudos e roda de conversa para que os alunos exponham o que entenderam sobre o tema.” (UT 2).

Observa-se a presença do indicador 2, por meio deste segmento da UT do grupo dois, em que os mesmos, propõem para a segunda aula, uma contextualização sobre a temática do trabalho, realizada por intermédio de uma aula dialogada em forma de rodas de conversas para que os estudantes apresentem inicialmente suas compreensões prévias/saberes populares sobre o tema, para que posteriormente os conceitos científicos sejam debatidos, e as ideias que necessitam, sejam ressignificadas.

“Qual o processo de reciclagem que as roupas passam?” (UT 3).

Ainda, no que se refere ao indicador 2, o trecho retirado da UT 3, apresenta marcas da presença dele no decorrer do trabalho. A citação é descrita no capítulo 3 da obra, e é resultado de uma atividade proposta pelo grupo três, denominada “Resolução de Problemas”.<sup>38</sup> Assim, os estudantes recebem casos a serem refletidos e “solucionados” sobre a temática central e questões que instigam o pensamento crítico para resolvê-lo, podendo unir os seus saberes populares e conhecimentos científicos e ambientais para realizar a atividade.

No trabalho desenvolvido pelo grupo quatro, não foram reconhecidos indícios explícitos de que o segundo indicador seria contemplado. Salienta-se que um material didático que contemple a perspectiva da EAC deve ser apresentado a partir de uma problematização social, com a finalidade de compreendê-la estruturalmente com fundamentação em conhecimentos químicos convenientes relacionados a aspectos científicos e tecnológicos.<sup>13</sup> Entretanto, estudos anteriores apontam que muitos professores apresentam dificuldades na construção de materiais contextualizados e na proposição de atividades dialógicas, visto que vivenciaram processos formativos dentro de um paradigma mais tradicional e centrado nos conhecimentos conceituais de Química.<sup>39</sup> Fato que evidencia a necessidade de pesquisas e ações formativas de professores fundamentadas na EAC que fomentem a elaboração de materiais didáticos contextualizados.

#### *Indicador 3 - A participação dos educandos na escolha dos saberes e conteúdos prioritários*

Devido ao tema das UT estar previamente definido como sendo os CP, o indicador 3 não foi contemplado por nenhum dos grupos, pois o mesmo, trata da participação ativa dos estudantes na determinação dos temas a serem trabalhados. Salienta-se que por se tratar de um curso de formação inicial e continuada de professores, realizado em uma condição pandêmica, sem a possibilidade efetiva de encontros e práticas presenciais, foram utilizados contextos escolares e

universitários hipotéticos ou conhecidos previamente em momentos e vivências anteriores pelos participantes, para a elaboração das UT, como a partir do perfil de turmas dos professores atuantes na educação básica ou superior que participaram da atividade. O propósito maior foi a elaboração de um material didático que relacionasse conceitos científicos e socioambientais à temática CP pautados nos princípios da EAC. Destaca-se que esta conjuntura pode ter influenciado nos resultados quanto à este indicador. Ademais, a especificação de uma temática única para todas as UT pode ter limitado esta possibilidade de escolha e direcionamento para as diferentes realidades escolares.

*Indicador 4 - Os conteúdos do trabalho pedagógico que dialoguem com a realidade socioambiental local*

É possível identificar a presença do indicador 4 por meio de algumas passagens das UT, como:

“Existem pontos que recebem resíduos recicláveis na cidade de Porto Alegre? [...]” (UT 3).

Essa citação traz indícios de que o indicador 4 está sendo contemplado pelo grupo 3. A mesma foi retirada da página 16 da UT, na qual são propostas questões com situações próximas dos estudantes, a exemplo, aspectos de sua cidade, como modo de provocá-los na resolução de casos.<sup>38</sup> É neste momento então que utilizam das características locais dos participantes para estimular a busca por novos conhecimentos e informações, assim como a conexão dos saberes científicos com as suas realidades sociais.

Sendo assim, a problematização da realidade e de aspectos relevantes do dia a dia dos sujeitos, pode favorecer a aproximação dos conhecimentos socioambientais e científicos construídos em ambientes escolares, colaborando assim para que os estudantes desenvolvam uma postura mais crítica e reflexiva nesses espaços.<sup>26,27</sup>

*Indicador 5 - A identificação dos educandos com a comunidade a que pertencem*

No que tange o indicador 5, identificou-se que apenas dois grupos se aproximaram das suas definições, as quais relacionam o envolvimento de comunidades locais, por meio da relação de grupos com ações práticas no viés socioambiental.<sup>9</sup> Isso ocorreu, por meio de uma construção de composteira e *folders* para a sociedade, como descrito no material:

“Elaboração de material destinado a divulgar a compostagem e sua importância para a comunidade escolar. Planejamento coletivo e montagem de uma composteira na escola” (UT 3).

O indicador cinco é contemplado por este grupo pois, os mesmos, planejaram para a terceira semana da UT, construir com a turma um material para divulgar na comunidade que estão inseridos, informações sobre a importância da compostagem, envolvendo assim, os sujeitos pertencentes a comunidade escolar.

*Indicador 6 - A ação coletiva*

“O que tem a ver o PFOA com o teflon de nossas panelas antiaderentes? Devemos descartar todas as panelas de teflon de nossas casas?” (UT 4).

Em relação ao indicador 6, o presente trecho, correspondente a UT do quarto grupo, indica a presença do mesmo no trabalho construído pelos docentes. A passagem pertence a segunda aula, em que é proposto que os estudantes assistam ao filme “O Preço da Verdade”<sup>46</sup> e após isso, realizem um debate coletivo entre professores

e colegas sobre as questões apresentadas na longa-metragem e, como sugestão, são apresentadas perguntas norteadoras, entre elas a citada acima, para enriquecer a discussão no grande grupo.

Esses resultados apontam para a convergência das UT aos princípios da EAC, pois pressupõem que deve-se pensar nos estudantes como seres situados em um contexto sócio-histórico, e que possuem grande potencial de (re)significar suas aprendizagens construídas, de modo a desempenhar papel ativo em sua prática social, se tornando agente transformador do ambiente.<sup>6</sup>

*Indicador 7 - O papel da avaliação na ação educativa*

Por fim, o indicador 7, abordava sobre o processo avaliativo, no qual deveria ocorrer de forma qualitativa, analisando e considerando todo processo evolutivo e de construção do conhecimento ocorrido ao longo do desenvolvimento da UT. Entre todos os participantes, apenas o grupo 4, não demonstrou que o processo iria ocorrer dessa maneira, apresentando além dos estudos de caso, duas avaliações pontuais, no formato de provas, como forma avaliativa.

No que tange a EAC, a prática docente deve estimular e desenvolver ações que contemplem os conceitos científicos de forma reflexiva em relação às problemáticas socioambientais atuais e, construir um processo de ensino e aprendizagem que contribua para o trabalho coletivo, motivando o pensamento crítico dos discentes e, despertando neles a compreensão da inter-relação que cada sujeito tem para/com o ambiente.<sup>6</sup> Neste sentido, considera-se que este é um ponto que deverá ser enfatizado de forma mais efetiva em futuras edições do curso, visando possibilitar o aperfeiçoamento na construção destes modelos de materiais.

Desse modo, pode-se observar que os trabalhos desenvolvidos possibilitaram uma construção coletiva, com trocas de saberes e experiências entre os docentes e futuros docentes, acarretando em resultados positivos frente ao progresso de debates deste âmbito na formação inicial e continuada desses sujeitos. A inserção da EAC por meio da construção de UT viabiliza o desenvolvimento de uma educação científica, integral e capaz de estimular os indivíduos a desempenharem papéis ativos e participativos em processos socioambientais da sociedade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a análise qualitativa das UT, verificou-se que tais produções fomentaram a construção de ideias coletivamente, trocas de conhecimentos e experiências, assim como a busca por transformações no processo de ensino e aprendizagem. Salienta-se que as UT apresentam estrutura e atividades que visam efetivar discussões socioambientais suscitadas com o tema dos compostos perfluorados, sob o viés da EAC, alinhadas aos conceitos científicos de Química e Biologia.

Destaca-se a diversidade de abordagens e atividades propostas nas UT elaboradas, como estudos de caso, questões problematizadoras, jogos, construção de *folders*, uso de aplicativos, pesquisas em grupos, debates sobre filmes, vídeos e artigos científicos, resolução de problemas, construção de composteiras, mapas conceituais e atividades experimentais, que favorecem discussões sobre como os fatores ambientais estão imbricados com os sociais, econômicos e políticos. Assim, tornam-se materiais potenciais para proporcionar uma formação cidadã, alicerçada em comportamentos crítico-reflexivos e tomadas de decisão baseadas no compromisso para/com Gaia.<sup>1,2</sup> Nesse sentido, se reconhece que, mesmo não havendo a garantia de que tais práticas sejam desenvolvidas nos ambientes escolares, almejou-se com este trabalho, proporcionar espaços para planejamentos, ideias, princípios e metodologias para nortear o processo de ensino e aprendizagem da Química/Ciências, como modo

de estimular e incentivar mais ações nesse âmbito em sala de aula.

Ainda, considerando o objetivo da pesquisa, identificou-se que dentre os indicadores mais contemplados, destacam-se os indicadores 1, 4 e 6, que tratam respectivamente de discussões sobre a relação entre produção e consumo com questões socioeconômicas. O reconhecimento das particularidades locais, para estimular debates e problematizações em sala de aula; e também a consideração da importância da comunidade para essas discussões, a fim de contemplar diferentes pontos de vista e enriquecer as trocas de aprendizado. Os indicadores 2 e 7 também estiveram presentes e foram expressamente contemplados nos materiais analisados. Assim, há um alto grau de aproximação entre as produções construídas ao longo do curso de extensão universitária, com as perspectivas da EAC.

Desta forma, é fundamental continuar com ações, debates e projetos que sensibilizem os educadores para/com a promoção da EAC, para que os paradigmas atualmente impostos, baseados no consumo e exploração desenfreada das fontes naturais que a Terra disponibiliza, sejam pouco a pouco transformados. Assim será possível construir novos conceitos e modos de viver, nos quais o homem seja capaz de compreender e perceber sua íntima relação com todos os componentes de Gaia.

## MATERIAL SUPLEMENTAR

As etapas da Análise de Conteúdo, com detalhamento das ações realizadas em cada uma, constam no material suplementar em anexo a este texto, disponível em <http://quimicanova.sbj.org.br>, no formato PDF, com acesso livre.

## AGRADECIMENTOS

Este estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - código de financiamento 001. Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo apoio financeiro (processo 407000/2021-6).

## REFERÊNCIAS

- Lovelock, J.; *Gaia: Um Novo Olhar sobre a Vida na Terra*, 1ª ed.; Edições 70: Lisboa, 2020.
- Boff, L.; *Sustentabilidade: O que é - O que não é*, 5ª ed.; Vozes: Rio de Janeiro, 2016.
- Marques, L.; *Capitalismo e Colapso Ambiental*, 3ª ed.; Editora Unicamp: Campinas, 2018.
- Crutzen, P.; *Nature* **2002**, *23*, 415. [Crossref]
- Cortes Junior, L.; Fernandez, C.; *Quim. Nova* **2016**, *39*, 6. [Crossref]
- Sauvé, L. Em *Educação Ambiental: Pesquisas e Desafios*; Sato, M.; Carvalho, I. C. M., eds.; Artmed: Porto Alegre, 2005, p. 17.
- Oliveira, D. B. D. E.; Becker, R. W.; Sirtori, C.; Passos, C. G.; *Chem. Educ. Res. Pract.* **2021**, *3*, 22. [Crossref]
- Amaral, A. Q.; Carniato, I.; *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* **2011**, *6*, 113. [Crossref]
- da Luz, W. C.; Tonso, S. T.; *VIII EPEA - Encontro de Pesquisa em Educação Ambiental*, Rio de Janeiro, Brasil, 2015. [Link] acessado em junho 2023
- Guimarães, M.; *Margens* **2013**, *7*, 9. [Crossref]
- Jacobi, P.; *Cadernos de Pesquisa* **2003**, *118*, 189. [Crossref]
- Marques, C. A.; da Silva, R. M. G.; Gonçalves, F. P.; Fernandes, C. S.; Sangiogo, F. A.; Regiani, A. M.; *Quim. Nova* **2013**, *36*, 4. [Crossref]
- Queiroz, S. L.; Sacchi, F. G.; *Estudos de Caso no Ensino de Ciências Naturais e na Educação Ambiental*, 1ª ed.; Diagrama: São Carlos, 2020.
- Sudan, D. C.; Zuin, V. G.; *Discover Sustainability* **2022**, *3*, 4. [Crossref]
- Haug, L. S.; Thompsen, C.; Becher, G.; *J. Chromatogr. A* **2009**, *1216*, 3. [Crossref]
- Abraham, N.; Koletzko, B.; Mildernberger, E.; Rouw, E.; von Gartzten, A.; Ensenaer, R.; *Monatsschr. Kinderheilkd.* **2022**, *170*, 21. [Crossref]
- Furtado, R. X. S.; *Estudo de Degradabilidade do Ácido Perfluoro-Octanossulfonônico e Tratamento Biológico Anaeróbio: Otimização, Cinética, Produtos de Degradação e Ecotoxicologia*; Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2020. [Link] acessado em junho 2023
- Sungur, S. Em *Emerging Contaminants in the Environment*; Sarma, H.; Dominguez, D. C.; Lee, W. Y., eds.; Elsevier: Amsterdam, 2022, cap. 9. [Crossref]
- Deepika, D.; Rovira, J.; Sabuz, O.; Balaguer, J.; Schuhmacher, M.; Domingo, J. L.; Kumar, V.; *Environ. Res.* **2022**, *208*, 112722. [Crossref]
- Liang, L.; Pan, Y.; Bin, L.; Liu, Y.; Huang, W.; Li, R.; Lai, K. P.; *Chemosphere* **2022**, *291*, 132892. [Crossref]
- Ponzoni, A. P.; Passos, C. G.; Sirtori, C. Em *Reflexões sobre Saberes e Práticas em Educação Ambiental*; Cabeleira, M. D. S.; Bianchi, V., eds.; Ilustração: Cruz Alta, 2021, cap. 17.
- [http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002\\_12.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf), acessada em junho 2023.
- Leff, E.; *Saber Ambiental: Sustentabilidade, Racionalidade, Complexidade, Poder*, 11ª ed.; Vozes: Rio de Janeiro, 2015.
- dos Santos, F. M. T.; *Experiências em Ensino de Ciência* **2007**, *2*, 1. [Link] acessado em junho 2023
- do Livramento, G.; Ribeiro, D. C.; Simon, N. M.; Streit, L.; Passos, C. G.; *Rev. Virtual Quím.* **2021**, *13*, 675. [Crossref]
- Soares, F. A.; Selbach, A. L.; Passos, C. G.; *Research, Society and Development* **2020**, *9*, 8. [Crossref]
- Passos, C. G.; dos Santos, F. M. T.; *XIV Encontro Nacional de Ensino de Química*, Curitiba, Brasil, 2008. [Link] acessado em junho 2023
- Fonseca, C. V.; *Química, Nutrição e Ensino Médio: Produção de Material Didático no Enfoque das Representações Sociais*; Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2010. [Link] acessado em junho 2023
- Krenak, A.; *O Amanhã Não Está à Venda*, 1ª ed.; Companhia das Letras: São Paulo, 2020.
- Freire, P.; *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*, 66ª ed.; Paz e Terra: Rio de Janeiro, 2020.
- Sauvé, L.; *Revista Contrapontos* **2016**, *16*, 2. [Link] acessado em junho 2023
- Jacobi, P. R.; *Educação e Pesquisa* **2005**, *31*, 2. [Crossref]
- [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm), acessada em junho 2023.
- [http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002\\_12.pdf](http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf), acessada em junho 2023.
- <https://www.youtube.com/watch?v=9k2UmB4Y-WM>, acessada em junho 2023.
- Rosa, M. P. A.; Eichler, M. L.; *Revista Internacional de Formação de Professores* **2017**, *2*, 4. [Link] acessado em junho 2023
- Araújo, I. S.; Mazur, E.; *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* **2013**, *30*, 362. [Crossref]
- Ribeiro, D. C. A.; Passos, C. G.; Salgado, T. D. M.; *Revista Prática Docente* **2018**, *3*, 643. [Link] acessado em junho 2023
- da Silva, E. L.; Marcondes, M. E. R.; *Ciência & Educação* **2015**, *21*, 65. [Crossref]
- Souza, G. A. P.; Ghidini, A. R.; Santos, A. L.; de Souza, A. A.; *Revista Debates em Ensino de Química* **2018**, *4*, 47. [Link] acessado em junho 2023
- Luz, R. A. S.; de Almeida, E. E. F.; *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia* **2021**, *14*, 1. [Crossref]

42. Borges, O. N.; Borges, A. T.; *I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, Brasil, 1997. [Link] acessado em junho 2023
43. Soares, F. A.: *A Elaboração e Uso de uma Unidade Temática sobre Limpeza no Ensino de Química*; Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2018. [Link] acessado em junho 2023
44. do Livramento, G.: *Elaboração de uma Unidade Temática sobre Termoquímica no Ensino de Química*; Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2020. [Link] acessado em junho 2023
45. <https://www.youtube.com/watch?v=Ef4T7DrTvmI>, acessada em junho 2023.
46. <https://www.youtube.com/watch?v=cuWIRmJHIgI>, acessada em junho 2023.
47. Miranda, D. A.: *Compostos Per- e Polifluoroalquilados em Ambientes Tropicais: Degradação, Dispersão e Biomagnificação*; Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia, Salvador, Brasil, 2021. [Link] acessado em junho 2023
48. Vidal, C.: *Fases Fluoradas como Sorventes para Extração em Fase Sólida de Pesticidas e Compostos Perfluorados*; Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, 2015. [Link] acessado em junho 2023
49. Moreta, C.; Tena, M. T.; *J. Chromatogr. A* **2014**, *1355*, 211. [Crossref]
50. Lee, H.; D'eon, J.; Mabury, S.; *Environ. Sci. Technol.* **2010**, *44*, 3305. [Crossref]
51. Carson, R.; *Primavera Silenciosa*, 1ª ed.; Gaia: São Paulo, 2010.
52. CONAMA; *Resolução nº 357*, de 17 de março de 2005. [Link] acessado em junho 2023
53. Bardin, L.; *Análise de Conteúdo*, 1ª ed.; Edições 70: São Paulo, 2016.
54. <https://www.youtube.com/watch?v=NreNDeMSoHI>, acessada em junho 2023.
55. <https://www.youtube.com/watch?v=ISTdvGy3UNS>, acessada em junho 2023.
56. [https://www.youtube.com/watch?v=5XqfNmML\\_V4](https://www.youtube.com/watch?v=5XqfNmML_V4), acessada em junho 2023.