

Temáticas socioambientais na formação de professores de Ciências: um estudo envolvendo a geração de resíduos de materiais plásticos

Viviam Cristina Costa Silva Santos¹

Elaine Angelina Colagrande²

RESUMO

O presente artigo discute resultados de uma pesquisa qualitativa desenvolvida com estudantes de licenciatura, com objetivo de investigar suas compreensões sobre aspectos químicos, sociais e ambientais que envolvem a geração e destinação de resíduos sólidos, especificamente os materiais plásticos. Utilizou-se como referencial teórico os conhecimentos do campo da Educação Ambiental em perspectiva crítica. A pesquisa ocorreu no curso de Química – Licenciatura de uma universidade federal mineira, no âmbito de uma disciplina optativa ambientalmente orientada, com a participação de seis licenciandos. A coleta de dados foi realizada em várias etapas, ao longo de uma sequência didática, envolvendo questionários, estudo de caso e atividade experimental. Os dados sugerem que os licenciandos desenvolveram compreensão geral dos aspectos tratados, mostrando predominância dos aspectos sociais e ambientais que envolvem a temática socioambiental abordada. Os dados evidenciaram a importância do desenvolvimento de atividades com temáticas socioambientais na formação inicial de professores.

PALAVRAS-CHAVE: Educação ambiental crítica; Formação de professores; Resíduos sólidos; Três momentos pedagógicos; Ensino de Ciências.

¹ Mestrado em química. Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL, Alfenas, MG, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-7069-5281>. E-mail: viviam.santos@sou.unifal-mg.edu.br.

² Doutorado em Ciências. Universidade Federal de Alfenas – UNIFAL, Alfenas, MG, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3307-3524>. E-mail: elaine.colagrande@unifal-mg.edu.br.

Socio-environmental themes in the training of Science teachers – a study involving the generation of plastic waste

ABSTRACT

This article discusses the results of a qualitative study conducted with undergraduate students, with the aim of investigating their understanding of chemical, social and environmental aspects involving the generation and disposal of solid waste, specifically plastic materials. The theoretical framework used was knowledge from the field of Environmental Education from a critical perspective. The study was conducted in the Chemistry undergraduate course at a federal university in Minas Gerais, as part of an environmentally oriented elective course, with the participation of six undergraduate students. Data collection was carried out in several stages, throughout a didactic sequence, involving questionnaires, case studies and experimental activities. The data suggest that the undergraduate students developed a general understanding of the aspects addressed, showing a predominance of social and environmental aspects involving the socio-environmental theme addressed. The data highlighted the importance of developing activities with socio-environmental themes in initial teacher training.

KEYWORDS: Critical environmental education; Teacher training; Solid waste; Three pedagogical moments; Science teaching.

Temas socioambientales en la formación de profesores de Ciencias: un estudio sobre la generación de residuos plásticos

RESUMEN

Este artículo analiza los resultados de un estudio cualitativo realizado con estudiantes universitarios, con el objetivo de investigar su comprensión de los aspectos químicos, sociales y ambientales que involucran la generación y disposición de residuos sólidos, específicamente materiales plásticos. Se utilizó como marco teórico el conocimiento del campo de la Educación Ambiental desde una perspectiva crítica. La investigación se realizó en el curso de Licenciatura en Química de una universidad federal de Minas Gerais, en el ámbito de una asignatura optativa de orientación ambiental, con la participación de seis estudiantes de grado. La recolección de datos se realizó en varias

etapas, a lo largo de una secuencia didáctica, involucrando cuestionarios, estudios de casos y actividades experimentales. Los datos sugieren que los estudiantes universitarios desarrollaron una comprensión general de los aspectos abordados, mostrando predominio de los aspectos sociales y ambientales que involucran la temática socioambiental abordada. Los datos resaltaron la importancia de desarrollar actividades con temáticas socioambientales en la formación inicial docente.

PALABRAS CLAVE: Educación ambiental crítica; Formación docente; Residuos sólidos; Tres momentos pedagógicos; Enseñanza de las Ciências.

* * *

Introdução

Devido a sua enorme popularidade e produção acentuada, grande parte dos materiais plásticos são produzidos e descartados após a primeira utilização, promovendo uma quantidade exagerada de lixo, sendo este um dos fatores de desequilíbrio no ecossistema (Carneiro *et al.*, 2021). O descarte irregular de materiais plásticos, conforme Carneiro *et al.* (2021), é um problema gerado tanto pelo consumidor e outros setores da sociedade, quanto por falhas na legislação, que tornam o descarte na natureza mais barato que o manejo eficaz até o fim de ciclo de vida desses materiais.

Souza *et al.* (2022) destacam que a decomposição dos materiais plásticos na natureza é um fator preocupante devido ao fato de apresentarem grande durabilidade e resistência à corrosão. Ainda sobre os resíduos de materiais plásticos, Amaral (2022) pontua que podemos ter duas ações para contornar essa situação e minimizar o impacto desses produtos: investimento em políticas públicas ou em Educação Ambiental para que a população repense sobre as ações cotidianas e compreenda que existe responsabilidade compartilhada.

Nesse contexto de questões socioambientais contemporâneas, como é o caso da geração de resíduos de materiais plásticos, a formação de professores e a promoção da Educação Ambiental nos espaços escolares

surgem como ações fundamentais para enfrentar essas questões, visando uma sensibilização e, também, uma mudança de atitudes e valores por meio de práticas sustentáveis.

No que diz respeito ao campo das ciências, esse ponto de vista se aproxima do trabalho de Arrigo *et al.* (2018), quando ressaltam que o Ensino de Química voltado à Educação Ambiental possibilita a discussão e problematização de temas ambientais, buscando a formação de cidadãos críticos que busquem qualidade de vida atuando com responsabilidade. O trabalho de Santos e Schnetzler (1996) também corrobora com o assunto quando destaca que a discussão dos temas sociais articulados ao Ensino de Química desempenha papel fundamental na formação de cidadãos com habilidades básicas, capacitando-os para a tomada de decisões com relação aos problemas socioambientais.

A partir dessas reflexões iniciais, este artigo, parte de uma pesquisa de mestrado, tem como objetivo apresentar os resultados de uma investigação sobre as compreensões de licenciandos a respeito de aspectos químicos, ambientais e sociais envolvidos na temática da geração de resíduos de materiais plásticos, no contexto de uma disciplina optativa oferecida em um curso de licenciatura em Química.

Para melhor compreensão desse objetivo, adotou-se como aspectos químicos os conceitos relacionados ao conteúdo químico específico, como o entendimento de estruturas de polímeros, poluentes químicos gerados pela queima de plásticos, entre outros pontos desse campo de conhecimento. Como aspectos ambientais, foram considerados os impactos da presença dos materiais plásticos no ambiente natural; e como aspectos sociais, aqueles voltados à qualidade de vida, inclusão e condições de trabalho dos catadores de materiais recicláveis, bem como a responsabilidade social.

Para a discussão dessa temática e investigação das compreensões dos licenciandos, foi elaborada uma Sequência Didática (SD) que teve como referencial metodológico os Três Momentos Pedagógicos (3MP).

Educação Ambiental e a formação de professores

Diante das questões socioambientais contemporâneas, entre elas a das mudanças climáticas e a da geração e destinação de resíduos sólidos, é essencial que a área da educação, em seus espaços de formação humana e profissional, promova debates no sentido de integrar a Educação Ambiental, favorecendo a criticidade e tomada de decisões sobre aspectos no que concerne ao tema. Inserido nesse contexto, está o campo da formação de professores.

Diferentes pesquisas têm tratado da temática Educação Ambiental e a formação de professores. Gouvêa (2006, p. 165), por exemplo, relata que a Educação Ambiental, durante certo tempo, apresentou um aspecto preservacionista reduzindo-se a práticas “relacionadas a datas comemorativas, ao desenvolvimento de miniprojetos específicos, a cuidados com hortas e jardins, ao cultivo de plantas medicinais, à reciclagem de lixo e materiais”. A mesma autora ainda destaca que tais práticas não são eficazes para mudar o modo de viver social e nem para diminuir o consumismo, uma vez que não despertam a consciência que poderia promover mudanças de hábitos e atitudes.

Para oportunizar essas mudanças, a Educação Ambiental deveria envolver a importância da cidadania, da ética e da justiça, sendo, desta forma, necessário redimensionar o papel social da escola para promover uma educação que se preocupe em formar cidadãos mais conscientes frente aos problemas socioambientais, muitas vezes causados pelo nosso estilo de vida (Nascimento *et al.*, 2021). Ainda, conforme Nascimento *et al.* (2021), o professor educador ambiental poderá ajudar a formar educandos éticos, reflexivos e críticos de um meio ambiente ecologicamente sustentável, desenvolvendo as habilidades humanas de pensar, sentir, fazer, resistir e de enfrentar.

No que tange ao Ensino Superior, foco desta pesquisa, Tozoni-Reis e Campos (2014, p. 159) problematizaram a formação inicial de professores, refletindo sobre o papel da Educação Ambiental na Educação Básica, e concluíram que para inserí-la nesse nível de ensino

é preciso uma reformulação da formação dos professores na perspectiva de superação da racionalidade prática, investindo no seu protagonismo na construção e realização de um currículo escolar que garanta o tratamento dos temas ambientais.

Nesse sentido, oferecer oportunidades para o debate sobre temáticas ambientais nos cursos de formação inicial de professores é fundamental para que ações ambientais sejam desenvolvidas na Educação Básica.

Ainda sobre a discussão de temáticas ambientais no Ensino Superior, Oliveira e Carvalho (2011) relatam que, no Brasil, para o Ensino Superior formal, é possível constatar sugestões de inserção em algumas políticas voltadas para a temática ambiental e também para a educação, e apontam que “os problemas e desafios que atravessam a relação entre currículo, educação superior e acontecimento ambiental não se resolvem com a simples incorporação de ‘uma dimensão ambiental’ nos currículos de formação profissional” (Oliveira; Carvalho, 2011, p. 10). A perspectiva que rege este artigo entende que tais desafios estão relacionados ao “como” desenvolver essa dimensão ao longo da formação inicial, de modo que ela seja significativa e promova mudanças na futura atuação profissional.

Martins e Schnetzler (2018) analisaram um programa de formação continuada de professores em Educação Ambiental ministrado sob uma vertente crítica e centrado na Investigação-Ação em Parceria Colaborativa. Os autores apontam que alguns estudos mostram a Educação Ambiental sendo abordada de forma conservadora, que é quando seus protagonistas assumem os interesses do capital de mercado e conservam valores e princípios defendidos por grupos sociais ideologicamente dominantes.

Nesse sentido, a elaboração de práticas e atividades no âmbito da formação inicial de professores abordando temáticas ambientais contemporâneas de modo crítico e reflexivo, como a sequência didática apresentada neste artigo, torna-se uma ação que pode favorecer o desenvolvimento do olhar mais abrangente desse público no que tange a

essas temáticas. Isso se refletirá em seus futuros ambientes de atuação profissional, os espaços escolares da Educação Básica.

Algumas tendências da Educação Ambiental

Em se tratando desse campo de conhecimento, alguns autores perceberam diferenças entre as práticas educativas desenvolvidas, e que tais diferenças variam de acordo com as percepções de cada um. Devido a essa pluralidade, as variadas percepções existentes e a possibilidade de escolher aquela que inspirará nossa própria prática, torna-se relevante conhecer as diferentes compreensões existentes sobre a Educação Ambiental.

O estudo de Sauv   (2005), por exemplo, apresenta a no     de “corrente”, que, segundo a autora, se refere a uma maneira geral de conceber e de praticar a Educa     Ambiental. Em seu estudo, essa autora identificou 15 correntes de Educa     Ambiental, umas tradicionalmente mais antigas, como a corrente naturalista, a conservacionista/recursista, a resolutiva, a sist  mica, a científica, a humanista e a moral  tica, e outras mais recentes, como a corrente holística, a biorregionalista, a prática, a crítica, a feminista, a etnográfica, e as da eco-educa     e da sustentabilidade.

Ainda, segundo Sauv     (2005), podem se incorporar a uma mesma corrente uma pluralidade e diversidade de proposições; por outro lado, uma mesma proposi       pode corresponder a duas ou três correntes diferentes, segundo o ângulo sob o qual    analisada, em que certas correntes podem compartilhar características comuns.

Em face das várias correntes existentes, possíveis de serem encontradas em trabalhos como os de Sauv     (2005) e Carvalho (2004), entre outros, Layrargues e Lima (2014) realizaram um mapeamento observando suas características principais, a     que resultou na proposi       do que denominaram como “macrotendências político-pedagógicas da EA”: Conservacionista, Pragmática e Crítica.

Segundo esses autores, a tendência Conservacionista leva em consideração princípios ecológicos, valorizando os aspectos afetivos no que tange ao cuidado e preservação da natureza e a mudança de comportamentos individuais. Nesse tipo de tendência, não há discussão sobre o sistema social contemporâneo e sua relação com os problemas ambientais.

Na tendência Pragmática, o meio ambiente está distante de componentes humanos, caracterizando-se como um conjunto de recursos naturais disponíveis ao ser humano, mas que está em risco de esgotamento, o que leva a ações como o combate ao desperdício e o aproveitamento de resíduos, que podem entrar novamente nos processos industriais, seguindo os padrões de consumo vigentes (Layrargues; Lima, 2014). Essa tendência tem seu foco sobre a resolução dos problemas ambientais sem promover reflexões sobre suas causas e impactos, não incluindo, assim, os contextos econômicos, culturais e sociais associados a tais problemas.

A tendência Crítica focaliza o enfrentamento político das desigualdades e da injustiça socioambiental (Layrargues; Lima, 2014). Tal tendência é pautada no objetivo de promover uma transformação social, colocando em debate os modelos dedesenvolvimento e de sociedade, além de reconhecer a complexidade de questões ambientais contemporâneas. Segundo Sauv   (2005), essa tendência de Educa  o Ambiental insiste na análise das dinâmicas sociais que se encontram na base das realidades e problemáticas ambientais. Insiste, também, “na contextualiza  o dos temas tratados e na importância do diálogo dos saberes (científicos formais, cotidianos...), onde estes saberes devem ser confrontados, abordando os diferentes discursos com um enfoque crítico para esclarecer a a  o” (Sauv  , 2005, p. 31).

Diante desse contexto apresentado, a partir do conhecimento a respeito da diversidade de compreensões sobre a Educa  o Ambiental, e considerando a necessidade de uma Educa  o Ambiental que envolva a criticidade e observa  o abrangente de questões socioambientais presentes na sociedade, este artigo adotou como foco e referencial teórico a Educa  o Ambiental Crítica.

Para atender ao objetivo da pesquisa, foi planejada e conduzida uma sequência didática utilizando instrumentos que visavam a construção de um olhar para essa tendência de Educação Ambiental, tendo como base a dinâmica dos “Três Momentos Pedagógicos” (3MP), que será detalhada no item da metodologia.

Metodologia: o contexto da pesquisa

A pesquisa ocorreu presencialmente, no âmbito de uma disciplina optativa ambientalmente orientada denominada “Questões Socioambientais e Ensino”. Carvalho, Amaro e Frankenberg (2012, p.138) indicam em seu estudo que uma disciplina ambientalmente orientada deve apresentar em sua ementa, nos objetivos e no seu programa de ensino, “a intenção de evidenciar a dimensão socioambiental relacionada aos seus conteúdos específicos”.

A disciplina foi ofertada pelo curso de Química-Licenciatura de uma universidade federal mineira, no primeiro semestre do ano de 2022, tendo sua matrícula disponibilizada a estudantes de outras licenciaturas. A diversidade que se busca a partir de tal abertura pode favorecer a formação mais abrangente dos licenciandos, dado que eles serão provenientes de diferentes áreas do conhecimento, enriquecendo as discussões sobre as temáticas abordadas. Nessa edição, matricularam-se licenciandos dos campos da Química e das Ciências Biológicas. Oito deles participaram efetivamente da pesquisa.

A pesquisa apresentou uma abordagem qualitativa que, segundo Creswell (2010), é fundamentalmente interpretativa. Para aprofundamento sobre a compreensão dos diferentes aspectos pelos licenciandos houve a utilização de diversos instrumentos, os quais, conforme Creswell (2010), fazem parte dos procedimentos qualitativos que, coletados durante o desenvolvimento da sequência didática, foram transcritos e interpretados, com posterior apresentação de inferências consideração quanto aos dados

obtidos. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da universidade sob o parecer nº CAAE 57002022.6.0000.5142.

A etapa de coleta de dados da pesquisa ocorreu ao longo da condução de uma sequência didática baseada na abordagem temática dos três momentos pedagógicos (3MP), proposta por Demétrio Delizoicov, José André Angotti e Marta Maria Pernambuco, através da proposta dialógica-problematizadora de Freire (1987), que foi planejada e desenvolvida como uma das atividades da disciplina.

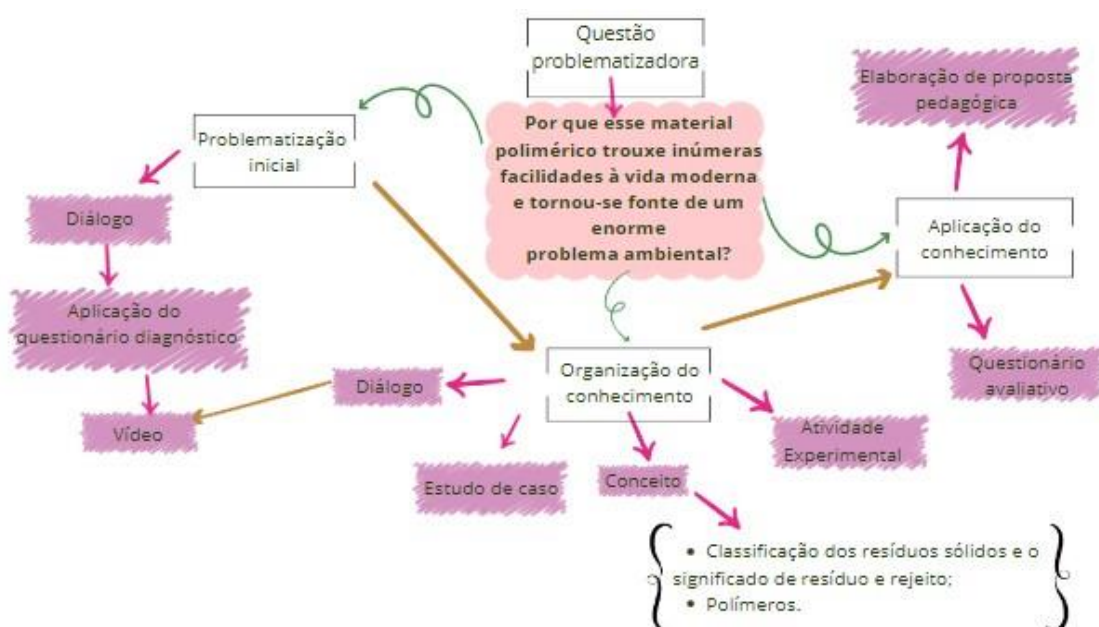
Esses autores propõem, para o desenvolvimento do programa de ensino em sala de aula, como o próprio nome adianta, três momentos pedagógicos: no primeiro momento, denominado “problematização inicial”, o professor apresenta situações reais que os alunos vivenciam, introduzindo os conhecimentos científicos, questionando e problematizando o conhecimento, por meio de discussões sobre o assunto; na “organização do conhecimento”, segundo momento pedagógico, os alunos estudam os conhecimentos por meio da resolução de problemas e atividades propostas em livros, apostilas e sites educacionais, materiais necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial, construindo conhecimento; na “aplicação do conhecimento”, terceiro momento pedagógico, espera-se que o conhecimento construído seja incorporado pelos alunos, e que eles o mobilizem para articular a conceituação científica com situações reais ((Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011, pág. 200-202).

Nesse sentido, considerou-se que os 3 MP seriam uma organização didática potencial e apropriada para a pesquisa, contribuindo com uma abordagem ampla da temática e envolvendo elementos da Educação Ambiental Crítica, tendo como problematização inicial, neste caso, a geração e descarte dos resíduos de materiais plásticos.

As etapas da pesquisa e a coleta de dados

O esquema da Figura 1 ilustra a organização da sequência didática planejada e suas etapas. Nesse esquema estão representados os três momentos pedagógicos e os instrumentos de coleta de dados que foram utilizados em cada momento da pesquisa:

Figura 1. Esquema da SD organizada na abordagem dos 3 MP – temática geração de materiais plásticos.



Fonte: das autoras, adaptado do estudo de Arrigo *et al.* (2018).

O primeiro momento pedagógico foi incentivado através da seguinte questão: “Por que esse material polimérico (os plásticos) trouxe inúmeras facilidades à vida moderna e tornou-se fonte de um enorme problema ambiental?”. Após os licenciandos responderem a essa questão por meio de registro escrito, iniciou-se um diálogo entre a pesquisadora e os licenciandos, no qual eles puderam apresentar os seus conhecimentos prévios.

Posteriormente, um questionário diagnóstico foi aplicado, com questões que abordaram aspectos químicos, sociais e ambientais a respeito da temática, especificamente, os materiais plásticos. Ao final deste momento, foi indicado o link do vídeo intitulado “história do plástico” (disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=_xRZA1wo68k), que trata, dentre vários pontos, do surgimento do material, seu contexto histórico e os impactos ambientais de sua utilização e descarte inadequado, para que os licenciandos pudessem assistir extraclasse e trazerem seus questionamentos no encontro seguinte.

A etapa de organização do conhecimento iniciou-se com um diálogo a respeito da atividade extraclasse proposta, com o objetivo de identificar se reconheciam possíveis impactos ambientais e sociais gerados a partir do descarte irregular dos resíduos sólidos. Em seguida, foi conduzido um estudo de caso, buscando abordar problemas sociais e ambientais e, após essa atividade, ocorreu uma aula expositiva-dialogada para explicação e discussão da temática. Na aula seguinte, foi realizado um experimento denominado “queima de plásticos” (adaptado de <https://www.youtube.com/watch?v=iqmOXwgizOA>), com o objetivo de identificar se os licenciandos reconheciam impactos ambientais gerados a partir da queima de resíduos desses materiais.

No terceiro e último momento pedagógico, aplicação do conhecimento, solicitou-se aos licenciandos que formassem duplas para compartilharem ideias e elaborarem uma proposta pedagógica, extraclasse, sobre o tema plástico, envolvendo a Educação Ambiental e o ensino de Química/Ciências, para ser entregue em data agendada pela docente responsável da disciplina. Para a elaboração dessa atividade houve critérios pré-estabelecidos. Após a explicação da proposta, os licenciandos responderam a um questionário avaliativo individual, com questões sobre todo o processo do qual participaram. Vale ressaltar que, para este artigo, não foram apresentados os resultados das propostas pedagógicas.

O tratamento dos dados da pesquisa foi realizado pela técnica da Análise de Conteúdo, baseada em Laville e Dione (1999). Nessa técnica, conforme os autores, a principal tarefa do pesquisador consiste em efetuar uma sistematização dos conteúdos em elementos que ele ordenará dentro de categorias e constituirão as denominadas unidades de análise.

A base da análise se deu a partir da definição adotada para os aspectos químicos, ambientais e sociais apresentada na introdução deste artigo. Procurou-se, no conteúdo das mensagens selecionadas, por elementos que evidenciassem a compreensão dos licenciandos sobre tais aspectos. Ao longo do processo de seleção das unidades de análise e posterior

categorização, categorias emergiram dos dados analisados. Nas respostas apresentadas na discussão, as unidades de análise foram destacadas.

Resultados e discussão

No intuito de analisar quais foram as compreensões dos oito licenciandos participantes da pesquisa a respeito da temática abordada na sequência didática, os resultados são apresentados considerando os três aspectos: 1) químicos, 2) sociais e 3) ambientais. Para efeito de identificação ao longo da discussão, os participantes foram indicados pelos códigos L1 a L8, preservando assim o anonimato.

1) Aspectos químicos

Como existe uma relação dos materiais plásticos com os polímeros, considerou-se oportuno conhecer o entendimento dos licenciandos a respeito dessa relação, por meio da seguinte pergunta: “o que você entende por polímeros?”. As respostas a essa questão foram consideradas mais condizentes quando fizeram uma aproximação com a indicação de Da Cruz *et al.* (2020). Este autor relata que a palavra polímero é oriunda do latim, em que *poli* significa muitos e *mero*, unidades, e que cada *mero* ou unidade é um monômero que, por meio de reações, une-se a outro por ligações, formando os polímeros.

Sendo assim, as respostas de cinco licenciandos demonstraram ter um entendimento próximo a esse conhecimento químico, como o excerto exemplificado a seguir: “**São moléculas grandes, formada por macromoléculas, ou monômeros agrupados**” (L6). Dois licenciandos fizeram uma citação parcial do conhecimento químico, quando, por exemplo, L7 indicou em sua resposta: “Entendo que polímeros **são pequenas partículas de plástico**”. De acordo com França *et al.* (2022, p. 277), “plástico é um tipo de polímero, denominado ‘termoplástico’ e, todo plástico é um polímero, mas nem todo polímero é um plástico”. L4 indicou não ter conhecimento sobre esse termo. Quando questionados a respeito das diferenças entre o plástico comum e o

biodegradável, por meio da pergunta “quais as diferenças entre o plástico comum e o biodegradável?”, sete licenciandos deram destaque ao tempo de degradação ou o tempo de vida, como é possível observar nos excertos: “O plástico comum polui e não se degrada. O **plástico biodegradável** é produzido a partir **de materiais de rápida degradação**, dessa maneira esse tipo de plástico não acumula” (L4); “*O biodegradável visa um fim, uma **decomposição mais rápida** do que o plástico comum*” (L6).

Apenas um licenciando indicou a degradação por agentes biológicos: “*O plástico biodegradável tem componentes que auxiliam na **degradação por meio de agentes biológicos**, por exemplo as bactérias*” (L8).

Segundo França *et al.* (2022), biodegradação é a propriedade do material em ser degradado por agentes biológicos, sendo assim, nem sempre um polímero obtido de fonte renovável será biodegradável. Quanto à composição, o plástico comum geralmente é derivado do petróleo, e o biodegradável é feito de materiais de fontes renováveis, como o amido de milho; quanto à decomposição, o plástico comum demora anos para se decompor no ambiente, e o biodegradável degrada mais rapidamente quando exposto a condições naturais (umidade e bactérias) (França *et al.*, 2022).

Os licenciandos também participaram, ao longo da condução da SD, de uma atividade experimental, realizada em laboratório, que se baseou na diferença de pH (potencial hidrogenoiônico) antes e após a queima de materiais plásticos, com o objetivo de levá-los a reflexões sobre possíveis impactos ambientais. Quando o lixo não é coletado adequadamente, algumas pessoas podem optar pela queima desse material em seus quintais ou em locais próximos as suas residências, o que pode levar a prejuízos ambientais (Rego *et al.*, 2014). O monômero que forma o polietileno (PE) é denominado etileno, e o que forma o PVC é o cloreto de vinila. A combustão do PVC resulta na liberação de um gás tóxico - HCl (ácido clorídrico) – que causa irritação nos olhos, nariz e garganta quando liberado em níveis elevados (Da Fontoura, 2021).

Nessa atividade experimental, os licenciandos anotaram o pH antes da reação de queima de amostras de PVC e PE (pH entre 5 e 6) e após a reação de

queima, momento em que observaram a diminuição dos valores de pH (abaixo de 5), o que quimicamente caracteriza um meio ácido. Quando questionados sobre a variação do pH, a maioria dos licenciandos respondeu que o pH diminuiu, o que pode causar impactos ambientais. L6 ainda salientou a toxicidade dessa queima: ***“Os gases liberados pela queima dos plásticos têm potencial ácido, inclusive, o PVC reduziu muito o pH, concluindo que ele possa ter potencialmente maior caráter poluente e tóxico”.***

Há de se convir que a problemática da queima de resíduos plásticos pode, também, afetar toda a biodiversidade através da inalação. Segundo Guimarães e Silva (2020), a combustão desse material lança na atmosfera CO (monóxido de carbono), CO₂ (dióxido de carbono) e CH (hidrocarbonetos), os quais podem impactar a camada de ozônio, afetar o aquecimento global, a qualidade do ar, do solo e da água.

Ainda relacionando a queima de materiais plásticos com o meio ambiente, os licenciandos foram questionados a respeito da toxicidade dos gases liberados e a reação do gás cloro com a água. Todos os licenciandos reconheceram e indicaram que o gás cloro em contato com a água produz ácido clorídrico, que é um gás tóxico. Alguns exemplos de respostas estão apresentados a seguir:

“Sim, os gases são tóxicos. Cloro em contato com a água produz o HCl, que é um ácido forte e provavelmente a razão do pH da queima de PVC ser bem menor que a queima de polietileno” (L6).

“CO, CO₂ e Cl₂ são tóxicos. Gás cloro em contato com a água gera ácido clorídrico, que também é um composto tóxico” (L4).

No que diz respeito a aspectos químicos, os dados sugerem que os licenciandos apresentaram um conhecimento prévio a respeito do significado de polímeros e tinham pouca compreensão das diferenças entre o plástico comum e o biodegradável, indicando apenas o conhecimento de que um tipo de plástico demora mais para degradar do que o outro. Compreenderam, também, a toxicidade dos gases liberados no meio ambiente quando os

resíduos de materiais plásticos são queimados e que o contato desses gases com a água produz ácidos que são prejudiciais aos seres vivos.

2) Aspectos ambientais

Para discussão desses aspectos foram utilizados os dados do questionário inicial, do estudo de caso, da atividade experimental e do questionário final. No primeiro instrumento foi perguntado aos licenciandos suas percepções sobre as consequências ambientais geradas pelo descarte de embalagens plásticas no ambiente.

Ao analisar as respostas, foi possível notar que eles compreendem e reconhecem os impactos ambientais gerados, principalmente no ambiente marinho, e os problemas que são causados pelo descarte dessas embalagens nas ruas, por exemplo, o entupimento de bueiros, como mostram os trechos de respostas a seguir:

“Gera diversos impactos ambientais, sobretudo no ambiente marinho, poluição nos mares. Porém, nas cidades o acúmulo de embalagens plásticas nas ruas pode ocasionar enchentes em épocas de chuva, pois entopem os bueiros” (L1).

“Poluição, entupimento de canais de esgotos e bueiros, podendo gerar enchentes, perigo aos animais aquáticos, terrestres, por contaminação, asfixia, acúmulo de lixo” (L6).

Nas respostas percebe-se um destaque aos impactos sobre ambientes aquáticos, entre eles o ambiente marinho. Esse resultado se aproxima do estudo de Carneiro *et al.* (2021), em que os autores indicam a existência de diversos efeitos no que diz respeito à baixa degradação e a vida útil dos plásticos, como a poluição visual em virtude do descarte inadequado nas ruas e parques de cidades, entupimento de vias públicas, entre outros. No ambiente marinho, os mesmos autores indicam que o resíduo dos plásticos pode ser carregado por longos quilômetros no mar, afetando a vida marinha. Nesse sentido, a Educação Ambiental exerce um importante papel para despertar a sociedade sobre os problemas socioambientais, não apenas para

resolver os problemas presentes, mas refletir sobre meios para prevenção de problemas que podem ser evitados.

Outra atividade presente ao longo da sequência didática e realizada em duplas (identificadas por D1 a D4) foi um estudo de caso fictício, que envolveu uma indústria hipotética, por suas atividades de produção de materiais plásticos e o descarte inadequado, o que desencadeou uma investigação para avaliação de danos ambientais. Atividades de estudo de caso buscam desenvolver habilidades como a capacidade de resolver problemas, elaborar hipóteses, propor soluções a problemas, pensamento crítico e reflexivo (Pereira *et al.*, 2009).

Optou-se por utilizar tal atividade, com características diferentes dos questionários, no intuito de identificar se os licenciandos perceberiam os impactos ambientais gerados pelo uso dos plásticos e sugeririam possíveis propostas de ações acordadas coletivamente entre eles, características importantes para práticas de Educação Ambiental em perspectiva crítica. Os resultados indicaram que todas as duplas conseguiram propor ações como prevenção, atitudes a serem tomadas tanto pela indústria quanto pelos órgãos responsáveis pela fiscalização. Alguns trechos a seguir exemplificam essa questão:

“Regulamentarização da indústria química...analisar área afetada e os componentes químicos, além de produzir um sistema de drenagem pluvial... coleta de líquido e gases produzidos” (D3).

“Primeiramente um estudo de levantamento de fauna e flora, e comparação desse estudo com os realizados antes da implementação da indústria... Conversa/investigação com a população residente no local, ou próxima a ele, para levantar informações de problemas de saúde que apareceram após a exploração de petróleo” (D4).

Na etapa de solução proposta pelos licenciandos foi possível perceber, a partir das unidades de análise destacadas, que há elementos relacionados à responsabilidade do setor industrial, bem como ao necessário envolvimento da sociedade na busca de soluções para questões socioambientais. Tal fato que sugere uma aproximação inicial com os

princípios da Educação Ambiental em uma vertente mais crítica, conforme destacam Sauv   (2005) e Layrargues e Lima (2014).

Justifica-se a observa  o de uma aproxima  o inicial em virtude de que essa atividade de estudo de caso ocorreu após a fundamenta  o teórica e discussão sobre a pluralidade da Educa  o Ambiental, e infere-se que essa parte introdutória de fundamenta  o pode ter influenciado as reflexões dos licenciandos. Os resultados sugerem que a atividade favoreceu, de modo diferente e complementar ao questionário inicial, o entendimento sobre as percep  es dos licenciandos a respeito dos impactos ambientais gerados pelo descarte irregular dos resíduos plásticos.

No questionário final, uma das questões tratou sobre as futuras práticas de consumo e descarte de resíduos sólidos dos licenciandos participantes, pois podem influenciar as a  es dos licenciandos como futuros professores. L1 direcionou sua resposta nesta última dire  o; os demais licenciandos focalizaram suas a  es como cidadãos. Os resultados da questão t  mbem indicaram compreensões dos licenciandos sobre a importância do descarte correto, reutiliza  o e reciclagem, e três licenciandos ressaltaram a redu  o do consumo de materiais plásticos, em suas respostas:

“Pretendo desenvolver atividades no ensino de Ciências e Biologia que causem o mesmo impacto e a mesma preocupa  o que eu tive ao longo da realiza  o da sequência didática, ou seja, dar um significado/sentido para os alunos, em seus estudos” (L1).

“Já faz algum tempo que tento reduzir o consumo de plásticos e reutilizar o máximo que posso. T  mbem separo o lixo orgânico do reciclável na tentativa de dar um destino adequado ao plástico” (L8).

Ao finalizar esse t  pico, que tratou das percep  es dos licenciandos sobre aspectos ambientais, infere-se que, de forma geral, os licenciandos refletiram sobre os impactos gerados pelo descarte irregular de resíduos plásticos e destacaram preocupa  es ao afirmarem que pretendem discutir o tema em suas aulas e, como cidadãos, tomarem medidas que reduzam os possíveis impactos gerados pelo consumo de plástico. No entanto, infere-se

também que, para o desenvolvimento de uma perspectiva mais crítica e não apenas resolutiva, é necessário maior tempo e aprofundamento por parte dos estudantes sobre as situações que envolvem problemas socioambientais.

3) Aspectos sociais

No que tange à discussão sobre aspectos sociais, um ponto importante relacionado ao tema da pesquisa foi observar o entendimento dos participantes a respeito do papel do profissional catador de resíduos sólidos, dado que essa é uma questão socioambiental presente e atual. Sensibilizar a sociedade e incentivar práticas empreendedoras tem sido uma ação importante para a inclusão de pessoas que exercem essa atividade, que é tanto social quanto econômica.

O Ministério do Meio Ambiente relata que os catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis atuam nas atividades da coleta seletiva desempenhando um papel fundamental na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), atuação esta realizada, muitas vezes, sob condições desfavoráveis de trabalho (ruas e em lixões) e de modo autônomo, ou coletivamente (cooperativas e associações).

O catador de materiais recicláveis tem importante papel no ciclo da cadeia produtiva de reciclagem, estando na ponta do processo produtivo. Entretanto, ele é quem menos ganha, vivendo na miséria, nas ruas e nos lixões por todo o Brasil (MNCR, 2023).

No questionário inicial foi perguntado aos licenciandos sobre o entendimento deles com relação ao papel dos catadores de materiais recicláveis na sociedade. As respostas sinalizaram que os licenciandos compreendem a importância dessa atividade exercida pelos catadores, entretanto mostraram uma ênfase nas características técnicas do trabalho dos catadores, seguidas de reflexões sociais, conforme é possível observar nos exemplos de respostas a seguir :

“Eles têm o papel de destinar os resíduos sólidos urbanos a centros especializados que destinarão de forma correta o descarte desses materiais” (L1).

*“Eles fazem um trabalho muito importante, que infelizmente para nossa sociedade é necessário. **Apesar da importância desse serviço, as condições de vida e trabalho dos catadores são muito precárias**” (L4).*

Segundo Oliveira e Cunha (2019), reconhecer socialmente o catador enquanto profissional se torna importante para fortalecer suas conquistas, almejar desafios e oportunidades na profissão. Entende-se que esse aspecto social deve ser abordado no âmbito da formação de professores, provocando reflexões e uma sensibilização sobre essa questão socioambiental que precisam ir além das características dos materiais. Esse reconhecimento social do catador de materiais recicláveis coaduna com a Educação Ambiental Crítica, a qual, segundo Layrargues e Lima (2014), busca o enfrentamento político das desigualdades e da injustiça socioambiental.

Os licenciandos também foram questionados, durante a condução da atividade experimental, quanto ao entendimento do impacto socioambiental gerado a partir da queima de resíduos plásticos, considerando, por exemplo, que existem várias doenças do sistema respiratório relacionadas à exposição e absorção de poluentes atmosféricos, como asma, bronquite, enfisema pulmonar e câncer do pulmão (Rego *et al.*, 2014). Os resultados evidenciaram que os licenciandos compreendem que a queima desses resíduos libera gases tóxicos que são prejudiciais tanto ao meio ambiente quanto aos seres humanos, conforme os exemplos de respostas descritos a seguir:

“Sim. Esse tipo de prática pode ocasionar muitos impactos negativos, tanto em relação à saúde do ser humano ao respirar esses gases, como para o meio ambiente, agravando ainda mais o aquecimento global. Ou seja, o impacto socioambiental gerado nessa prática é muito grande” (L1).

*“Sim. Liberação de gases tóxicos para nós humanos e para o ambiente, CO e CO₂, sendo gases que **agravam o efeito estufa**, aumentando a radiação solar na planta e consequentemente a temperatura. E o HCl é um ácido muito tóxico, com pH baixo, podendo **alterar o pH das águas e matar animais e plantas marinhas**” (L6).*

Essas impressões se tornam importantes, na medida em que sugerem que os estudantes refletiram, de modo abrangente, sobre os impactos socioambientais gerados pela queima dos resíduos plásticos e,

a partir disso, podem planejar ações futuras nos espaços escolares que favoreçam a tomada de decisão crítica.

Os resultados apresentados sobre os três aspectos (químicos, ambientais e sociais) evidenciam indicativos sobre a importância de que sejam discutidos na formação de professores, considerando que os licenciandos precisam refletir e estudar os problemas socioambientais antes de proporem ações nas escolas com seus futuros alunos. Essa averiguação concorda com o argumento de Torales (2013, p.9), quando ressalta que a formação de professores, além de outros elementos que fazem parte do universo escolar, é parte importante na incorporação de temáticas ambientais no currículo de ensino, pois sem “uma compreensão das questões ambientais em seus aspectos políticos, ideológicos, sociais e econômicos, buscando a construção de valores e atitudes, as ações tendem a se tornar descaracterizadas como alternativas para a renovação da prática pedagógica.”

Nesse sentido, entende-se que a promoção de atividades e práticas que abordem temáticas ambientais em uma perspectiva de Educação Ambiental Crítica, como pretendeu a SD planejada para a pesquisa apresentada neste artigo, pode favorecer o debate e a construção de conhecimento de modo coletivo, auxiliando a fortalecer a base teórica dos futuros professores para a elaboração de novas ações pedagógicas que tratem dessas temáticas.

Considerações finais

Este artigo teve como objetivo apresentar os resultados de uma investigação a respeito das compreensões de licenciandos participantes da pesquisa sobre aspectos químicos, ambientais e sociais envolvidos na temática da geração de resíduos de materiais plásticos.

Ao analisar os aspectos químicos, as respostas ao questionário inicial sugerem um necessário aprofundamento conceitual desses licenciandos sobre o assunto, e as respostas à atividade experimental sugerem

compreensões dos danos causados pela queima de materiais plásticos, prática muitas vezes utilizada para dar fim a este tipo de material.

Quanto aos aspectos ambientais, por meio das atividades propostas na SD, os licenciandos puderam refletir sobre situações que podem ocorrer no cotidiano da sociedade, como apresentado no estudo de caso, e observar quimicamente os produtos da queima desse tipo de material. As respostas ao questionário final sugerem uma compreensão dos licenciandos sobre suas responsabilidades futuras quanto a práticas de consumo e descarte de materiais plásticos, tanto como educadores como cidadãos, mas ainda revelam hábitos pontuais que se afastam da Educação Ambiental Crítica.

Em se tratando do aspecto social, especificamente quanto ao papel dos profissionais coletores de materiais recicláveis, apesar de citações sobre o caráter técnico desse tipo de atividade, todos os licenciandos apontaram preocupações sobre os problemas sociais enfrentados por essa categoria de trabalhadores, discussão que, por sua vez, se aproxima do campo da Educação Ambiental em uma perspectiva mais crítica.

Espera-se que os resultados apresentados e discutidos neste artigo forneçam elementos para a promoção de ações voltadas à formação inicial e continuada de professores que possam favorecer reflexões sobre as causas e as consequências das questões socioambientais. Dessa forma, despertando o interesse no aprofundamento do conhecimento sobre a Educação Ambiental Crítica, fato que pode auxiliar o trabalho docente no que tange ao desenvolvimento de ações que integram temáticas ambientais nos espaços escolares.

Referências

- AMARAL, C. P. Ação antrópica, descaso, degradação ambiental e a ascensão do plástico/*Anthropication, neglect, environmental degradation and the rise of plastic. Brazilian Journal of Development*, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 26640–26651, 2022.
- ARRIGO, V. et al. O ensino de química e a educação ambiental: uma proposta para trabalhar conteúdos de pilhas e baterias. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5, 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Plano nacional de resíduos sólidos*. Brasília: Diário Oficial da União, 2012. 103 p.

- CARNEIRO, T. M. Q. A.; DA SILVA, L. A.; GUENTHER, M. A poluição por plásticos e a Educação Ambiental como ferramenta de sensibilização. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, v. 16, n. 6, 2021.
- CARVALHO, I. C. M.; AMARO, I.; FRANKENBERG, C. L. C. (2012). Ambientalização Curricular e Pesquisas Ambientalmente Orientadas na PUCRS: um levantamento preliminar. In: LEME, P. C. S.; PAVESI, A.; ALBA, D.; GONZÁLEZ, M. J. D. (Coord.). *Visões e Experiências Ibero-Americanas de Sustentabilidade nas Universidades*. Granada/ ES: Gráficas Alhambra, p. 137-143, 2012.
- CARVALHO, I. C. M. Educação ambiental crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: LAYRARGUES, P. P. (coord.). *Identidades da educação ambiental brasileira*. Brasília: MMM, 2004. p. 13-24. Disponível em: <https://cutt.ly/kxb9pGX>.
- CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Ed. ARTMED, 3ª edição, 2010, 296 p.
- CRUZ, B. S. M. da; SOUZA, M. L. de; FREITAS, A. B. R. de. Reutilização de plásticos: uma forma de articular a Educação Ambiental e o ensino de polímeros através de uma feira de ciências. *Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia*, v. 12, 2020.
- DA FONTOURA, M. Comportamento ao fogo dos polímeros halogenados (PVC, CPVC, PTFE). *Ignis: Revista Técnico Científica do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina*, v. 6, n. esp., p. 1-14, 2021.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- FRANÇA, D. et al. As faces do plástico: uma proposta de aula sobre sustentabilidade. *Química Nova na Escola*, v. 43, n. 3, p. 277-286, 2022.
- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- GOUVÊA, G. R. R. Rumos da formação de professores para a Educação Ambiental. *Educar*, Curitiba, n. 27, p. 163-179, Editora UFPR, 2006.
- GUIMARÃES, V. M. B.; SILVA, K. N. A. da. Impactos socioambientais do plástico descartável: estudo de caso nas redes de fastfood em Dourados/MS. *Revista on Line De Extensão E Cultura- RealizAção*, v. 7, n. 13, p. 97-120, 2020.
- LAVILLE, C.; DIONNE, J. *A construção do Saber: Manual de metodologia de pesquisa em Ciências Humanas*. Porto Alegre: Artmed; Belo Horizonte (MG): Editora UFMG, 1999.
- LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. DA C.. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. *Ambiente & Sociedade*, v. 17, n. 1, p. 23–40, jan. 2014.
- MARTINS, J. P. A.; SCHNETZLER, R. P. Formação de professores em educação ambiental crítica centrada na investigação-ação e na parceria colaborativa. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 24, n. 3, p. 581-598, 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em:
<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis.html> Acesso em: 10 jan. 2024.

MOVIMENTO NACIONAL DOS CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS (MNCR). Disponível em:
<https://www.mncr.org.br/biblioteca/legislacao/classificacao-brasileira-deocupacoes-cbo> Acesso em: 10 jan. 2024.

NASCIMENTO, L. M. B. et al. A emergência do educador ambiental crítico a partir da formação docente: importância do saber socioambiental na construção de projetos de intervenção coletivos. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 212–231, 2021.

OLIVEIRA, M. G.; CARVALHO, L. M. As três dimensões da educação ambiental – política, valorativa e dos conhecimentos - nos projetos político-pedagógicos de cursos de pedagogia de Universidades Federais Brasileiras. In: *VI Encontro “Pesquisa em Educação Ambiental”*: A Pesquisa em Educação Ambiental e a Pós-Graduação no Brasil. Ribeirão Preto, set. 2011.

OLIVEIRA, P. H. F.; CUNHA, A. G. M. O catador de resíduos sólidos e sua função como empreendedor social numa visão contemporânea. *Entrepreneurship*, v.3, n.1, p.26-31, 2019.

PEREIRA, L. DE T. K.; GODOY, D. M. A.; TERÇARIOL, D. Estudo de caso como procedimento de pesquisa científica: reflexão a partir da clínica fonoaudiológica. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v. 22, n. 3, p. 422–429, 2009.

REGO, F. A. H.; COELHO, J. F. R.; BARROS, V. L. L. Análise dos efeitos negativos causados pela queima do lixo doméstico em áreas urbanas de Caxias (MA). *Revista Humana Et Al*, v. 1, n. 1, p. 50 - 60, 2014.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão? *Química Nova na Escola*, v. 4, p. 28–34, 1996.

SAUVÉ, L. *Uma cartografia das correntes em educação ambiental*. In: Sato, M., Carvalho, I. (Orgs.). *Educação Ambiental: pesquisa e desafios*. Porto Alegre: Artmed. p. 17-44. 2005.

SOUZA et al. Plástico no mar: Polímeros à deriva! *Química Nova na Escola*. São Paulo-SP, v. 43, n. 3, p. 320-329, 2022.

TORALES, M. A. A inserção da educação ambiental nos currículos escolares e o papel dos professores: da ação escolar a ação educativo-comunitária como compromisso político-ideológico. *REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental*, [S. l.], p. 1–17, 2013. DOI: 10.14295/remea.v0i0.3437. Disponível em:
<https://periodicos.furg.br/remea/article/view/3437>. Acesso em: 23 jun. 2024.

TOZONI-REIS, M. F. C; CAMPOS, L. M. L. Educação ambiental escolar, formação humana e formação de professores: articulações necessárias. *Educar em Revista*, Setor de Educação - Campus Rebouças – UFPR, 2014.

Recebido em março de 2025.

Aprovado em outubro de 2025.