

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

Wbiratan Cesar Macedo de Oliveira

A Educação Ambiental na formação inicial dos professores de Química: a abordagem da temática e a aprendizagem da docência

Juiz de Fora

2023

Wbiratan Cesar Macedo de Oliveira

**A Educação Ambiental na formação inicial dos professores de Química: a
abordagem da temática e a aprendizagem da docência**

Texto apresentado ao Programa de Pós-graduação em Química, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito para obtenção do título de Doutor em Química.

Orientadora: Dra. Andréia Francisco Afonso

Juiz de Fora

2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração
automática da Biblioteca Universitária da UFJF,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira , Wbiratan Cesar Macedo de Oliveira .

A Educação Ambiental na formação dos professores de Química:
a abordagem da temática e a aprendizagem da docência / Wbiratan
Cesar Macedo de Oliveira . -- 2023.

203 f.

Orientadora: Andréia Francisco Afonso Afonso
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto
de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Química, 2023.

1. Formação de Professores de Química . 2. Educação Ambiental
. I. Afonso , Andréia Francisco Afonso , orient. II. Título.

Wbiratan Cesar Macedo de Oliveira

A Educação Ambiental na formação dos professores de Química: a abordagem da temática e a aprendizagem da docência

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Química. Área de concentração: Química.

Aprovada em 11 de setembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Andréia Francisco Afonso - Orientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Elaine Angelina Colagrande
Universidade Federal de Alfenas

Profa. Dra. Angélica Oliveira de Araújo
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Dr. Rafael Arromba de Sousa
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. José Guilherme da Silva Lopes
Universidade Federal de Juiz de Fora

Antes de revelar a quem dedico essa Tese, contarei uma história.

Meu pai, Francisco, conhecido como “Chico Fulô”, não teve oportunidade de frequentar à Escola (meus avós tinham a cultura do trabalho braçal, na “roça”, escolarização seria para ricos). Aprendeu a escrever o nome completo depois de casado, minha mãe, Terezinha (Professora, sem formação superior), o ensinou. A mamãe em sua infância, órfã, estudou porque trabalhava e morava na casa de uma Professora, estudar foi um dos acordos – sorte a dela, a única entre os irmãos que tivera essa preciosa oportunidade. Meus pais viam a educação como a oportunidade de mudar vidas, de transformação (seis de seus onze filhos, são Professores).

[...] das poucas lembranças que tenho do meu pai, uma delas, certamente guiou o meu caminho. Talvez seja coincidência, ou obra do acaso, certo é, que a profecia se cumpriu.

Iniciei meus estudos na zona rural, sala “multisseriada”. Uma vez, aos 7 anos, cursando a antiga 1^a série do Ensino Fundamental, eu estava sentado em uma mesa improvisada fazendo o dever de casa. O papai, por não ter estudado, não sabia muito das relações entre anos escolares e faixa etária [...], nesse dia, o líder dos “assentados”, se aproximou e disse: “*olha, seu Chico, esse menino tem “as letra” bonita.* Certamente, pelo brilho dos olhos do seu Chico, vi ali uma expressão de orgulho (um homem de poucas emoções). Meu pai prontamente, respondeu: “*esse menino “já tá” no 4º ano, vai ser Doutor!*”! Ao lado, minha mãe sorriu, não pelo grau de Doutor, mas, pela confusão da série escolar que eu cursava. Morávamos em um assentamento de reforma agrária, ali, tudo era improvisado, as casas, a escola, não tínhamos acesso à energia elétrica e nem à água encanada. Os sonhos não eram improvisados, foram vividos, mas um dia, para meu pai, interrompidos!!

Acredito que o doutor que ele fizera referência, estivesse relacionado à formação de um Médico, Advogado, Engenheiro, Dentista que comumente recebem essa denominação. De qualquer forma, 28 anos depois, o filho “Doutor”, cumpriu o dever de casa – e como ele dizia – “ao pé da letra”!

Portanto, dedico esta Tese aos meus pais, Francisco (sempre na memória) e Terezinha. Ele, por ter profetizado e ela por ter oportunizado e suavizado a minha trajetória escolar!

AGRADECIMENTOS

A gratidão é uma das emoções mais poderosas que podemos experimentar. É a sensação de apreciar algo que alguém fez por nós, ou algo que temos em nossas vidas.

A finalização do doutorado não poderia chegar a “bom porto” sem o misericordioso e compassivo amor de Deus e o cuidado materno de Nossa Senhora. Gratidão!

Os fardos teriam sido muito mais pesados sem o precioso apoio de várias pessoas.

Então, não posso deixar de agradecer a minha orientadora, Professora Dra. Andréia Francisco Afonso, por toda paciência, empenho, ensinamentos e sentido prático com que sempre me orientou neste trabalho e em todos aqueles outros que realizei. Muito obrigado. Desde a nossa primeira conversa, em 2017, cultivo uma imensa gratidão.

Desejo igualmente agradecer a todos os meus amigos, seja os que a vida ou academia me deram de presente, especialmente, o Waguinho, Vandinha, Monique, Dirlene, Line, Wellington e Marlena, cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos.

Agradeço as Instituições escolares (Escola Básica, UFVJM, UFJF, GEEDUQ¹), aos professores e alunos que fizeram parte da minha vida escolar e profissional, da pré-escola ao doutorado, pela construção da minha identidade docente e humana.

Sou grato também aos professores doutores que se dispuseram a fazer parte dessa etapa. Sei que farão boas contribuições na banca.

Por fim, quero agradecer à minha família pelo apoio incondicional que me deram, especialmente aos meus pais, Francisco (sempre na memória e no coração) e Terezinha, por todas as orações e por terem sonhado os mesmos sonhos que eu.

¹ Grupo de Pesquisa em Educação Química – GEEDUQ

RESUMO

A formação de professores no Brasil continua sendo um tema relevante e sujeito a debates. Questões como a qualidade dos cursos de formação, a atualização das práticas pedagógicas, reestruturação curricular e a valorização da carreira docente ainda são desafios a serem enfrentados no sistema educacional brasileiro. Devido à crise ambiental instaurada, a formação de professores na perspectiva da Educação Ambiental é um outro desafio a ser superado, uma vez que estudos mostram que a inserção dessa temática na Escola Básica, quando abordada, tem sido de maneira conservadora, de forma rara pelos professores de Química, com ações pontuais, sem promover reflexão e nem criticidade. Nesse contexto, esta tese teve por objetivo investigar como os licenciandos em Química, do período noturno, da Universidade Federal de Juiz de Fora, estão sendo formados no que tange a Educação Ambiental – visto que, possivelmente, eles atuarão na Educação Básica. A pesquisa qualitativa e interpretativa foi a base para o direcionamento teórico e metodológico, visando analisar de forma contundente o universo pesquisado. Na obtenção de dados, foi utilizada a análise documental das ementas, dos planos de ensino, do plano pedagógico do curso de Licenciatura em Química e dos documentos normativos que recomendam a inserção da Educação Ambiental; a aplicação de questionários (para Licenciandos e Professores da Licenciatura em Química Noturno) e oferecimento de uma oficina com oito encontros formativos para os licenciandos. A Análise de Conteúdo foi o aporte para a compreensão e interpretação dos dados obtidos. Os resultados permitiram inferir que a estrutura curricular do curso analisado não atende às recomendações normativas para Educação Ambiental. Dentre os componentes analisados, destacamos na disciplina de Química Ambiental, direcionamentos para estudo dos processos químicos no meio ambiente, o que foi ao encontro das respostas dos professores formadores ao responderem o questionário sobre a abordagem da temática em suas aulas. As percepções dos licenciandos (ingressantes e formandos) foram classificadas como não críticas, conservadoras ou pragmáticas. Por outro lado, as experiências vivenciadas ao longo dos encontros formativos da oficina, apontam para uma ampliação dos horizontes da formação docente no que diz respeito à Educação Ambiental Crítica. As oportunidades de compartilhamento de experiências e os momentos reflexivos proporcionados durante os encontros possibilitaram aos participantes construírem e reconstruírem conhecimentos sobre a temática ambiental,

tendo como resultados, além da construção da prática pedagógica, um produto direcionado às aulas de Química na Educação Básica, que permite fazer interlocuções com os aspectos socioambientais contemporâneos. Para além dos objetivos da pesquisa, elaboramos um capítulo para a apostila de Química Ambiental, voltada para os cursos de Bacharelado e Licenciatura. Por fim, acreditamos que o trabalho aqui desenvolvido colabora para as pesquisas no âmbito da formação de professores de Química na perspectiva da Educação Ambiental no que diz respeito à ampliação das concepções, dos planejamentos e do fazer docente, bem como reforçar a reestruturação curricular na perspectiva da Educação Ambiental Crítica.

Palavras chave: formação de professores de química; educação ambiental.

ABSTRACT

Teacher training in Brazil continues to be a relevant topic and subject to debate. Issues such as the quality of training courses, updating pedagogical practices, curricular restructuring and valuing the teaching career are still challenges to be faced in the Brazilian educational system – generally, discussions around these issues take place within Universities. Due to the established environmental crisis, Teacher Training from the perspective of Environmental Education is one of these challenges, since studies show that the inclusion of this theme in Basic School, when approached, has been conservatively, rarely by high school teachers. Chemistry, with specific actions, without promoting reflection or criticism. In this context, this Thesis aimed to investigate how the Graduates in Nocturnal Chemistry at the Federal University of Juiz de Fora are being trained in the perspectives of Environmental Education - since, possibly, they will work in Basic Education. The Qualitative and Interpretive Research was the basis for the theoretical direction aiming to analyze in a forceful way the researched universe. In obtaining data, Document Analysis of the Syllabuses, the Teaching Plans and the Pedagogical Plan of the Degree in Chemistry course and the normative documents that recommend the insertion of Environmental Education were used; application of questionnaires (for undergraduates and professors of the degree in Chemistry) and offering a workshop with eight training meetings (for undergraduates) – using Content Analysis to understand and interpret the data obtained. The results allowed inferring that the curricular structure of the analyzed course does not meet the normative recommendations for Environmental Education - among the analyzed components, we highlight in the Environmental Chemistry discipline directions for the study of chemical processes in the environment, which was in line with the responses of the trainer teachers when answering the questionnaire about the theme approach in their classes. The perceptions of undergraduates (freshmen and graduates) were classified (in the initial studies) as non-critical, conservative or pragmatic. On the other hand, the experiences lived during the workshop's formative meetings, point to a broadening of the horizons of teacher training with regard to Critical Environmental Education. The opportunities for sharing experiences and the reflective moments provided during the meetings enabled the participants to build and rebuild knowledge about the environmental theme, resulting in, in addition to the construction of pedagogical practice, a product aimed at Teaching Chemistry in Basic Education - making

dialogues to contemporary socio-environmental aspects. In addition to the research objectives, proposals were indicated for the inclusion of Environmental Education in the “specific” Chemistry disciplines, resulting in a partnership in the construction of a chapter of the Environmental Chemistry handout for the Bachelor and Licentiate courses. Finally, we believe that the work developed here contributes to research in the field of Chemistry Teacher Training from the perspective of EA with regard to: expanding concepts, planning and teaching, as well as reinforcing curricular restructuring in terms of environmentalization.

Keywords: formation of chemistry teachers; environmental education.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	12
1 FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO BRASIL	15
2 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: PERSPECTIVA HISTÓRICA E TENDÊNCIAS	26
3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES QUÍMICA	33
4 PERCURSO METODOLÓGICO.....	38
4.1 DOCUMENTOS VOLTADOS À FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E À EDUCAÇÃO AMBIENTAL	38
4.2 QUESTIONÁRIO AOS INGRESSANTES E FORMANDOS NA LICENCIATURA EM QUÍMICA NOTURNO DA UFJF	41
4.3 A APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO AOS PROFESSORES DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DA UFJF	43
4.4 A OFICINA SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL	44
4.4.1 Encontro 1 da oficina.....	47
4.4.2 Encontro 2 da oficina.....	49
4.4.3 Encontro 3 da Oficina	50
4.4.4 Encontro 4 da oficina.....	51
4.4.5 Encontro 6 da Oficina	52
4.4.6 Encontro 8 da Oficina	52
4.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	53
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.1 O QUE APONTAM OS DOCUMENTOS ANALISADOS EM RELAÇÃO A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL	55
5.2 COMO OS PROFESSORES ABORDAM EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM SUAS AULAS	60
5.3 AS CONCEPÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA DA UFJF E SUAS PERCEPÇÕES DE COMO ELA ESTÁ INSERIDA NO PROCESSO DE FORMAÇÃO INICIAL.....	70

5.3.1 As concepções dos Licenciandos ingressantes por meio do questionário	71
5.3.2 As concepções dos Licenciandos formandos por meio do questionário	75
5.3.3 As concepções dos Licenciandos nos dois primeiros encontros da oficina	78
5.3.4 As mudanças de concepções dos licenciandos observadas nos encontros 3 e 4 da oficina	89
6 AS AULAS DE QUÍMICA PLANEJADAS NA PERSPECTIVA DA EA	99
7 OUTROS DESDOBRAMENTOS DA PESQUISA: PROPOSTAS PARA ABORDAR EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS COMPONENTES ESPECÍFICOS DA QUÍMICA NA LICENCIATURA	117
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	131
REFERÊNCIAS	136
APÊNDICE A – Questionário para os ingressantes	143
APÊNDICE B – Folder de divulgação	144
APÊNDICE C – Convite e Ficha de Inscrição da Oficina	145
APÊNDICE D – Questionário pós-oficina.....	147
ANEXO A – TCLE aos Ingressantes (2018/2).....	148
ANEXO B – TCLE para os participantes da Oficina	149
ANEXO C – Recorte do Livro analisado por L1 e L4 no encontro 3 da Oficina.....	150
ANEXO D – Recorte do Livro analisado por L3, L5 e L18 no encontro 3 da Oficina.....	151
ANEXO E – Recorte do Livro analisado por L19 no encontro 3 da Oficina	152
ANEXO F – SEQUÊNCIA DIDÁTICA: O uso da Radioatividade e suas implicações socioambientais - Proposta – L3.....	153
ANEXO G – SEQUÊNCIA DIDÁTICA: Proposta de L5 e L18	157
ANEXO H - Aula Prática – Experimental: Análise de pH do solo - Proposta de L1	161
ANEXO I - AULA PRÁTICA EXPERIMENTAL: Proposta de L4	165
ANEXO J - ATIVIDADE EXPERIMENTAL – Proposta de L2	168

ANEXO K – ATIVIDADE LÚDICA: Caça-palavras ambiental – Proposta de	
L19.....	171
ANEXO L – CAPÍTULO 4: Química Ambiental e Educação	173

APRESENTAÇÃO

As questões que envolvem o meio ambiente se apresentam cotidianamente sob diferentes aspectos. Diariamente, recebemos e damos notícias sobre o ecossistema, algumas delas benéficas aos seres que estão diretamente envolvidos, outras nem tanto. Infelizmente, não raro, as mídias vêm informando desastres que causam transtornos, muitas vezes, irreparáveis, ocasionados por uma série de situações, como por exemplo, a contaminação do rio Doce e os incêndios na Amazônia e no Pantanal.

Diante das consequências agravantes dos desastres ambientais, como os citados no parágrafo anterior e muitos outros que vêm ocorrendo diariamente, considero que as questões ambientais deveriam ser discutidas de forma mais crítica com e por toda a sociedade, sobretudo nas escolas. Entretanto, quando cursei a Educação Básica, não me recordo de ter participado de muitas ações voltadas à Educação Ambiental. Quando ela era tratada nas aulas, ficava a cargo dos professores de Ciências, Biologia e Geografia.

Mas durante minha formação no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), me aproximei mais das questões ambientais. Enquanto bolsista de iniciação à docência do subprojeto Química, integrante do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid), tive a oportunidade de participar de um projeto por meio do qual os bolsistas licenciandos e os professores supervisores abordavam, em salas de aula do ensino médio, a reciclagem e a reutilização de plásticos, vidros, papel e metais junto com os conteúdos químicos.

Durante o desenvolvimento desse projeto, percebi que os alunos da Educação Básica e os professores supervisores tinham um mesmo olhar sobre a Educação Ambiental, que era aquele direcionado à visão conservadora, embora esta não seja menos importante em relação à visão crítica, mas não se pode ficar restrito somente a ela. Era comum ouvir frases do tipo: “Faça sua parte”, “plante árvores”, “não jogue lixo na rua, recicle”, “não polua os rios”, “cuide da fauna e da flora” sem uma reflexão crítica e uma tomada de atitude.

Além disso, quando os bolsistas fizeram uma apresentação sobre desperdício, consumo compulsivo e, principalmente, o papel dos seres humanos nessas ações, percebi que para eles (alunos e professores do Ensino Médio), a temática ambiental

não era para ser tratada nas aulas de Química, pois estavam acostumados com a abordagem tradicional de conteúdos, na qual os conceitos químicos eram apresentados sem relação com os fenômenos do dia a dia, ou seja, relacionados com questões ambientais, sociais, históricas, econômicas, políticas e tecnológicas.

Após concluir a Licenciatura em Química, ingressei no curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Química da UFVJM. Nele, desenvolvi um projeto de Química Ambiental na área de Analítica, no qual busquei recuperar metais (terrás raras) por meio de uma rota de extração ambientalmente segura em pilhas e baterias descartadas. Essa experiência, e outras vivências acadêmicas, me incitaram algumas inquietações, dentre as quais estava como abordar a Educação Ambiental de forma mais crítica nas escolas. Foi, então, que percebi que para que isso aconteça de fato, os professores precisam compreender melhor as causas da crise ambiental e o papel das instituições educacionais nesse contexto.

Sendo assim, decidi ingressar no curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) para investigar o percurso formativo dos futuros professores de Química, já que estes licenciandos, possivelmente, atuarão nas escolas de Educação Básica e prepararão os alunos para o exercício da cidadania para que sejam capazes de tomada de decisões para os problemas cotidianos, desenvolvendo a criticidade e fortalecendo questões mais sustentáveis. Daí, surgiu a questão que vem guiando a pesquisa: **Como a Educação Ambiental é concebida no processo de formação dos licenciandos em Química, do curso noturno, da Universidade Federal de Juiz de Fora?**

Para chegarmos à resposta, determinamos como objetivo geral:

- Investigar como e em quais disciplinas a Educação Ambiental (EA) está inserida no processo de formação dos licenciandos em Química, do curso noturno, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).

E como objetivos específicos:

- Analisar os documentos orientadores do referido curso (Projeto Pedagógico do Curso e programas de ensino das disciplinas).
- Identificar as compreensões dos licenciandos em Química da UFJF sobre a EA e a importância de sua inserção durante o processo de formação inicial.
- Analisar se os professores do curso de Licenciatura em Química (Departamento de Química) abordam, em suas aulas, questões voltadas à EA.

Assim, o presente texto está estruturado em uma apresentação, seis capítulos e as considerações. No primeiro capítulo, fizemos um panorama histórico, político e estrutural das questões pedagógicas e políticas que permeiam os cursos de licenciatura no Brasil. No segundo capítulo, relatamos um breve resgate à questão histórica da Educação Ambiental, bem como o delineamento das principais tendências dessa temática na Educação Básica. Já no terceiro, buscamos situar nosso objeto de estudo, como também demarcar a justificativa desta pesquisa, relacionando-o aos referenciais teóricos utilizados para discutir os dados obtidos. No Capítulo 4, descrevemos a metodologia, considerando o contexto de construção do *corpus* de análise, com detalhamento das etapas desse percurso. No Capítulo 5, apresentamos os resultados que responderam à questão proposta e aos objetivos que direcionaram todos os percursos dessa pesquisa. O capítulo sexto está centrado nos desdobramentos que foram além da questão de pesquisa, pois propusemos meios de inserir a EA no currículo da Licenciatura em Química da UFJF. Por último, tecemos as considerações finais. Além disso, todas as referências bibliográficas, documentos e produtos originados a partir da tese estão alocados no final do texto.

1 FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO BRASIL

Visando situar a formação de professores no Brasil, a seguir, apresentaremos um breve histórico. Para isto, selecionamos alguns momentos discutidos na literatura da área de Educação em Ciências, pois, a partir deles, é possível caracterizar e compreender propostas e mudanças que ocorreram e continuam ocorrendo ao longo dos anos.

As primeiras licenciaturas surgiram no Brasil em meados de 1930 nas Faculdades de Filosofia, visando preparar professores para o ensino secundário. A estrutura curricular adotada nesses cursos de formação de professores (nos quais o curso de Licenciatura em Química está incluído) e que representa um marco do Decreto-Lei nº 1.190, é conhecida como 3 + 1. De maneira geral, esta estrutura curricular é baseada em três anos de disciplinas de conteúdos específicos (conhecimento sobre o objeto de ensino), seguidos por um ano de disciplinas de conteúdos pedagógicos (conhecimento pedagógico), geralmente, atribuídas às Faculdades de Educação (Diniz-Pereira, 2016).

Em termos de currículo, podemos perceber que, ocorria a compartimentalização da teoria e da prática pedagógica, ou seja, primeiro era abordada a teoria e, posteriormente, sua aplicação em contextos de ensino. Em outras palavras, havia a preocupação em preparar os futuros professores em termos de conhecimentos sobre o objeto de ensino em relação aos pedagógicos.

Felizmente, o modelo de racionalidade técnica é tido pela literatura científica, como um modelo ultrapassado, uma vez que os professores eram treinados apenas para aplicar conhecimentos científicos em situações práticas (Diniz-Pereira, 2016; 2022). e outras reformas aconteceram nas licenciaturas do país. Tal modelo, que reduzia a profissão docente a um conjunto de técnicas, gerou uma crise de identidade de professores em decorrência de uma separação entre o eu profissional e o eu pessoal e, consequentemente, prejuízos à formação de professores uma decadência do sistema educacional.

Nas décadas de 1980 e 1990, intensificaram-se as discussões sobre a formação de professores, impulsionadas, sobretudo, pelo movimento de profissionalização do ensino e pela busca de legitimação da profissão docente. Nos Estados Unidos, por exemplo, os cursos destinados à formação de professores passaram por rigorosos processos de avaliação e foram alvo de críticas de

educadores e formuladores de políticas públicas preocupados com sua qualidade, o que reforçou a necessidade de repensar e profissionalizar a prática docente. Tal discussão culminou em um movimento que visava tornar a formação inicial um processo que envolve conhecimentos e habilidades específicos de professores.

Nesse contexto, Lee Shulman ganhou destaque com seus trabalhos sobre profissionalização docente. Ele pode ser considerado um protagonista nessa época, devido ao pioneirismo de suas ideias, pois foi um dos primeiros pesquisadores a chamar a atenção para o fato de que os professores são profissionais e, como tais, possuem conhecimentos específicos dessa profissão. Esse conhecimento específico do professor possibilita que ele faça a conexão entre o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico geral. A possibilidade de existir tal conhecimento começou a ser pensada por Shulman e colaboradores (2016), a partir de investigações sobre as relações existentes entre o conhecimento de conteúdo dos professores e suas práticas em salas de aula; e entre o conhecimento pedagógico geral dos professores e o ensino promovido por eles. Dessa forma, os pesquisadores propuseram a existência de um conhecimento específico da profissão docente, conhecido como conhecimento pedagógico de conteúdo (Shulman, 1986, 1987, 2015).

Salientamos que as discussões sobre o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), na literatura, são amplas e diversificadas, e o entendimento atual sobre esse conceito difere significativamente da proposta original de Shulman (1986, 1987). Em outras palavras, muitos pesquisadores contemporâneos não concebem o PCK apenas como uma integração entre o conhecimento de conteúdo e o conhecimento pedagógico geral. Para esses autores, o PCK é compreendido como um conhecimento complexo, dinâmico e contextual, que se constrói e reconstrói na prática docente, envolvendo dimensões pessoais e sociais do ensino (Gess-Newsome, 1999; Magnusson; Krajcik; Borko, 1999; Park; Chen, 2012).

Entretanto, é preciso reconhecer as importantes contribuições da formulação desse construto para o processo de profissionalização docente. A criação do PCK favoreceu a caracterização e o estabelecimento de um corpo de saberes específicos da docência, que fundamentam o exercício profissional do professor. Segundo Shulman (1987), esses saberes compõem a chamada base de conhecimento para o ensino, constituída por diferentes categorias, tais como: conhecimento do conteúdo, conhecimento pedagógico geral, conhecimento curricular, conhecimento dos alunos e

de suas características, conhecimento dos contextos educacionais e conhecimento dos objetivos, finalidades e valores da educação.

Essas categorias contribuíram para consolidar a compreensão da docência como uma profissão intelectual e complexa, que requer domínio de saberes próprios e contextualizados, distintos de outras áreas do conhecimento. Além disso, o PCK possibilitou identificar as especificidades dos conhecimentos docentes em cada disciplina escolar, reconhecendo que ensinar Matemática, Ciências, Língua Portuguesa ou História envolve modos particulares de transformar o conhecimento científico em conhecimento ensinável (Shulman, 1987; Gess-Newsome, 1999; Grossman, 1990).

Nesse cenário, a partir da década de 1980, iniciou-se um movimento nacional pela reformulação dos cursos de Pedagogia e Licenciatura, com o objetivo de fortalecer a identidade profissional dos educadores. Esse movimento culminou na elaboração do Parecer CNE/CP nº 9/2001, que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Pedagogia. O parecer destaca a docência como a base da identidade profissional do pedagogo, enfatizando a necessidade de uma formação que articule teoria e prática, conhecimento pedagógico e conhecimento específico das áreas de atuação, visando à formação de profissionais críticos, reflexivos e comprometidos com a qualidade da educação (Brasil, 2001).

A partir da década de 1990, novos enfoques começaram a ser buscados no sentido de compreender a prática e os saberes pedagógicos e epistemológicos relativos ao conteúdo escolar a ser ensinado e aprendido. Nesse sentido, a Lei de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional, nº 9.394, foi aprovada em dezembro de 1996, sinalizando novos indicadores para o sistema educacional do país, principalmente, no que diz respeito à formação de professores para a Educação Básica.

Diante disso, a formação de professores passou a ser pautada em um novo modelo, o de racionalidade prática. Esse modelo considera as características inerentes aos processos educativos (complexidade, singularidade) e busca superar a relação linear e mecânica entre o conhecimento científico técnico e a prática nas salas de aula. Dessa maneira, se iniciou o resgate do papel do professor, entendendo a complexidade da construção de sua identidade e da continuidade de sua formação profissional. Assim, se passou a pensar em uma formação que fosse além da acadêmica, envolvendo desenvolvimento pessoal, profissional e organizacional da

profissão docente. Além disso, há um destaque para a importância de se considerar o professor em sua própria formação, reelaborando os saberes docentes iniciais em confronto com sua prática vivenciada, a partir de uma prática reflexiva (Diniz-Pereira, 2016, 2022).

Nessa perspectiva, a formação de professores passou a ser concebida sob a ótica da investigação-ação e a atividade docente passou a ser considerada como uma atividade complexa que envolve as capacidades de saber, de fazer e de saber fazer. Isto porque, para que possa atender as diferentes necessidades formativas dos estudantes, os professores de química, por exemplo, devem (i) se submergir em um processo constante de aprendizagem; (ii) se apropriar de conhecimentos relevantes cientificamente, culturalmente e socialmente; e (iii) se posicionar criticamente para poder responder efetivamente às demandas dos contextos regulares de ensino. Considerando as rápidas transformações de natureza política, social, científica e tecnológica do país e do mundo, esse profissional deveria se manter em constante atualização, principalmente porque não se encontraria completamente formado e preparado para atuar apenas com os conhecimentos desenvolvidos durante sua formação inicial.

Nesse cenário, Donald Schön (1992) foi o principal formulador e propagador da cultura reflexiva como um pressuposto educacional. As operações que envolvem o modelo reflexivo proposto por Schön podem ser sistematizadas a partir de quatro conceitos e/ou movimentos básicos (i) o conhecimento na ação, conjunto de conhecimentos desenvolvidos a partir da atividade intelectual e da experiência, mobilizados de forma inconsciente e mecânica nas ações cotidianas do professor, em contextos reais de ensino; (ii) a reflexão para a ação, reflexão desencadeada antes da realização da ação pedagógica, através da tomada de decisões no momento do planejamento da ação que será desenvolvida; (iii) a reflexão na ação, reflexão sobre o conhecimento que está implícito na ação, desencadeada durante a realização da ação pedagógica; e (iv) a reflexão sobre a ação, reflexão sobre a própria ação e o conhecimento nela implícito, desencadeada após a realização da ação pedagógica (Schön, 1992).

Essa postura reflexiva requer do professor não apenas a capacidade de saber fazer, como também a de exercer sua prática de forma intencional, isto é, saber explicar de forma consciente essa prática e as decisões tomadas sobre ela e perceber

se essas decisões são as melhores para favorecer a aprendizagem de seus estudantes

Essas ideias relacionadas à formação de professores reflexivos influenciaram Resoluções como a CNE/CP nº 1, de 18 de fevereiro de 2002, com base nos Pareceres CNE/CP 9/2001 e 27/2001 (que também tratam dos Estágios Supervisionados nos cursos de formação de professores). Esta Resolução institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, no curso de licenciatura, de graduação plena. Nessa Resolução são definidos os princípios, fundamentos e procedimentos a serem observados na organização institucional e curricular de cada instituição de ensino.

Ao contrário do que se tinha antes, as Práticas de Ensino passam a ser entendidas como articuladoras das diferentes práticas, em uma perspectiva interdisciplinar, e devem estar presentes durante toda a formação do professor. A distinção entre Práticas de Ensino e Estágio Supervisionado como componente curricular se faz presente em termos das horas de curso de formação de professores destinadas, sendo 400h para cada um desses componentes.

A partir desse novo contexto, configurado especialmente depois da criação da LDB nº 9.394/1996, com as DCN 1 e 2 de 2002, percebemos uma maior preocupação, pelo menos em termos da estruturação curricular, com as Práticas de Ensino e o Estágio Supervisionado e com certa flexibilização curricular representada, por exemplo, pelas disciplinas de formação flexiva (disciplinas que se referem à especificidade de atuação do professor). De uma estrutura 2,5 + 1,5, passamos para uma estrutura 1,5 + 2,5 com o aumento de disciplinas de Práticas de Ensino (conhecimento pedagógico sobre o objeto de ensino) e Estágio Supervisionado (conhecimento teórico-prático) regulamentado por lei.

Apesar das perspectivas sinalizadas pela regulamentação, o que se observa na maioria dos cursos de formação de professores ainda é um Ciclo Básico carregado de disciplinas de conhecimento sobre o objeto de ensino nos primeiros anos de curso, ministradas sem qualquer conexão com as disciplinas de conhecimentos pedagógico sobre o objeto de ensino e teórico-prático.

Isso é indicativo de que, apesar dessa aparente reestruturação curricular, o modelo de racionalidade técnica ainda permaneceu pautando a formação de professores. Nessa estrutura curricular, as Práticas de Ensino e os Estágios Supervisionados ocupam espaços poucos prestigiados. Tais disciplinas aparecem de

forma tardia no curso, trazendo a ideia de que chegou o momento de aplicar os conhecimentos desenvolvidos, ou hipoteticamente desenvolvidos, através das disciplinas de conhecimentos sobre o objetivo de ensino e/ou pedagógico.

Diante do exposto, podem ser verificadas várias tentativas com o intuito de reestruturar/repensar a formação de professores, mas os resultados obtidos ainda são pouco expressivos em termos de mudanças efetivas. Visando buscar maior organicidade para a formação desses profissionais no nível superior e objetivando a melhoria desse nível de ensino e sua expansão, foi proposta, discutida e aprovada a Resolução CNE/CP nº 2, de 1º de julho de 2015. Esta Resolução define as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Nessa Resolução são definidos os princípios, fundamentos, dinâmica formativa e procedimentos a serem observados nas políticas, na gestão e nos programas e cursos de formação, bem como no planejamento, nos processos de avaliação e de regulação das instituições de educação que as ofertam.

Nessas DCNs há uma preocupação no que diz respeito à formação de um profissional mais bem preparado para a sala de aula, um profissional melhor articulado com as realidades e diversidades que permeiam a educação do país. Isso pode ser notado por meio das orientações para a estruturação curricular. De acordo com as DCNs, o licenciando terá 2.200h dedicadas às atividades que compreendem as disciplinas sobre o conhecimento do objeto de ensino e as de conhecimento pedagógico. Cada instituição de ensino irá distribuir as disciplinas de acordo com o perfil do profissional que ela almeja formar. São reservadas 200h para o enriquecimento curricular e para que o licenciando possa aprofundar em uma área de seu interesse. Além disso, 400h são voltadas para Práticas de Ensino (conhecimento pedagógico sobre o objeto de ensino) e 400h voltadas para Estágio Supervisionado (conhecimento teórico-prático).

Sob essa perspectiva, Júlio Emílio Diniz Pereira apresentou uma proposta de reestruturação da formação de professores. Segundo Diniz-Pereira (2016), esta proposta tem como objetivo romper definitivamente com a estrutura curricular 3 + 1 e iniciar uma nova era na formação de professores no Brasil.

De acordo com Diniz-Pereira e Diniz-Pereira e colaboradores (2016, 2021), sua proposta prevê um aumento considerável das disciplinas de conhecimento

pedagógico e de Estágio Supervisionado (conhecimento teórico-prático). Além do aumento de disciplinas de conhecimento pedagógico, a proposta dele prevê que tais disciplinas sejam cursadas em paralelo com as disciplinas de conhecimento sobre o objeto de ensino. Ademais, com relação à disciplina de Estágio Supervisionado, a proposta dele prevê que ela seja cursada a partir do terceiro período e que sua carga horária vai aumentando de forma gradativa ao longo do curso, de maneira que, ao final dele, o licenciando se sinta um profissional docente. Segundo Diniz-Pereira (2016, 2021), começar a cursar a disciplina de Estágio Supervisionado mais cedo, possibilita ao licenciando um tempo maior de (i) contato com a realidade escolar; (ii) vivência das complexidades e singularidades do ambiente escolar; (iii) desenvolvimento de diversas atividades em parceria com o professor supervisor e a comunidade escolar; e (iv) reflexão para a/n/a/sobre a ação, auxiliado pelo professor orientador.

Diniz-Pereira considera positivo um aumento gradativo da carga horária da disciplina de Estágio Supervisionado devido à possibilidade, também de maneira gradativa, da complexidade das atividades que os estagiários se envolvem até chegar às atividades de regência em salas de aula. Além disso, ele propõe 800h de estágio, por defender que essa disciplina integra, de maneira mais efetiva, o caráter teórico-prático que fundamenta as DCNs.

Acreditamos que propostas como a elaborada pelo Júlio Emílio Diniz-Pereira, trazem a possibilidade de uma ruptura definitiva com a estrutura curricular 3 + 1 de formação de professores e podem contribuir para a profissionalização docente e valorização deste profissional. Ademais, tal proposta também pode contribuir para a promoção de uma formação de professores da Educação Básica de qualidade, na medida em que os professores tenham condições de desenvolver os pré-requisitos necessários para a atuação nas salas de aula e se sintam mais bem preparados para lidar com as diversidades que são encontradas no ambiente escolar.

Todavia, a Resolução CNE/CP nº 2 teve seu prazo de implementação prorrogado por três vezes. Diante disso, o fantasma da revogação das DCNs de 2015 passou a rondar o cenário político educacional. Dessarte, esta última foi revogada e a Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019 foi proposta. Essa Resolução define as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação), a qual deve

ser implementada em todas as modalidades dos cursos e programas destinados à formação de professores. Contudo, ela foi fortemente criticada por entidades acadêmicas e pela comunidade universitária, pela falta de discussão de seu conteúdo, e por apresentar um viés pragmático para formação de professores (Diniz-Pereira, 2021; Diniz-Pereira; Flores; Rodrigues, 2021).

No que se refere à BNC-Formação, a literatura da área de Educação/Educação em Ciências apresenta algumas críticas (Farias, 2019; Ximenes et al., 2022; Vissoto, 2022) , sendo elas (i) os professores são os grandes responsáveis pelos supostos atual fracasso e futuro sucesso da Educação brasileira, independentemente das condições socioeconômicas dos estudantes; (ii) a maioria dos referenciais e referências nos quais o documento brasileiro se pautou são internacionais; (iii) o documento é repleto de chavões e ideias de senso comum; (iv) o documento exigirá novas diretrizes curriculares para os cursos de licenciatura – como de fato aconteceu (as de 2019); (v) as avaliações em larga escala serão os reguladores dos processos de ensino-aprendizagem; (vi) o documento preconiza a testagem ao invés da valorização do professor; (vii) o documento mudou a finalidade da Educação, aquela que está na Constituição, que antes era formar cidadãos e agora é voltada para os resultados de aprendizagem; (viii) o documento parece desconhecer o trabalho do professor e a sua complexidade ao propor a adoção de avaliações em larga escala como reguladores dos processos de ensino-aprendizagem; (ix) o documento não contribui para a profissionalização docente; e (x) o documento propõe, pela primeira vez, que a formação de professores seja baseada em competências e habilidades. Segundo, Rodrigues, Pereira e Mohr (2020), tais críticas culminam em um retrocesso em relação às conquistas vinculadas ao conjunto de mudanças empreendidas pelas DCNs anteriores (as de 2002 e 2015).

Essas novas DCNs rompem drasticamente com conquistas históricas para a formação e valorização profissional docente expressas, por exemplo, na Resolução CNE/CP nº 2/2015. A Resolução CNE/CP nº 2/2019 é um documento que possui inconsistências, entra em conflito com as DCNs do Curso de Pedagogia, busca uma formação pragmática (que tem motivações ou preocupações relacionadas com a eficiência) e padronizada (por exemplo, por meio das avaliações externas), pautada na pedagogia das competências (tendo em vista o total alinhamento com a BNCC da Educação Básica) e comprometida com os interesses mercantilistas de fundações privadas (privatização da Educação Básica, por exemplo). Haja vista que a proposta

de BNC-Formação encaminhada, em dezembro de 2018, pelo Ministério da Educação (MEC) ao Conselho Nacional de Educação (CNE) foi elaborada por um grupo de consultores vinculados a empresas e assessorias educacionais privadas. Ademais, ela não foi discutida com as universidades (professores e pesquisadores da área de Educação), professores da Educação Básica e entidades educacionais (Diniz-Pereira, 2022).

Vale ressaltar que a nova Resolução trata exclusivamente da formação inicial de professores, ainda que brevemente citada ao longo do texto, em apenas três incisos, a formação continuada deixa de ser um tema da referida Resolução. Segundo o CNE, a formação continuada terá uma Resolução específica (como de fato teve, foi publicada em 2020). Tal mudança, rompe com organicidade que se buscou constituir com a Resolução anterior (a de 2015) e certamente trará prejuízos para a necessária articulação entre a formação inicial e continuada e entre as universidades e as escolas da Educação Básica. Da mesma forma, a valorização profissional que possuía um capítulo na Resolução anterior, fica reduzida em um inciso na atual.

Ademais, a nova Resolução é prescritiva com relação à forma como a carga horária deve ser distribuída, não apenas em termos de horas, mas também em conteúdos e anos do currículo, padronizando e engessando os cursos de formação de professores. A organização descrita em detalhes limita a autonomia das universidades na reestruturação curricular dos cursos. Cabe destacar que as atividades complementares, presentes desde as primeiras DCNs (as de 2002) como componente curricular dos cursos de licenciatura, desaparecem das atuais DCNs. Frente ao exposto, podemos afirmar que tal Resolução se configura como uma forte estratégia para a concretização da reforma curricular da Educação Básica em curso nas atuais políticas públicas educacionais no Brasil (pensando no ensino de Química, o denominado “Novo Ensino Médio”), que é pautada no modelo de racionalidade neoliberal.

A racionalidade neoliberal na formação de professores refere-se ao modo como os princípios do neoliberalismo — como a competitividade, a eficiência, a individualização e a lógica de mercado — influenciam a organização, os currículos e as práticas na formação de educadores. Essa perspectiva pode ser analisada em várias dimensões, incluindo a forma como a educação é estruturada, as políticas públicas educacionais e as práticas pedagógicas incentivadas (Oliveira, 2023). Ela forma um fio condutor que amarra e articula a formação de professores com a

Educação Básica, conectadas e fundamentadas nas competências e habilidades definidas na BNCC, que são refletidas na BNC-Formação (Brasil, 2019).

Assim, a implementação das novas DCNs revela o avanço de uma perspectiva política que procura empreender práticas comprometidas com o empresariamento da área Educação. Estão em jogo interesses mercantilistas que percebem na Educação um mercado em contínua expansão. A partir das novas DCNs e da BNC-Formação, alinhadas com a BNCC e com as políticas de avaliações externas, se desenham inúmeras possibilidades de produção de materiais didáticos e promoção de formação inicial e continuada a serem elaborados e ofertadas pela iniciativa privada. Caberá aos professores formadores encontrarem espaços-tempos formativos que possam sinalizar tais movimentos, estabelecendo a crítica necessária e potencializando outros aspectos da formação de professores (ou seja, formar um profissional consciente da realidade na qual ele irá atuar) (Diniz-Pereira, 2021, 2022).

Por fim, é inegável a importância do professor, motivo pelo qual dedicamos nossos esforços à pesquisa nas áreas de Educação, Educação em Ciências e Educação em Química. No entanto, como apontam Rodrigues, Pereira e Mohr (2020), desconsiderar que a atuação docente depende não apenas da formação, mas também das condições de trabalho, da remuneração, da carreira e das condições de vida do profissional configura, no mínimo, uma grande negligência. Da mesma forma, reconhecer a aprendizagem dos estudantes de forma isolada, sem levar em conta fatores sociais, econômicos, políticos, históricos, ambientais e as condições de vida digna, bem como as perspectivas de um futuro melhor, representa uma visão limitada e de intenções equivocadas.

Nesse sentido, após analisarmos as questões gerais (estrutura curricular, eixos e práticas do conhecimento docente e pedagógico) da Formação de Professores no Brasil ao longo dos anos – direcionaremos as nossas discussões em torno da Formação de Professores de Química para ser educador ambiental. Assim como como a formação docente, as questões do meio ambiente na Educação tiveram retrocessos nos últimos anos. Se antes da BNC-Formação (Brasil, 2019) a inserção da temática ambiental nos currículos da Licenciatura não foi feita de forma mais concisa, encontraríamos ainda mais dificuldades para essa consolidação.

Compreendendo que a Universidade, sobretudo, os cursos de Formação de Professores, são “espaços de resistência”, vimos a possibilidade de fazermos investigação dos percursos formativos e propor meios de rompimento de ideias

fragmentadas e baseadas apenas na racionalidade técnica, tomando como forma mais eficiente (prevista em Lei) a construção do fazer docente na perspectiva da Educação Ambiental.

No próximo capítulo, apresentaremos um breve resgate das questões históricas que permeiam a Educação Ambiental e as principais tendências abordadas nas Escolas brasileiras.

2 A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: PERSPECTIVA HISTÓRICA E TENDÊNCIAS

Ao longo de sua história, o ser humano vem desenvolvendo uma relação de exploração desordenada dos recursos naturais, o que tem resultado em crescente degradação ambiental. Essa degradação vem causando desequilíbrios climáticos, desflorestamento, desertificação, diminuição da biodiversidade, poluição e desastres com graves consequências, tais como: miséria, fome, ausência de saneamento básico, doenças, guerras, entre outras.

Essas consequências se devem, entre outros fatores, ao modelo hegemônico atual de desenvolvimento econômico, que prioriza as atividades industriais em detrimento do equilíbrio ambiental, ou seja, o setor produtivo se preocupa mais com o ganho financeiro do que com o bem-estar da população e do ambiente (Reigota, 2002). Poucos são aqueles que têm uma visão socioambiental – aquela que consiste na relação intrínseca entre as questões sociais e ambientais, ressaltando que as condições do meio ambiente afetam a sociedade e vice-versa. Isso envolve o reconhecimento de que as degradações ambientais, como a poluição, os desmatamentos, dentre outras, têm impacto direto nas condições de vida das populações, especialmente as mais vulneráveis, e que ações para melhorar o ambiente devem considerar também as necessidades sociais, como, por exemplo, a justiça social e a inclusão (Layrargues, 2003, 2014; Júnior et al., 2016; Günzel et al., 2020), o que nos alerta para a necessidade de promover ações e discussões voltadas às questões ambientais.

As questões ambientais ganharam repercussão após o lançamento do livro "Primavera Silenciosa", de Rachel Carson, em 1962. Foi essa obra que direcionou a realização dos principais encontros mundiais sobre meio ambiente e Educação Ambiental nos anos seguintes, buscando promover mudanças de valores, atitudes e comportamentos para a construção de uma sociedade cada vez mais justa e preocupada em amenizar a crise socioambiental instaurada (Pitanga, 2015).

Embora a literatura traga registros de Educação Ambiental antes dos anos de 1960, o termo foi utilizado pela primeira vez durante a Conferência de Educação da Universidade de Keele, realizada na Grã-Bretanha no ano de 1965. Foi o início do reconhecimento e do entendimento sobre as ações necessárias para o desenvolvimento de habilidades e atitudes racionais e responsáveis, na perspectiva de se criar um novo modelo de relacionamento entre os seres humanos e o meio

ambiente (Layrargues, 2003). Mas as atitudes em torno desse modelo, na maioria das vezes, são baseadas em princípios ecológicos e/ou conservacionistas, que pouco sustentam as ações iniciadas.

Com isso, houve a necessidade, por parte dos cientistas e ambientalistas, de definir finalidades e estratégias para a Educação Ambiental no âmbito escolar, por considerar que ela seria uma dimensão da Educação, durante o processo de escolarização de crianças e jovens, em espaços considerados formais ou não. Nesse direcionamento, Sorrentino e colaboradores (2005, p. 288) indicam que:

Ela [Educação Ambiental] nasce como um processo educativo que conduz a um saber ambiental materializado nos valores éticos e nas regras políticas de convívio social e de mercado, que implica a questão distributiva entre benefícios e prejuízos da apropriação e do uso da natureza. Ela deve, portanto, ser direcionada para a cidadania ativa considerando seu sentido de pertencimento e corresponsabilidade que, por meio da ação coletiva e organizada, busca a compreensão e a superação das causas estruturais e conjunturais dos problemas ambientais.

Essa busca foi posta em ação na Conferência de Estocolmo (1972), em que a Educação Ambiental foi inserida na agenda internacional. Por isso, Ribeiro (2010) considera que essa reunião foi a que gerou maior mobilização para as questões ambientais, pois nela se colocaram em xeque o uso desordenado dos recursos naturais e estabeleceram metas de controle para a degradação, destacando a importância da Educação como um meio para entender a relação ser humano - natureza.

Ainda sobre a Conferência de Estocolmo, Le Prestre (2000, p. 183-184) aponta os principais fatores que contribuíram para a sua realização:

- 1) A valorização da comunidade científica nos questionamentos sobre as mudanças climáticas e sobre a quantidade e a qualidade da água potável;
- 2) Necessidade de resposta aos questionamentos da sociedade em relação aos desastres ambientais já vivenciados;
- 3) Interesse na busca de soluções para os problemas gerados pelo crescimento da economia e, consequentemente, da expansão das cidades sem planejamento, gerando condições subumanas para a população; e
- 4) O aumento da poluição nos centros urbanos por gases poluentes, pesticidas, agrotóxicos, metais pesados, dentre outros.

Além disso, Ribeiro (2010) ressalta ainda que dessa Conferência surgiu a iniciativa de aproximar a problemática ambiental dos direitos humanos, ou seja, as pessoas passaram a ter garantias fundamentais como à liberdade, à igualdade e ao desfrute de condições de vida adequadas, em um ambiente de qualidade, tal que lhe permita levar uma vida digna para gozar de bem-estar. Porém, esse direito vem atrelado à obrigação de proteger e melhorar o meio natural para as gerações presentes e futuras.

Em decorrência das mobilizações na Conferência de Estocolmo, três anos depois, em 1975, lançou-se em Belgrado (Iugoslávia), o Programa Internacional de Educação Ambiental, no qual foram definidos os princípios e orientações para o futuro do planeta (Reigota, 1994, 1999; Brasil, 1995; Grun, 2011). O Programa propôs como meta da Educação Ambiental, a promoção da criticidade, do conhecimento, das atitudes, das motivações, do envolvimento e das habilidades, para que as pessoas possam trabalhar de forma individual, coletiva, conscientes e preocupadas com os problemas que surjam.

Um outro Programa, então recentemente criado nessa época, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), em parceria com a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), organizou em 1977 em Tbilisi, na Georgia (ex-União Soviética), a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental. A Conferência procurava o equilíbrio entre os interesses dos países, ou seja, um bem global, de modo que pudessem enfrentar os problemas ambientais que fossem comuns. Assim, a Educação Ambiental passou a ser vista como

[...] um processo de reconhecimento de valores e clarificações de conceitos, objetivando o desenvolvimento das habilidades e modificando as atitudes em relação ao meio, para entender e apreciar as inter-relações entre os seres humanos, suas culturas e seus meios biofísicos. A educação ambiental também está relacionada com a prática das tomadas de decisões e a ética que conduzem para a melhora da qualidade de vida (UNESCO, 1977, p. 26).

Além disso, foi proposto um direcionamento para a concretização da Educação Ambiental e uma reorientação do processo educacional, reiterando os conceitos da Conferência de Tbilisi para que as pessoas compreendessem de forma holística o meio ambiente, de modo a se considerarem como parte integradora e, a partir disso,

adquirissem conhecimentos e valores para desenvolver habilidades. Isso poderia se dar por meio de uma participação responsável e eficaz durante a prevenção e/ou busca de solução para problemas ambientais.

Assim, ficou acordado que o processo de escolarização deveria ser orientado para a resolução dos problemas concretos, como por exemplo: contaminação e extração dos recursos naturais, emissão de gases, entre outros, partindo de enfoques interdisciplinares e com a participação ativa e responsável de cada indivíduo e da coletividade para promover a compreensão da existência e da importância da interdependência econômica, social, política e ecológica (Unesco, 1977).

Nesse contexto, a relação entre a Educação Ambiental e o processo de escolarização ganhou espaço no Brasil por intermédio da Organização das Nações Unidas (ONU), que promoveu em 1992 a “Conferência Rio 92” no Rio de Janeiro (Eco-92). Nesta mesma Conferência, houve a proposta de elaboração (primeira versão) da “Carta da Terra”, que foi discutida mundialmente por organizações não governamentais e pelos governantes de diferentes países. Ainda que tenha sido apresentada nesse evento, a Carta foi somente ratificada e assumida pela UNESCO em 2000, no Palácio da Paz em Haia, Holanda, com a adesão de mais de 4.500 organizações do mundo, incluindo o Brasil. Segundo o representante do Brasil, Leonardo Boff (2004)²:

A Carta da Terra parte de uma visão integradora e holística. Considera a pobreza, a degradação ambiental, a injustiça social, os conflitos étnicos, a paz, a democracia, a ética e a crise espiritual como problemas interdependentes que demandam soluções includentes. Ela representa um grito de urgência face as ameaças que pesam, sobre a biosfera e o projeto planetário humano. Significa também um libelo em favor da esperança de um futuro comum da Terra e Humanidade.

Em paralelo a Eco-92, o Ministério da Educação (MEC) organizou um encontro em que foi aprovado o documento “Carta Brasileira Para a Educação Ambiental”, que enfoca o papel da Educação Ambiental e sua implementação em todos os níveis de ensino, baseada em um processo de aprendizagem permanente, na qual valores e ações contribuem para a transformação humana e social e, consequentemente, para

² Disponível em: <https://cddh.org.br/assets/docs/CartaDaTerraHistoria.pdf> Acesso em: 18 jun. 2019.

a formação de uma sociedade justa, ecológica e socialmente equilibrada (Brasil, 1992; Capobianco, 1992; Consenza, 2008).

Quatro anos depois da Conferência Rio 92, a inserção da Educação Ambiental foi reforçada na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB, Lei 9394/96) (Brasil, 1996), que traz no Artigo 32º, inciso II ser importante “a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade” (p.9), pois isso leva ao “aprimoramento do educando como pessoa mais humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (p. 12).

Em 1997, na Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Sociedade: Educação e Consciência Pública para a Sustentabilidade (Tessalônica), a EA foi também reconhecida, ao lado da economia, da legislação e da tecnologia, como um dos quatro pilares da sustentabilidade (Layrargues, 2003). Esse marco demonstra que a EA deveria ser algo permanente na Educação.

Além da LDB, outros documentos foram promulgados visando a incorporação da Educação Ambiental de forma dinâmica e articulada no âmbito escolar, dentre estes, destacamos: a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) (Brasil, 1999), as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) (Brasil, 2012) e o Programa Nacional de Educação Ambiental (5ª edição) (ProNEA) (Brasil, 2018), que visam a construção de valores culturais e educacionais comprometidos com a qualidade do meio ambiente e com a justiça social, na busca de um modelo socioambiental que garanta a sobrevivência das espécies que nele vivem.

Diante da construção histórica que permeia a Educação Ambiental, entendemos que ela seja (ou deveria ser) um processo que coloca em evidência as relações da sociedade com a natureza, buscando atitudes e comportamentos que promovam a justiça socioambiental. Nesse caso, comungamos das ideias de Loureiro (2004, p. 66), as quais defendem que a Educação Ambiental:

É uma perspectiva que se inscreve e se dinamiza na própria educação, formada nas relações estabelecidas entre as múltiplas tendências pedagógicas e do ambientalismo, que têm no “ambiente”, na “natureza” e na “sociedade” categorias centrais e identitárias; buscando o entendimento da vida e da natureza, para revelar ou denunciar as dicotomias da modernidade capitalista e do paradigma analítico-linear, não-dialético, que separa: atividade econômica, ou outra, da totalidade social; sociedade e natureza; mente e corpo; matéria e espírito, razão e emoção.

Essa perspectiva direciona as discussões da temática, de modo a romper com ideias conservacionistas de Educação Ambiental (EA) difundidas há muito tempo e, nesse caso, embora existam várias correntes, nos alinhamos aos estudos de Layrargues e Lima (2014) que definem três (macro) tendências da Educação Ambiental que são mais exploradas na Educação brasileira:

1. Conservadora - caracterizada pelos princípios de preservação dos recursos naturais e com comportamento individualista por meio de atividades pontuais (visitas à reservas e parques ecológicos, sem promover a criticidade) e comemorativas (dia da árvore, dia do índio, dentre outras). São atividades importantes, mas se não promoverem reflexões, podem não atender as necessidades contemporâneas.
2. Pragmática - direcionada para a resolução imediata dos problemas ambientais. Assim, promove o uso dos recursos naturais, poluindo menos. Tem como proposta a atuação individual na perspectiva fatalista (proteger para sobreviver, de forma utilitarista).
3. Crítica - focada na relação ser humano-natureza com a preocupação socioambiental e na busca coletiva para a transformação social, utilizando para isso propostas interdisciplinares. Considera ainda as relações históricas, culturais e espirituais construídas e determinadas por meio de temas geradores e na busca soluções para os problemas locais de uma comunidade.

Consideramos que a abordagem crítica é a que está mais alinhada às questões socioambientais, pois pressupõe como deve ser um ambiente adequado sob o ponto de vista ecológico e social, a partir da criticidade e de ações sustentáveis relacionadas ao desenvolvimento e às questões ambientais, como defendem Reigota (2002), Consenza (2008), Layrargues e Lima (2011) e Layrargues (2012). Ela é vista, muitas vezes, como sinônimo de Educação Ambiental transformadora, popular, emancipatória e dialógica, originada de ideais democráticos e críticos, contrária à educação tecnicista e conteudista (Carvalho, 2004; Cruz et al., 2021).

Diante do exposto, destacamos a importância da formação de professores na perspectiva da Educação Ambiental, sobretudo quanto a criticidade, pois, dessa forma, ela poderá oferecer contribuições ao processo educativo em geral e à formação de cidadãos mais conscientes do seu papel na sociedade em relação aos outros e ao meio ambiente (Trivelato; Silva, 2011). Entretanto, Magela e Mesquita (2021)

ressaltam que ainda há lacunas no que diz respeito as discussões e abordagens sobre EA na formação de professores de Química e ainda fazem um alerta para que essas se deem de forma crítica, o que pode ser mais desafiador.

Assim, consideramos importante analisar o percurso formativo dos licenciandos em Química noturno da UFJF no que tange à Educação Ambiental para repensar e problematizar essa formação, partindo do questionamento de quais sujeitos queremos formar, de que situações que podemos promover para que estes desenvolvam a criticidade e consigam refletir sobre o torna-se professor, ou seja, que profissional eles estão se constituindo para que, nessa perspectiva, possam contemplar e discutir as relações socioambientais, visando assim melhorias no processo de ensino e de aprendizagem e mediando a construção do conhecimento dos alunos.

Com isso, mostraremos nos próximos capítulos, a relação entre a Educação Ambiental, os professores e as aulas de Química, destacando por meio de estudos e dos documentos formativos o perfil dos docentes que se pretende formar.

3 EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES QUÍMICA

De maneira implícita, compreendemos que cada profissão carrega consigo um conjunto distinto de conhecimentos que capacita os profissionais no desempenho de suas funções. Entretanto, perdura no sentido comum a concepção de que o professor é o profissional que apenas precisa dominar o conteúdo específico de sua disciplina, estando, dessa forma, preparado para ensiná-lo a outras pessoas – pois – partindo da ideia de profissionalização que o professor não pode ser visto como mero “transmissor” dos conhecimentos disciplinares adquiridos ao longo de sua formação universitária – a prática reflexiva, permite reconhecer os conhecimentos próprios os quais o legitima a exercer a docência.

Nesse sentido, a formação inicial de professores de química tem se tornado o foco de muitos estudos, realizados nos últimos anos, por pesquisadores preocupados com os rumos da educação (Freire, 2001; Gauche et al., 2008; Almeida; Soares; Mesquita, 2012; Suleimanova, 2013; Taylor, 2017; Magela; Mesquita, 2021). Essa preocupação é justificada por Ghedin, Leite e Almeida (2008), que afirmam ser a formação inicial de professores, um dos elementos que pode contribuir para a melhoria do ensino, sendo ela considerada apenas “a primeira fase de um longo e diferenciado processo de desenvolvimento profissional” (Marcelo Garcia, 1995, p.55).

Tais estudos, em conjunto com os documentos implementados pelo Ministério da Educação (MEC), trazem dados importantes de modo a contribuir nas reestruturações dos cursos de Licenciatura (sobretudo na de Química, foco dessa pesquisa). Como exemplos de tais documentos, citamos: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) (Lei 9.394 de 1996 e a atualizada em 2020), as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena (Brasil, 2001), a Base Nacional para Formação de Professores para a Educação Básica (BNC – Formação) de 2019 (embora tenhamos várias críticas com relação a tal resolução), e as Diretrizes Nacionais para os cursos de Química (DCN–Química) de 2001.

Contudo, mesmo diante de tais documentos que visam contribuir na elaboração dos currículos da Educação Básica e das licenciaturas, Loureiro (2012) e Torales (2013) mostram em seus trabalhos que os professores não estão sendo formados para serem educadores ambientais e a Educação Ambiental, por vezes, é abordada

de forma fragmentada e pontual, desconsiderando aspectos crítico-reflexivos e interdisciplinares dos conteúdos (Zuin, 2010; Teixeira; Torales, 2014; Colagrande; Farias; Leite, 2016; Costa; Echeverría; Ribeiro, 2017; Farias et al., 2017).

Por essa razão, vimos a necessidade de investigar nesta pesquisa, o percurso formativo dos licenciandos em Química noturno da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), já que eles, possivelmente, atuarão nas escolas de Educação Básica. Conhecer o que pensam sobre Educação Ambiental pode nos direcionar para elaboração de propostas e/ou espaços formativos (oficinas, minicurso, entre outros) e materiais didáticos que possam comtemplar e discutir as relações socioambientais em uma abordagem contextualizada e crítica, visando assim, a ampliação de suas concepções.

Buscar essa ampliação de concepções durante o percurso formativo dos licenciandos em Química se justifica devido as possibilidades de interpretação que o termo Educação Ambiental pode ter, pois elas sofrem influência das vivências pessoal, profissional e das informações dadas no dia a dia (Reigota, 2002; Costa; Echeverría; Ribeiro, 2017) e vão refletir na futura atuação docente na Educação Básica. No entanto, para que as aulas de Química no Ensino Médio aconteçam na perspectiva socioambiental, o professor precisa de uma formação que comtemple para além dos conteúdos específicos, ou seja, que os pressupostos da Educação Ambiental Crítica também estejam inseridos.

Destacamos a Educação Ambiental Crítica dentre as três tendências citadas no Capítulo 2, pois Dias e Bonfim (2017) apontam que, geralmente, nas escolas, a Educação Ambiental (quando abordada) está centrada nas perspectivas tradicionais e conteudistas, ou seja, na tendência Conservadora. Esta é abordada de forma neutra, sem propostas para a formação de uma ética ambiental e, por isso, não atende às necessidades atuais do meio ambiente e da sociedade, visto que a preocupação apenas com os princípios ecológicos não promove justiça social e nem a contextualização com ações cotidianas. Portanto, a abordagem deveria ocorrer de outra forma, por meio da interdisciplinaridade, da contextualização e da transversalidade, perpassando por metodologias de ensino diferenciadas (Álvarez; Vegas, 2009, 2012; Brasil, 2018).

Ainda sobre a Educação Ambiental no âmbito escolar, Layrargues (2002, p. 189), aponta-a como

[...] sendo um processo educativo eminentemente político, que visa ao desenvolvimento nos educandos de uma consciência crítica acerca das instituições, atores e fatores sociais geradores de riscos e respectivos conflitos socioambientais, buscando estratégias pedagógicas do enfrentamento de tais conflitos a partir de meios coletivos de exercício da cidadania, pautados na criação de demandas por políticas públicas participativas conforme requer a gestão ambiental democrática.

Na citação anteriormente apresentada, Layrargues (2002) alerta que os alunos precisam entender que a crise ambiental não é somente uma crise ecológica, ou seja, pois há outras instâncias que estão intimamente interligadas, como a política e a social. Mas para esse entendimento, seria interessante que todas as disciplinas que compõem o currículo da Educação Básica a abordassem em suas aulas. O desenvolvimento de temas transversais, por exemplo, propicia aos professores de diferentes áreas (não apenas os de Ciências, Biologia e Geografia), uma discussão na perspectiva da Educação Ambiental Crítica, ao dar voz aos estudantes de modo que estes possam apresentar os conhecimentos que possuem.

No caso específico das aulas de Química na Educação Básica, de acordo com Moradillo e Oki (2004), ao estudar a constituição dos materiais (estruturas, propriedades, utilidade), suas transformações, incluindo os aspectos cinéticos e energéticos, e a aplicação desses conhecimentos a um determinado tema (água, ar, solos, agricultura, tecnologia, saúde, dentre outros), os professores devem procurar relacioná-los com o contexto ético-político, econômico, histórico e cultural, numa perspectiva interdisciplinar, contextualizada e transversal.

Com isso, a Química, além de fornecer conhecimento científico, que pode estar alinhado à tecnologia, é capaz de atribuir ações individuais e comunitárias dos constituintes da sociedade para uma mudança satisfatória nas atitudes relacionadas ao meio ambiente. No seu ensino, por exemplo, não basta apenas saber a quantidade de gás carbônico que é emitida na atmosfera ou a diversidade de agroquímicos liberados nos últimos meses; ou reafirmar que as árvores são importantes e que não se deve jogar lixo nos rios. Essas ideias são discutidas há muito tempo. O conhecimento que falta é o “por quê” dos fatos. É necessário que as pessoas questionem mais, por exemplo, porque se usa e a quem interessa o uso de agrotóxico, ou entender a necessidade de fato de promover a coleta seletiva eficiente e efetiva, pois não adianta somente separar os materiais, mas a quem isso pode prejudicar caso não seja feita.

Para que isso aconteça, considerando a formação docente como parte do processo, é preciso pensar na formação inicial de professores de Química, ou seja, no percurso formativo e no perfil do egresso dos cursos de graduação, apesar de ser um desafio. Contudo, para Günzel e Dorneles (2020),

[...] o ensino e as práticas de pesquisa nos cursos de formação inicial de professores podem ser movimentos de grande contribuição para o desenvolvimento da postura crítica e reflexiva acerca das problemáticas ambientais. O professor é o principal agente para propiciar ao educando a possibilidade de desenvolver sua postura crítica e reflexiva, mediante às problemáticas sociais e ambientais vigentes. Sustentamos a importância de uma EA crítica nas concepções ambientais desenvolvidas na escola e na formação inicial de professores, pois as concepções dos professores orientam a forma como as atividades estão desenvolvendo-se (ou irão desenvolver-se) na escola e na formação inicial (p. 256 –257).

Nas instituições de ensino, tanto na Educação Básica, quanto no Ensino Superior, há uma tendência de os professores se equivocarem ao fazerem relações entre Educação Ambiental e a Química Ambiental. Eles acreditam que, ao ensinar os fenômenos químicos que ocorrem no meio ambiente, estão abordando EA – o que causa danos aos processos de tomada de consciência aos objetivos da EA (Vasconcellos, 2013). Estudos realizados em outras universidades, indicam essa situação, o que foi evidenciado nas pesquisas de Júnior e Fernandez (2016), Silva e Queiroz (2016), Rodrigues e Colaboradores (2021).

A Química Ambiental é uma subárea da química que estuda os processos químicos que ocorrem no meio ambiente, bem como o impacto das atividades humanas na natureza. Seu objetivo é compreender as transformações químicas que ocorrem e identificar os efeitos das substâncias químicas no meio ambiente: contaminantes e produtos químicos que podem afetar a qualidade do ar, da água e do solo (Canela; Fostier; Grassi, 2017).

Diante disso, vale lembrar que a integração da Educação Ambiental com disciplinas específicas, como a química ambiental, dentro dos cursos de licenciatura, deve representar uma abordagem educacional holística e extremamente relevante para preparar os futuros educadores. A interlocução entre essas áreas oferece uma série de benefícios que vão além do entendimento dos conceitos, promove o entendimento das questões socioambientais – partindo da ideia (visto no capítulo 1) –

de somente priorizar os conhecimentos em torno do objeto de ensino (conteúdo específicos da química) e de forma conservadora.

O ensino de química na perspectiva da Educação Ambiental busca a inserção de conhecimentos, de critérios e de valores sociais, históricos, econômicos, políticos, éticos e ambientais nos estudos e currículos universitários, no sentido de educar para as questões socioambientais. Dessa forma, as ementas e planos de curso de ensino deveriam conter direcionamentos teóricos e práticos que permitissem compreender o meio ambiente e suas complexidades – para que o estudante em formação possa compreender as relações indissociáveis que existem entre ser humano e natureza, contribuindo para sua futura atividade profissional (Tristão, 2004; Guerra; Figueiredo, 2014).

Foram essas ideias que nos apoiaram no momento da escrita do projeto de doutorado, uma vez que, assim como vimos nas ideias anteriormente mencionadas, julgamos importante uma investigação e a indicação de possíveis caminhos para a formação inicial de professores de Química, de modo que possam atuar e trabalhar a Educação Ambiental Crítica junto aos estudantes, nas escolas. Diante dessa colocação, no próximo capítulo, apresentaremos o percurso metodológico da pesquisa que nos auxiliaram na obtenção dos dados para responder a seguinte questão: **Como a Educação Ambiental está inserida no processo de formação dos licenciandos em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora?**

4 PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo, apresentaremos como desenvolvemos a pesquisa, isto é, o percurso metodológico adotado ao longo da investigação, bem como a justificativa para o delineamento de cada uma das etapas. Nosso estudo contempla os princípios da pesquisa qualitativa, já que visa um aprofundamento da compreensão de um grupo, buscando explicar o porquê dos fatos, exprimindo o que convém ser feito. Mas não quantifica os valores e as trocas simbólicas, pois os dados analisados são não-métricos e se valem de diferentes enfoques (Gerdat; Silveira, 2009), possibilitando assim a interpretação do todo, a partir de cada um dos eventos e suas articulações.

Além disso, a pesquisa qualitativa considera que um fenômeno pode ser melhor compreendido se o pesquisador estiver presente no local da origem dos dados, e se os obter de modo variado (Gil, 2008). No caso desta pesquisa, utilizamos os seguintes instrumentos para essa obtenção:

- Documentos do Ministério da Educação (MEC) voltados à formação inicial de professores; a Matriz Curricular e o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) da Licenciatura em Química da UFJF - Noturno; e aqueles voltados à Educação Ambiental como a PNEA, as DCNEA e o ProNEA.
- Questionário aplicado aos ingressantes da Licenciatura em Química Noturno no ano de 2018 e aos formandos no ano de 2019.
- Questionário aplicado aos professores do Departamento de Química da UFJF.
- Oficina constituída por oito encontros sobre Educação ambiental.

Cada um desses instrumentos será apresentado a seguir.

4.1 DOCUMENTOS VOLTADOS À FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES E À EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Para a obtenção de dados a partir dos documentos voltados à formação inicial de professores e à Educação Ambiental (objetivo específico 1), fizemos uso da pesquisa documental, que Sá-Silva, Almeida e Guindani (2009) definem como “um procedimento que se utiliza de métodos e técnicas para a apreensão, compreensão e análise de documentos dos mais variados tipos” (p. 5). Ela pode ser realizada a partir

de diversas fontes (leis, fotos, vídeos, jornais, áudios, entre outros), que no caso desse estudo foram os documentos citados no Quadro 1.

Quadro 1 – Documentos componentes do corpus de análise

Documentos	Ano de publicação	Forma de obtenção
Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional	1996 2020	http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394compilado.htm
Política Nacional de Educação Ambiental – Lei de nº 9795, de 27 de abril de 1999	1999	http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/lei9795.pdf
Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Química (DCNCQ)	2001	http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/2001/pces1303_01.pdf
Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.	2001	http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf
Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA)	2012	http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp002_12.pdf
Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA)	2018	http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/pronea3.pdf

Base Nacional Comum para a formação inicial de professores para a Educação Básica (BNC/Formação)	2019	http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=135951-rcp002-19&category_slug=dezembro-2019-pdf&Itemid=30192
Estrutura curricular (Licenciatura em Química Noturno da UFJF)	2012 2019	https://www2.ufjf.br/quimicanoturno/curso/matriz-curricular/
Projeto Pedagógico de Curso (Licenciatura em Química Noturno da UFJF)	2010 2019	https://www2.ufjf.br/quimicanoturno/curso/projeto-pedagogico/

Fonte: elaborado pelo pesquisador (2021).

Ainda com relação à Análise Documental (AD), Nascimento (2009, p. 55) defende que ela:

Engloba os procedimentos metodológicos (prática do ato), cuja atividade compreende os aspectos, a forma e o conteúdo do documento, envolvendo, portanto, os meios técnicos tradicionais denominados de classificação, catalogação e indexação (conteúdo) e as suas especialidades e inovações.

Logo, entendemos que ela consiste em uma série de operações que visam estudar documentos no intuito de compreender circunstâncias sociais, políticas, educacionais, dentre outras, buscando elucidar o conteúdo expresso nos documentos escolhidos, que irão compor os dados da pesquisa.

Para a escolha dos documentos, levamos em conta aqueles que regulamentam o desenvolvimento, assim como o currículo, de todos os níveis de ensino, pois

consideramos que os direcionados para a formação docente em consonância aos que se voltam para a inserção da Educação Ambiental na Educação Básica e Superior servem de base para a confecção do Projeto Pedagógico de Curso, bem como para as matrizes e ementas curriculares da Licenciatura em Química Noturno da UFJF.

Dessa forma, juntamente com os outros instrumentos de obtenção de dados mencionados, conseguíramos alcançar o objetivo: **investigar como a Educação Ambiental (EA) está inserida no processo de formação dos licenciandos em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF).**

Iniciamos a análise pela leitura minuciosa de cada documento listado no Quadro 1, destacando evidências (trechos) que nos ajudassem a responder à questão de pesquisa (maior detalhamento será apresentado no subcapítulo 4.5). Esta análise tinha como objetivo identificar as recomendações dos documentos oficiais no que diz respeito a inserção da Educação Ambiental nos cursos de formação inicial de professores, como também na Licenciatura em Química Noturno da UFJF, se esta se adequou aos documentos (objetivos específicos citados na Apresentação).

As ementas das disciplinas da Licenciatura em Química Noturno também se constituíram como fontes de dados. Por isso, analisamos a descrição das 61 disciplinas, do 1º ao 10º período do curso. Elas foram consultadas no *site* do Departamento de Química da UFJF e, a partir da leitura da ementa, dos conteúdos e das referências bibliográficas, buscamos por “Educação Ambiental” e outras palavras que se direcionam a ela, como por exemplo: “Química Ambiental” e “sustentabilidade”.

Após a leitura das descrições das disciplinas, selecionamos uma – QUI116 Química do Meio ambiente, com dois créditos, ofertada no oitavo período – pois foi a única que tinha na descrição dos conteúdos, “Educação Ambiental”, “Química Ambiental” e “meio ambiente”.

A análise dos documentos nos propiciou informações para a confecção de um questionário com 10 perguntas abertas (Apêndice 1), que se caracterizou como o segundo instrumento de obtenção de dados, que será apresentado a seguir.

4.2 QUESTIONÁRIO AOS INGRESSANTES E FORMANDOS NA LICENCIATURA EM QUÍMICA NOTURNO DA UFJF

Escolhemos o questionário como um segundo instrumento para obtenção de dados porque, por meio das respostas dos licenciandos em Química do curso Noturno,

esperávamos obter informações sobre suas concepções a respeito da Educação Ambiental, como elas foram construídas e a importância atribuída a sua inserção no processo de formação inicial. A partir dos dados, tínhamos a intenção de verificar se a temática (Educação Ambiental) foi abordada durante o processo de formação inicial e como foi (se abordada).

Para os ingressantes, por estarem ainda no início do curso, poderia haver pouca ou nenhuma possibilidade de estarem cursando disciplinas que pudessem ter uma abordagem voltada para a Educação Ambiental, o que poderia influenciar as respostas. Assim, saberíamos o que esses futuros professores pensam a respeito de Educação Ambiental, antes mesmo de ingressarem na Licenciatura em Química Noturno da UFJF.

Já os formandos, no final do curso, poderiam nos relatar suas vivências relacionadas a Educação Ambiental durante o processo de formação inicial. Nesse sentido, seria possível estabelecermos um paralelo entre o conhecimento que o licenciando já pode ter construído na Educação Básica (por meio dos ingressantes) e aquele que é construído na Licenciatura (respostas dos formandos). Nossa intenção com esses dados foi obter indicativos de contribuições do curso analisado, caso as respostas fossem diferentes.

O questionário possui a vantagem de ser aplicado a um grupo de pessoas em um espaço de tempo relativamente curto (Gray, 2012; Gil, 2016); implica em menores gastos com a pesquisa, pode ser enviado por e-mail, dentre outros benefícios (Gil, 2016). Contudo, ele também possui alguns inconvenientes: o anonimato não assegura a sinceridade das respostas obtidas; os interrogados podem interpretar as perguntas da sua maneira; alguns temas podem deixar as pessoas incomodadas; pode haver interferência, além de poder ocorrer um baixo retorno de respostas (Gil, 2016).

Visando amenizar tais inconvenientes, decidimos que o pesquisador estaria presente no momento em que os participantes o prenchessem, de forma que ele pudesse auxiliá-los se aparecesse qualquer dúvida, mas sem interferir nas respostas obtidas. A presença se deu como estímulo e segurança aos participantes, além da garantia de obtenção das respostas.

Para a aplicação do questionário (Apêndice 1) aos ingressantes, pedimos a autorização do professor da disciplina Química Fundamental, ofertada no 1º período da Licenciatura em Química Noturno, sendo, portanto, obrigatória para os ingressantes. Ele nos disponibilizou 45 minutos de uma de suas aulas, dos quais nos

primeiros 10 minutos, explicamos brevemente sobre a pesquisa e os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) (Anexo 1). O tempo restante foi para a leitura das perguntas e elaboração das respostas pelos licenciandos. Ao todo, eram 18 alunos matriculados (ingressantes no segundo semestre de 2018), sendo que 17 (L1 a L17) estavam presentes (responderam ao questionário) na aula do dia 13 de setembro de 2018, no Instituto de Ciências Exatas (ICE) da UFJF.

Em relação aos formandos, diante do número pequeno de licenciandos (quatro no total) no ano de 2020, inicialmente, planejamos uma entrevista semiestrutura, mas diante da crise sanitária da Covid-19, ela não foi possível. Realizamos algumas tentativas de agendamento das entrevistas, de forma remota, não obtivemos retorno. Diante dessas circunstâncias, enviamos um questionário via *e-mail*, que foram respondidos e encaminhados para o endereço eletrônico do pesquisador.

Para preservar a identidade desses participantes, optamos pela utilização da sigla LF, de licenciando “formando”, seguida de um número.

4.3 A APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO AOS PROFESSORES DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA DA UFJF

A aplicação do questionário para todos os professores do Departamento de Química da UFJF (37 docentes) se deu no ano de 2018. A fundamentação teórica que serviu de base para a escolha e elaboração do questionário foi a mesma citada no item 4.2.

O questionário, criado no *Google Forms*, continha 3 perguntas e foi enviado aos 37 professores do Departamento. Antes da disponibilização, enviamos um *e-mail* convite, explicando ainda os objetivos e a importância do desenvolvimento da pesquisa. Os endereços eletrônicos foram obtidos no site do Departamento de Química da UFJF.

O formulário ficou disponível por 30 dias, a contar de 8 de agosto de 2018 e tinha como objetivo saber se os docentes abordavam questões relacionadas à Educação Ambiental nas disciplinas que ministravam. Junto as perguntas do questionário, foi anexado o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).

Aos respondentes do questionário, atribuímos a nomenclatura P, de professor, para preservar as suas identidades.

4.4 A OFICINA SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Buscando compreender e aprofundar as concepções dos licenciandos a respeito da Educação Ambiental, como elas foram construídas e a importância atribuída a sua inserção no processo de formação inicial, oferecemos a oficina intitulada “*Educação Ambiental: como abordar nas aulas de Química?*”, que se constituiu como o terceiro instrumento para obtenção dos dados. Além dos objetivos já citados, os oito encontros propiciariam momentos de estudos, discussão e produção de materiais didáticos para os participantes da pesquisa.

Nesse sentido, Anastasiou e Alves (2004, p. 95), defendem que as oficinas são

[...] espaços de construção e reconstrução do conhecimento, ou seja, lugar de pensar, descobrir, reinventar, criar e recriar, favorecido pela forma horizontal na qual a relação humana se dá. Pode-se lançar mão de músicas, textos, observações diretas, vídeos, pesquisas de campo, experiências práticas, enfim vivenciar ideias, sentimentos, experiências, num movimento de reconstrução individual e coletiva.

Inicialmente, planejamos a oficina para ser oferecida para, no máximo, 10 estudantes matriculados no curso de Licenciatura em Química Noturno, independente do período que o licenciando estivesse cursando. Esse número foi pensado visando uma maior participação e interação de todos, considerando o tempo de duração de cada encontro (duas horas) e a facilidade que teríamos para buscar a compatibilidade de horários para a sua realização.

Para a divulgação da oficina criamos um folder (Apêndice 2) informando o período de inscrição e meios para realizá-la, a carga horária da oficina, a certificação e o público-alvo; e o divulgamos das seguintes formas:

- **Fixado em três lugares específicos no Departamento de Química da UFJF:** no mural do corredor que dá acesso ao Restaurante Universitário (RU); no quadro de avisos da secretaria dos cursos de Licenciatura em Química (Integral, Noturno e à distância) e do Programa de Pós-Graduação em Química; e no painel de informações do Grupo de Estudos em Educação Química (GEEDUQ). Esses lugares foram escolhidos por serem locais de passagem e acesso aos blocos do Instituto de Ciências Exatas (ICE), onde ficam os laboratórios e salas de aula.

- **Enviado individualmente para o endereço eletrônico de todos os alunos matriculados na Licenciatura em Química Noturno.** Além do folder, encaminhamos uma mensagem com um breve resumo da oficina junto com o convite e o formulário de inscrição (Apêndice 3). Os endereços eletrônicos foram disponibilizados pela secretaria da coordenação do curso, após autorização da coordenadora.

O período de inscrição foi entre os dias 02 a 10 de abril de 2019. Para isso, os interessados teriam de enviar o formulário devidamente preenchido para o *e-mail* do pesquisador, solicitando sua participação na oficina. As vagas foram preenchidas dentro da data estabelecida.

Pela análise dos formulários de inscrição, fizemos o levantamento do dia da semana e do horário que os licenciandos teriam disponibilidade para participarem da oficina. Após os ajustes de compatibilidade de horários, montamos dois grupos: Turma 1 composta por L1, L2, L3, L4, L20 (estes licenciandos são os mesmos que responderam ao questionário do instrumento de obtenção de dados descrito no item 3.2), cujos encontros ocorreram às segundas-feiras e a Turma 2, na qual estavam L5, L18, L19, L21, L22, L23 e L24 (apenas L5 respondeu o questionário mencionado), que se reuniam às terças-feiras. Ao todo, foram 12 inscritos. Em ambos os dias, o horário estipulado foi das 16h às 18h, e o local, o Laboratório 4 (de Física) do Centro de Ciências da UFJF.

Demos início a oficina no dia 22 de abril e o encerramento no dia 11 de junho de 2019. As datas foram escolhidas de forma que não coincidissem com o final do período letivo, momento que muitos licenciandos estão preocupados com as avaliações e trabalhos finais e, portanto, teríamos pouca participação nas atividades propostas para os encontros.

Durante as atividades da oficina, tivemos a preocupação de promover debates para que os participantes assumissem uma postura mais crítica, ou seja, que fossem mais ativos nas discussões, compartilhando suas experiências adquiridas durante a Educação Básica e Ensino Superior com relação à Educação Ambiental, discutindo de que forma elas teriam influência na sociedade, e, portanto, contribuindo com a formação uns dos outros.

Nos encontros, o pesquisador teria a função de mediador, não impondo sua opinião, nem mesmo expondo seu ponto de vista para não induzir os participantes a uma determinada postura, e sim, motivando-os a participação e reflexão através de

questões sobre o tema, o que caracteriza a pesquisa, nesse momento como pesquisa-participante.

Pensando na construção de conhecimentos durante a oficina, decidimos que as discussões seriam retomadas a cada encontro, de forma que a abordagem dos assuntos tivesse uma sequência de ideias com relação à Educação Ambiental, como aponta o Quadro 2.

Quadro 2 - Principais ações realizadas durante os dois encontros

Encontros	Ações desenvolvidas pelo pesquisador
1º	<ul style="list-style-type: none"> - Recepção dos participantes; - Apresentação do pesquisador e da pesquisa; - Levantamento das concepções prévias dos participantes por meio das perguntas que estão no quadro 5; - Proposta de representação da EA por meio de um desenho, de uma palavra e de uma frase; - Solicitação de atividades para o próximo encontro: envio de uma imagem por <i>e-mail</i>.
2º	<ul style="list-style-type: none"> - Recepção e um breve “resgate” do encontro anterior; - Exibição das imagens enviadas pelos licenciandos (em <i>PowerPoint</i>); - Apresentação de outras imagens para que os participantes selecionem as que representam EA. - Discussão e leitura da Lei 9795/99 (PEA) e de outros documentos sobre EA; - Apresentação das macrotendências sobre EA (Layrargues; Lima, 2014).
3º	<ul style="list-style-type: none"> - Recepção e um breve “resgate” do encontro anterior; - Discussão e análise da organização de um Plano de aula; - Análise de livros didáticos de Química da Educação Básica para identificação da EA nessas obras;

	<ul style="list-style-type: none"> - Proposta de desenvolvimento de uma atividade para a Educação Básica, buscando relacionar a EA aos conteúdos químicos; - Solicitação de atividades para o próximo encontro: busca por referências bibliográficas sobre EA.
4º	<ul style="list-style-type: none"> - Leitura e discussão das referências bibliográficas selecionadas pelos participantes.
5º	<ul style="list-style-type: none"> - Momento não presencial: reservado para a confecção do plano de aula
6º	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação dos planos de aula: ajustes e sugestões.
7º	<ul style="list-style-type: none"> - Encontro não presencial: reservado para a confecção da atividade sobre EA para a Educação Básica.
8º	<ul style="list-style-type: none"> - Apresentação do material produzido pelos participantes: ajustes e sugestões; - Avaliação da Oficina; - Encerramento da Oficina e emissão dos certificados.

Fonte: elaborado pelo pesquisador (2019).

Em cada encontro, fizemos o registro em áudio e vídeo por permitir analisar o processo e aspectos que frequentemente não são percebidos pela observação ao vivo e, para identificar a modificação da qualidade, das características e das particularidades dos dados. A câmera foi posicionada de forma a captar as imagens não apenas dos dois grupos (em cada turma), mas também do pesquisador, nos permitindo revisitá-las quando necessário para nos certificarmos de que nossas impressões e interpretações dos fatos tenham sido mais fidedignas possível (Gil, 2016). A seguir, haverá uma descrição de cada encontro.

4.4.1 Encontro 1 da oficina

O Encontro 1 foi realizado nos dias 22 (para a Turma 1) e 23 (para a Turma 2) de abril de 2019. Inicialmente, acolhemos os participantes, nos apresentamos e descrevemos a pesquisa que estava sendo desenvolvida, abrindo um espaço para

esclarecimento de eventuais dúvidas. Em seguida, distribuímos o TCLE (Anexo 2) para que todos assinassem.

Após as assinaturas, pedimos para que os licenciandos comentassem sobre o período em que estavam no curso, se participavam de projetos (iniciação à docência ou científica, extensão, dentre outros) na UFJF, o motivo que os levaram a participar da oficina, podendo acrescentar outras informações que considerassem necessárias. Para cada fala de apresentação foram destinados aproximadamente 10 minutos. Dessa forma, seria possível conhecer cada participante e saber de seus anseios com relação à Educação Ambiental. Posteriormente, explicamos como seriam realizadas as atividades ao longo da oficina, relembrando que todos os encontros seriam gravados em áudio e vídeo, conforme descrito no TCLE (Anexo 2).

A primeira atividade, que tinha como objetivo o levantamento das concepções prévias dos participantes sobre EA, consistiu em um debate que foi mediado por meio das seguintes perguntas (Quadro 3):

Quadro 3 - Questões mediadoras do debate

1. Vocês tiveram alguma vivência em EA na Educação Básica?
2. Na sua opinião, qual disciplina deveria fazer essa abordagem em sala de aula?
3. O professor de Química abordava a EA?
4. Você acha que EA e a Química tem alguma relação?
5. Você considera importante inserir a EA na sua futura atuação docente?
6. No curso de Licenciatura em Química Noturno, vocês já tiveram alguma disciplina que tratava sobre EA?
7. Em relação a formação dos seus professores da Educação Básica e do Ensino Superior, vocês acham que eles tiveram formação voltada para a EA?

Fonte: elaborado pelo pesquisador (2019).

Ainda no Encontro 1, disponibilizamos uma folha de papel em branco, lápis grafite e de cores a cada participante para que representassem, no tempo de 30 minutos, por meio de uma imagem, de uma palavra e de uma frase, o que seria Educação Ambiental. Ao finalizarem, cada um apresentou o que foi feito, explicando o significado de tal representação. Ao longo das exposições, os licenciandos puderam dar opinião nas produções dos colegas, sempre com justificativas.

Após as apresentações, fizemos algumas indagações sobre Educação Ambiental, Educação Básica e a Licenciatura em Química, a fim de relacionar as ideias levantadas nas representações (desenho, frase e palavra) com as que foram mencionadas no momento das discussões.

Ao final desse Encontro 1, solicitamos a cada licenciando o envio por *e-mail* de uma imagem que representasse Educação Ambiental para que pudéssemos identificar alguma mudança na concepção prévia após a realização da atividade. A imagem poderia ser retirada de livros, da *internet*, ou de qualquer outra fonte que achassem pertinente. O material enviado foi organizado pelo pesquisador e utilizado no Encontro 2.

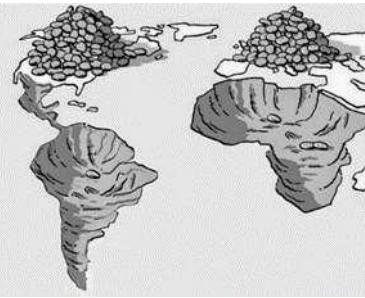
4.4.2 Encontro 2 da oficina

O Encontro 2 foi realizado nos dias 29 (Turma 1) e 30 (Turma 2) de abril de 2019. No início, fizemos um breve resgate do que foi feito na reunião anterior, levantando as ideias principais das atividades realizadas, ou seja, a representação, e sua respectiva justificativa, sobre Educação Ambiental. Além disso, demos a oportunidade para quem quisesse pontuar algo que, porventura, não tivesse ficado bem esclarecido.

Dando continuidade ao que foi planejado (Quadro 4), exibimos todas as imagens que foram enviadas anteriormente pelos licenciandos em uma única apresentação de *PowerPoint* e, solicitamos a cada um deles que justificasse a sua escolha e, se houvesse alguma relação com a atividade realizada no Encontro 1, que ela fosse apontada.

Em seguida, apresentamos outras seis imagens (Quadro 4).

Quadro 4 - Imagens apresentadas pelo pesquisador no Encontro 2

Imagens do Google		
1 	2 	3 
4 	5 	6 

Fonte: Google imagens (2019).

Elas foram selecionadas com intuito de promover uma discussão mais ampla e para nos certificarmos das ideias apresentadas e descritas pelos licenciandos nas propostas anteriores. Para direcioná-los, fizemos a seguinte pergunta: Qual(is) dessas imagens não representa Educação Ambiental? A discussão se estendeu por cerca de 30 minutos. O tempo restante do Encontro 2 foi utilizado para a apresentação das macrotendências da Educação Ambiental (Layrargues; Lima, 2014) e para a leitura da Lei de nº 9795, de 27 de abril de 1999 da PNEA e das DCNEA (Brasil, 2012).

Logo após, retomamos as imagens disponibilizadas pelo pesquisador (Quadro 4) para discutirmos e identificarmos se houve alguma mudança em relação aos conceitos de Educação Ambiental apresentados no Encontro 1 e no início do Encontro 2.

4.4.3 Encontro 3 da Oficina

O Encontro 3 foi realizado nos dias 06 (Turma 1) e 07 (Turma 2) de maio de 2019. Como atividade inicial, fizemos um breve resgate do que foi abordado no

Encontro 2, levantando as ideias principais das atividades realizadas, ou seja, das imagens utilizadas na representação da Educação Ambiental. Logo após, indagamos aos participantes o que eles tinham mudado em relação as concepções sobre EA ao longo dos encontros.

Em seguida, discutimos sobre a confecção e organização de um Plano de aula, a partir de um modelo apresentado pelo pesquisador. Esse documento foi escolhido por explanar os objetivos de uma aula e como podem ser alcançados; o tempo estimado para a abordagem dos conteúdos, indicação de metodologias e avaliação. Essa atividade teve a intenção de verificar de que forma os licenciandos, naquele momento, buscariam inserir a EA nas suas aulas, assim como a relação que fariam com os conteúdos químicos.

Dando continuidade, disponibilizamos alguns livros didáticos de Química do Ensino Médio, que estavam acessíveis no acervo do Grupo de Pesquisa em Educação Química (GEEDUQ), em quantidade suficiente para que cada participante pudesse receber um exemplar. Pedimos para que destacassem nas obras, conteúdos químicos que estivessem relacionados com a EA, para que dessa forma, apresentassem uma proposta de atividade para abordar essa temática na Educação Básica. Essa atividade deveria ser descrita no Plano de aula mencionado anteriormente.

Foi acordado com os participantes que a elaboração dos planos de aulas seria feita no Encontro 5 e a apresentação no Encontro 6. Dessa forma, os licenciandos teriam tempo para refletir e ler mais sobre o assunto.

Como atividade final, solicitamos aos licenciandos que selecionassem algum material (artigo, reportagens, informes) sobre EA e que este fosse encaminhado por *e-mail* a todos participantes da oficina. O material enviado foi organizado pelo pesquisador e utilizado no Encontro 4.

4.4.4 Encontro 4 da oficina

O Encontro 4 foi realizado nos dias 13 (Turma 1) e 14 (Turma 2) de maio de 2019. Todos os participantes tiveram acesso aos materiais, de forma impressa e digitalizada, para que a discussão fosse facilitada. Cada licenciando deveria promover a relação do artigo/reportagem/informe com o que foi discutido nos outros encontros; com as imagens usadas do Encontro 3 e com as macrotendências apresentadas e discutidas no Encontro 2 (Layrargues; Lima, 2014).

Ao final do encontro, voltamos às discussões sobre a organização de um Plano de aula, visto que o Encontro 5 seria reservado para a confecção do material didático e, portanto, de forma não presencial para que os licenciandos tivessem a possibilidade de pesquisar e um tempo maior de produção. Por isso, ele não aparecerá na descrição.

4.4.5 Encontro 6 da Oficina

O Encontro 6 foi realizado nos dias 27 (Turma 1) e 28 (Turma 2) de maio de 2019 e foi destinado para apresentação do Plano de aula. Dentre as atividades realizadas, cada participante direcionou a série/ano para a/o qual o plano foi elaborado, mencionando os conteúdos químicos e macrotendências da EA, justificando ainda a escolha da atividade (jogo, experimento, roteiro para filmes, dentre outros). Além disso, as formas de avaliação, os objetivos e os materiais utilizados também foram descritos.

Ao final do Encontro 6, voltamos a falar sobre a proposta da atividade que seria apresentada no final da Oficina (Encontro 8). Assim como no momento 5, o próximo (Encontro 7) seria reservado para a confecção da atividade sobre EA (proposta no Plano de aula pelos participantes), de forma não presencial. E assim, como o Encontro 5, o sétimo também não aparecerá na descrição.

4.4.6 Encontro 8 da Oficina

O Encontro 8 foi realizado nos dias 10 (Turma 1) e 11 (Turma 2) de junho de 2019 e foi destinado para apresentação da proposta de atividade sobre EA para a Educação Básica. Ao longo deste Encontro, foram feitos sugestões e ajustes em cada trabalho apresentado, tanto pelos participantes, quanto pelo pesquisador. Em seguida, os licenciandos fizeram as considerações finais e preencheram um questionário pós-oficina da Oficina (Apêndice 4).

Com as formalidades de agradecimentos, os encontros foram encerrados e houve a emissão de certificados.

4.5 ANÁLISE DOS DADOS

A partir da pesquisa documental, das respostas dos questionários e das transcrições dos encontros da oficina, seguimos os princípios da Análise de Conteúdo (Bardin, 2016) para a compreensão e interpretação dos dados obtidos. Ele foi o referencial utilizado para esse fim por se consistir em uma ferramenta metodológica que pode ser aplicada a discursos diversos e a todas as formas de comunicação, independente da origem do material de estudo (Bardin, 2016).

Para Bardin (2016), a Análise de Conteúdo consiste em três etapas: a pré-análise; a exploração do material; e o tratamento dos resultados por inferência e interpretação. Com relação a pré-análise, Mozzato e Grzybovski (2011, p. 735) apontam que:

Ela é a fase em que se organiza o material a ser analisado com o objetivo de torná-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais. Trata-se da organização propriamente dita por meio de quatro etapas: (a) leitura flutuante, que é o estabelecimento de contato com os documentos da coleta de dados, momento em que se começa a conhecer o texto; (b) escolha dos documentos, que consiste na demarcação do que será analisado; (c) formulação das hipóteses e dos objetivos; (d) referenciação dos índices e elaboração de indicadores, que envolve a determinação destes por meio de recortes de texto nos documentos de análise.

Dessa forma, inicialmente, fizemos uma leitura flutuante dos documentos selecionados (Quadro 1), das transcrições das gravações dos encontros da oficina, das respostas dos questionários dos licenciandos (ingressantes e formandos) e dos professores e das fichas de inscrição, a fim de organizar e escolher o que comporia o *corpus* de análise da pesquisa, sempre retomando à questão proposta e aos objetivos estabelecidos para decidirmos o que de fato tem relevância neste estudo.

A segunda etapa está relacionada à exploração do material, que

[...] consiste num processo importante, porque vai possibilitar ou não a riqueza das interpretações e inferências. Esta é a fase da descrição analítica, a qual diz respeito ao *corpus* (qualquer material textual coletado) submetido a um estudo aprofundado, orientado pelas hipóteses e referenciais teóricos (Mozzato; Grzybovski, 2011, p. 735).

Nesse momento, nos aprofundamos no material selecionado a partir da leitura flutuante. Dessa vez, realizamos uma leitura minuciosa, buscando identificar trechos

ou palavras que seriam significativos para alcançarmos os objetivos previstos e responder à questão da pesquisa. Esses trechos e palavras destacados se constituíram como unidades de registro (Bardin, 2016).

Unidades de registro consideradas de mesma função ou sentido, foram organizadas em uma mesma categoria. A categorização “é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação seguida de um reagrupamento baseado em analogias a partir de critérios estabelecidos” (Franco, 2005, p. 57). Sendo assim, algumas categorias criadas a posteriori, ou seja, após a análise do material selecionado, foram: significado de EA, finalidade da EA, EA nas aulas de Química, etc. Elas serão apresentadas e discutidas mais detalhadamente no próximo capítulo.

Na terceira etapa, as unidades de registro, assim como as categorias, foram tratadas de forma minuciosa, visando contrapor, relacionar e inferir sobre os dados para responder à questão de pesquisa. Essas ações, de acordo com Mozzato e Grzybowski (2011) e Bardin (2016), caracterizam o momento como de intuição, de codificação, de análise reflexiva e de crítica.

Com base no que foi exposto, no próximo capítulo serão apresentados os resultados obtidos a partir dos instrumentos de obtenção de dados.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo, apresentaremos os resultados e discussões, visando responder à questão de pesquisa: Como a Educação Ambiental está inserida no processo de formação dos licenciandos em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora?

5.1 O QUE APONTAM OS DOCUMENTOS ANALISADOS EM RELAÇÃO A FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A análise dos documentos citados no Quadro 1 nos permitiram identificar os direcionamentos dados com relação à Educação Ambiental, uma vez que a inserção dessa dimensão nos currículos das licenciaturas é fundamental para a formação inicial de professores. Entendemos como fundamental, tendo em vista a necessidade de diminuir o distanciamento da relação meio ambiente e educação, para a cidadania, que pode se tornar mais próxima nas salas de aulas por meio de abordagens críticas da EA.

Para interpretar os dados, criamos categorias *a posteriori* (Quadro 5), ou seja, a partir das informações que emergiram dos documentos.

Quadro 5 - Categorias criadas *a posteriori* para análise dos documentos

Temas	Categorias
Aspectos gerais da Educação Ambiental	Componente essencial e permanente da Educação
	Enfoque nas situações cotidianas
	Direcionamento para a perspectiva crítica da EA (questões socioambientais)
Aspectos da EA para a formação docente	Incorporação da EA na formação inicial ou continuada, em todos os níveis e em todas as disciplinas
	Direcionamento para criar e avaliar materiais didáticos voltados à EA
Aspectos da EA para a Educação Básica	Enfoque na formação do cidadão crítico e reflexivo
	Revisão de práticas escolares fragmentadas e pontuais da EA

	Enfoque na relação socioambiental e o ensino de química
--	---

Fonte: elaborado pelo pesquisador (2018)

Tomando a questão de pesquisa para dar início a apresentação dos resultados, temos que a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) (Brasil, 1999), em seu Artigo 11, defende que a EA “deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas” (p. 3), pois, assim, o licenciado em Química pode “compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade” (Brasil, 2001, p.7). Essa avaliação crítica pode se dar a partir de

[...] argumentos com base em fatos, dados e informações científicas para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns, que **respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental, o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta** (Brasil, 2019, p. 13, grifo nosso).

Na citação anterior, extraída da Base Nacional para Formação de Professores para a Educação Básica (BNC – Formação) (Brasil, 2019), observamos uma aproximação para a tendência da EA crítica, especialmente nos trechos grifados, o que vai ao encontro da principal finalidade do processo de escolarização, que é formar pessoas capazes de exercer sua cidadania, compreendendo de forma crítica a realidade social, nela intervindo efetivamente (Brasil, 1996, 2020; Brasil, 2018). Vale lembrar que nesse documento, a citação em questão é o único momento em que há referência ao contexto ambiental.

O Plano Pedagógico de Curso (PPC) (UFJF, 2010) mostra uma preocupação quanto à formação dos futuros professores de Química na perspectiva da Educação Ambiental. O documento indica que é função

[...] do professor de Química mostrar aos alunos do Ensino Básico a influência dessa **Ciência no nosso cotidiano**, os benefícios proporcionados à humanidade e também as consequências negativas à **natureza**, bem como as formas de contornar esses problemas, **pelo uso racional e sem desperdícios dos recursos naturais**; motivá-los para a compreensão dos fenômenos químicos; incentivá-los a desenvolver um raciocínio lógico-indutivo para o **despertar da consciência ecológica** para o **exercício da cidadania** (UFJF, 2010, p. 06, grifo nosso).

Logo, entendemos que o PPC (2010) favorece condições para que o licenciando possa vivenciar em seu percurso formativo abordagens voltadas a EA, embora o enfoque nas situações cotidianas não indica a promoção da criticidade.

Com isso, percebemos que, em relação aos direcionamentos formativos para a EA crítica, houve avanços desde a implementação das Diretrizes Nacionais para os cursos de Química (DCN–Química) (Brasil, 2001), em comparação aos documentos normativos mais recentes. Por outro lado, apenas mencionar a necessidade de abordar o tema e de promover o pensamento crítico não dá aporte ao futuro professor de como fazer e abordá-lo em sala de aula, o que pode dar continuidade ao desenvolvimento de atividades pontuais e fragmentadas.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena (Brasil, 2001), destaca

à necessária contextualização dos conteúdos, assim como o tratamento dos Temas Transversais – questões sociais atuais que permeiam a prática educativa, como ética, meio ambiente, saúde, pluralidade cultural, sexualidade, trabalho, consumo e outras. (p. 46).

O termo “meio ambiente”, mencionado nesse documento, associado a temas transversais, nos dá indícios de que a Educação Ambiental deve ser um assunto legado a um segundo plano, embora seja destacada a contextualização. Na LDB (Brasil, 1996), os aspectos ambientais estão direcionados para o Ensino Fundamental. Em seu Artigo 32, a Lei preconiza que nas escolas, “a formação básica do cidadão, deve ser mediante: a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade” (p. 11); essa mesma indicação foi feita para o Ensino Médio, na versão atualizada (2020). Nesse caso, consideramos o ‘ambiente natural’, sendo aquele que comprehende o ciclo da vida, a biodiversidade, os recursos naturais, ou seja, as relações entre água, solo, flora, fauna, ar e sociedade.

Já o PPC não deixa claro como deve ser feita essa abordagem ao longo da graduação, ficando na responsabilidade do docente direcionar. Dessa forma, seria mais adequado se o texto sinalizasse para abordagem direcionada às ações que contribuem para a transformação humana e social ao mesmo tempo que preserva o

meio ambiente, por considerar a relação existente entre as pessoas e a natureza (direcionamentos da EA crítica) (Reigota, 2002; Loureiro, 2004; Consenza, 2008; Trivelato; Silva, 2011; Layrargues; Lima, 2014)

Entretanto, durante o levantamento de referenciais teóricos, identificamos uma proposta no trabalho de Colagrande e Farias (2016). As autoras propuseram a professores em formação e atuantes, a elaboração de atividades pedagógicas em paralelo com discussões acerca da relação ser humano–natureza (debatendo temas socioambientais, essas ações são muito importantes, desde que os trabalhos envolvam a sensibilização sobre a problemática ambiental, com abordagem de diversos temas, como o consumo da água e seu gerenciamento, o uso de combustíveis fósseis, coleta de resíduos, sensibilização e as políticas adotadas para as pessoas que vivem da coleta de materiais - recicláveis ou não -). Para as pesquisadoras, por meio dessas ações, os licenciandos podem desenvolver gradativamente atitudes de mudança e de cidadania ambiental junto às comunidades escolares em que irão atuar.

Vale ressaltar que tais propostas seguem os direcionamentos da Lei Nº 9795/99 (Brasil, 1999), que normatiza as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (DCNEA) (Brasil, 2012), e recomenda a inserção da EA nos currículos das licenciaturas, de modo que os futuros professores vivenciem experiências nesse âmbito e consigam, posteriormente, direcionar suas práticas pedagógicas em qualquer disciplina, em todos os níveis de ensino – da Educação Básica ao Ensino Superior -, com caráter de educação permanente.

Ao analisarmos a matriz curricular da Licenciatura em Química Noturno (UFJF, 2012), percebemos que, das 61 disciplinas obrigatórias (totalizando 163 créditos distribuídos em 2905 horas), apenas uma disciplina menciona conteúdos relacionados à Educação Ambiental: QUI 116 (02 créditos – 8º período) - Química do Meio Ambiente. Para cada crédito são direcionadas uma carga horária de 15 horas – embora a PNEA, as DCNEA e o ProNEA orientam a abordagem em todas as disciplinas.

No plano de ensino⁴ da disciplina Química do Meio Ambiente consta o seguinte detalhamento: Meio ambiente e noções de gestão ambiental; Química da água

⁴ Disponível em: <https://www2.ufjf.br/quimicanoturno/curso/matriz-curricular/> Acesso em: 12 abr. 2019.

(hidrosfera), do ar (atmosfera) e do solo (litosfera): composição, contaminação, poluição; Energia: uso e consequências ambientais; Educação ambiental e Química verde, descrevendo o conteúdo a ser ensinado. Todos os tópicos mencionados estão relacionados ao meio ambiente, ou seja, o estudo dos recursos naturais e fenômenos químicos que ocorrem por meio natural ou por ações antrópicas.

No tópico Educação Ambiental, identificamos um direcionamento conservador ou pragmático, ou seja, existe a indicação de gerenciamento de resíduos: natureza/origem, lixo, aterros sanitários e reciclagem, enfoque técnico. Essas ações são importantes, contribuem para o cuidado com a natureza e resolvem problemas de forma temporária (pragmática), mas não há indicações (no texto) de abordagem crítica. A reciclagem (destaque nas questões ambientais), por exemplo, se promovesse reflexões críticas acerca do processo, levaria em consideração que, além do destino dos materiais usados, existem outros problemas a serem resolvidos, como o das pessoas que vivem de coletas em lixões.

Isso leva ao entendimento de que os problemas ambientais são, também, socialmente construídos: pela diversidade cultural, local/regional, por ideologias e conflito de interesses, ou seja, abarca diversas dimensões humanas. Com isso, os professores devem estar preparados para mediar a construção desse conhecimento em relação ao meio ambiente e suas interseções, buscando amenizar a degradação ambiental e as desigualdades sociais, possibilitando menos conflitos socioambientais (Tristão, 2004).

O PPC mais atual (UFJF, 2019) também reconhece a importância de relacionar os aspectos ambientais à Química na sociedade. O documento recente teve um aumento no número de disciplinas com enfoque ambiental, deixando evidente que “as questões ambientais e seu ensino são abordadas explicitamente nas disciplinas Química Ambiental e Prática de Ensino de Estequiometria e Misturas” (p. 19), cada uma com dois créditos (30 horas semestral). Além disso, prioriza como conteúdos obrigatórios, dentre outros, as Políticas de Educação Ambiental. Em relação ao PPC de 2010, consideramos essa maior incidência como um avanço, pelo menos na questão da possibilidade (mais espaços) de discussões.

Por outro lado, ao analisar as ementas das disciplinas, observamos que a Química Ambiental (186007) (PCC e matriz curricular de 2019), apresenta em sua descrição praticamente os mesmos conteúdos da disciplina Química do Meio Ambiente (PPC 2010 e matriz curricular de 2012): Introdução à química do meio

ambiente; Química das águas naturais; Química atmosférica; Química dos solos e sedimentos; Legislações ambientais; Introdução aos métodos analíticos aplicados à amostras ambientais (noções gerais); Prevenção da poluição e química verde (UFJF, 2019) – não identificamos nenhuma referência à Educação Ambiental crítica, apenas direcionamentos para estudos dos processos químicos no meio ambiente.

Já a disciplina Prática de Ensino de Estequiometria e Misturas (QUI188, PPC e matriz curricular de 2019), está estruturada para os conhecimentos e práticas do ensino de Química na Educação Básica, tais como: Transposição didática; Elaboração de propostas de ensino e materiais didáticos; Ensino do conceito de quantidade de matéria; Ensino de misturas e separações e Ensino de aspectos quantitativos das transformações químicas envolvendo questões ambientais e ciclos biogeoquímicos (UFJF, 2019) – sendo esse último, o único que faz referência direta às questões ambientais, que por vez, também não tem indicativos para abordar EA de forma crítica. Embora os documentos não indiquem essa abordagem, pode ser que os professores em suas aulas conduzam os seus conteúdos de forma que atenda essas especificidades – o que mostraremos na investigação realizada com os professores do departamento de química por meio da aplicação de questionário.

Além da preocupação com os futuros docentes, a PNEA, as DCNEA e o ProNEA também mencionam os docentes já atuantes, e para eles é indicada uma formação complementar em suas áreas de atuação.

5.2 COMO OS PROFESSORES ABORDAM EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM SUAS AULAS

Nesse tópico mostraremos a análise de três perguntas do questionário aplicado aos docentes do Departamento de Química da UFJF. Esse instrumento de pesquisa foi escolhido para certificarmos se os professores tratavam sobre assuntos relacionados às questões ambientais em suas disciplinas, embora não tenhamos identificado nas ementas algum indício da abordagem dessa temática além da disciplina (QUI116) descrita no item 5.1, ou seja, a intenção foi a de levantar informações para além do que estivesse estruturado na matriz curricular do curso de Licenciatura em Química que fora investigado por meio da análise documental.

Dos 37, 30 docentes responderam as três questões do questionário (QP), composto pelas seguintes perguntas:

1. Nas disciplinas que ministra, você aborda questões relacionadas à Educação Ambiental? () sim () não (QP1)
2. Se sim, em qual/quais disciplinas? (QP2)
3. Que questões são abordadas em sala de aula que você considera que estão relacionadas à Educação Ambiental? (QP3)

Como mencionado, a aplicação do questionário foi fundamental para sabermos quais professores abordavam a temática da EA em suas aulas, buscando resposta ao objetivo específico de **“investigar se os professores do curso de Licenciatura em Química (Departamento de Química) abordam em suas aulas questões voltadas à EA”.**

Para melhor e mais fácil compreensão de quem são os professores entrevistados, os dados foram organizados no quadro abaixo. Para manter a privacidade, atribuímos a eles a nomenclatura “P”, de professor, de P1 a P30. Além da caracterização dos docentes, mostraremos a seguir as respostas à primeira pergunta – para isso, categorizamos entre os que disseram que abordam as questões sobre EA e aqueles que não o fazem.

Quadro 6 - Caracterização dos Professores do Departamento de Química –
Participantes

Docente	Formação acadêmica	Ano de ingresso na UFJF	Resposta à pergunta QP1
P1	Bacharelado em Química Mestrado em Química Doutorado em Química Inorgânica	1993	Sim
P2	Bacharelado em Química Mestrado em Química Doutorado em Química	2010	Sim
P3	Bacharelado em Química Industrial Mestrado em Química Doutorado em Química	2018	Sim

P4	Bacharelado em Química Mestrado em Química Doutorado em Química	1995	Sim
P5	Bacharelado em Farmácia Mestrado em Química Doutorado em Química	1973	Sim
P6	Bacharelado em Química Licenciatura em Química Doutorado em Química	1984	Sim
P7	Bacharelado e Licenciatura em Química Mestrado em Química Doutorado em Química	2010	Sim
P8	Bacharelado em Química Industrial Mestrado em Química Doutorado em Química	2002	Sim
P9	Bacharelado em Química Doutorado em Química	2009	Sim
P10	Bacharelado e Licenciatura em Química Mestrado em Química Doutorado em Ciências	2011	Sim
P11	Bacharelado em Química Mestrado em Química Doutorado em Ciências	1995	Sim
P12	Bacharelado em Química Mestrado em Química Doutorado em Química	2010	Não
P13	Bacharelado em Química Mestrado em Química Doutorado em Ciências	1993	Não
P14	Bacharelado em Química	2018	Não

	Mestrado em Química Doutorado em Ciências		
P15	Graduação em Química Mestrado em História da Ciência Doutorado em História da Ciência	2011	Não
P16	Bacharelado e Licenciatura em Química Mestrado em Físico-Química Doutorado em Físico-Química	2009	Não
P17	Bacharelado em Química Doutorado em Química	2017	Não
P18	Graduação em Química Mestrado em Química Orgânica Doutorado em Química Orgânica	2010	Não
P19	Bacharelado e Licenciatura em Química Mestrado em Química Doutorado em Química Orgânica	2009	Não
P20	Bacharelado e Licenciatura em Química Mestrado em Química Doutorado em Química	2013	Não
P21	Bacharelado em Química Mestrado em Tecnologia de Alimentos Doutorado em Química	2017	Não
P22	Bacharelado em Química	2009	Não

	Mestrado em Química Doutorado em Química Orgânica		
P23	Bacharelado em Química Mestrado em Química Doutorado em Química	2009	Não
P24	Bacharelado e Licenciatura em Química Mestrado em Química Doutorado em Química	2009	Não
P25	Bacharelado e Licenciatura em Química Mestrado em Química Doutorado em Físico – Química	2009	Não
P26	Bacharelado em Química Mestrado em Química Doutorado em Química	2000	Não
P27	Bacharelado em Química Industrial Mestrado em Química Doutorado em Química	2005	Não
P28	Bacharelado em Química Mestrado em Química Doutorado em Química	1997	Não
P29	Bacharelado em Química Mestrado em Química Doutorado em Química	1995	Não
P30	Bacharelado em Química Mestrado em Química Doutorado em Química	2009	Não

Fonte: Elaborado pelo autor com dados retirados do currículo Lattes dos participantes da pesquisa e do questionário (2018).

Como podemos observar, todos os professores participantes são bacharéis (em química, química industrial ou farmácia) e possuem doutorado. Dentre eles, sete são formados em licenciatura plena em química. Com relação à questão 1, apenas os docentes P1 a P11 disseram que abordam questões sobre “Educação Ambiental” em suas aulas e deram prosseguimento nas demais questões. O quadro 7 apresenta as respostas para as questões 2 e 3 do questionário dos professores.

Quadro 7 - Respostas às questões 2 e 3 do questionário - professores

Docente	Disciplinas ministradas (QP2)	Assuntos que envolvem a Educação Ambiental expressos pelos professores
P1	Laboratório de Química dos Elementos	<i>“Em vários momentos falamos de tratamento de resíduos, considerando os descartes diários dos resíduos gerados nas aulas”.</i>
P2	Química Ambiental	<i>“Explicação dos processos químicos que ocorrem no meio ambiente”.</i>
P3	Laboratório de Química Laboratório de Estrutura e Transformações	<i>“Descarte adequados de resíduos, tipos de resíduos, questões gerais de aquecimento global e poluição”.</i>
P4	Laboratório de Química Laboratório de Transformações Químicas	<i>“Os tópicos abordados são relativos aos resíduos que são tratados, dessa forma os alunos vão conhecer os procedimentos e destinação”.</i>
P5	Química dos Elementos Laboratório de Fundamentos de Química	<i>“Abordo as questões dos resíduos químicos (tratamento); a questão dos poluentes do ar”.</i>

P6	Química Orgânica VI Fundamentos de Química	<i>“Falo sobre a poluição ambiental através dos materiais poliméricos; contaminação do ar e descartes de materiais agressivos ao meio ambiente”.</i>
P7	Química Fundamental	<i>“Em alguns momentos da disciplina, como por exemplo, na parte de interações intermoleculares, falando das ligações de hidrogênio, uso exemplos que apontam para a da água como um dos fatores responsáveis por regular a temperatura do planeta”.</i>
P8	Laboratório de Eletroquímica e Análise Instrumental	<i>“Consumo consciente de reagente. Geração e cuidado com os resíduos químicos gerados. Baixo consumo de material”.</i>
P9	Toxicologia	<i>“O ciclo de poluentes no meio ambiente”.</i>
P10	Química Ambiental Química do Meio Ambiente Laboratório de Química Ambiental	<i>“O papel da química sustentável e menos poluente”.</i>
P11	Termodinâmica Química das Soluções Espectroscopia Molecular	<i>“Danos causados ao Meio Ambiente de modo geral, e técnicas de espectroscopia que permitem saber sobre compostos poluentes”.</i>

Fonte: Elaborado pelo pesquisador com base nos dados da pesquisa (2018).

Embora P12 tenha respondido “não” para a primeira pergunta, na questão 3, o participante fez uma justificativa e, por ela, iniciaremos a análise dos dados. Veja o trecho a seguir

Nas minhas disciplinas abordo questões relacionadas à Química Ambiental, tentando relacionar o conteúdo de Físico-Química, que tipicamente ministro, com dados ou estudos de Química Ambiental; por outro lado, não trato de temas que envolvam maneiras de abordar para um público em estágio de Ensino Básico aquele conteúdo, apesar de, quando pertinente abordar maneiras de tratar para esse público conteúdos de Físico-Química básica (termodinâmica e cinética, principalmente). Por isso a resposta não à Questão 1. (P12).

Desse trecho, podemos destacar que P12, dentre os demais professores, foi o único que atentou para as particularidades existentes entre Meio Ambiente, Química e Educação ambiental. Além disso, destaca a importância da transposição didática dos conteúdos específicos (nesse caso os de físico-química) no percurso formativo dos licenciandos em química. A resposta negativa à questão 1, está relacionada às especificidades da Educação Ambiental, que, embora, seja recomendada a qualquer modalidade de formação, tem-se maior alusão aos cursos de formação de professores – P12 atribui à Educação Ambiental um perfil “pedagógico” de formação, o que de fato vai além das relações entre os fenômenos químicos que ocorrem no meio ambiente e a busca de soluções para o problema da poluição ambiental, que foi destacado na maioria das respostas.

A conceituação de meio ambiente tem muitas particularidades nas quais levam ao entendimento variado, fazendo com que se resulte numa incompreensão do verdadeiro sentido da Educação Ambiental. Meio ambiente refere-se ao conjunto de ambientes ou condições em que uma pessoa, animal ou planta vive ou opera. Isso abrange o ambiente natural, incluindo o ar, a água, a terra, a flora, a fauna e outros organismos vivos, bem como as ações antropológicas combinadas pela construção de civilização, artefatos culturais e religiosos. Por muito tempo, o conceito de meio ambiente estava relacionado apenas às questões reducionistas da ecologia.

Nessa interlocução, e considerando as instituições educacionais como espaços formais de aprendizagens, entendemos EA como um processo educacional, uma dimensão da educação, que visa contribuir para a construção de conhecimento acerca da relação crítica existente entre os seres humanos e a natureza, em seus aspectos

sociais, políticos, históricos, econômicos – considerando a realidade e vivência dos envolvidos – superando a perspectiva conservadora, pragmática e utilitarista da EA.

Da análise, percebemos que parte dos professores entrevistados acredita que estão abordando EA pelo fato de ministrar, em suas aulas, conteúdo específicos da química, relacionando-os aos processos químicos que ocorrem na natureza, seja por meio da química ambiental ou relacionadas aos princípios da Química Verde. Todas essas áreas devem estar interconectadas à EA e desempenhando um papel fundamental na busca por um “ambiente” mais saudável e sustentável, ou seja, na manutenção da biodiversidade e dos recursos naturais e no bem-estar das pessoas, contexto que não foi destacado.

Por sua vez, a Química Ambiental se concentra na compreensão dos fenômenos que ocorrem no ambiente natural e como as atividades humanas podem impactar nesses processos. Ela abrange a análise e o monitoramento de poluentes, a avaliação da qualidade da água, do ar e do solo, bem como no desenvolvimento de métodos para remediação e tratamento de resíduos químicos. De forma geral, procura entender como os produtos químicos se comportam no meio ambiente e suas consequências (Manahan, 1999; Moreira; Pacheco, 2008; Harrison, 2020).

Já a Química Verde é caracterizada pelo viés da sustentabilidade, buscando meios para minimizar o uso de substâncias tóxicas, gerar menos resíduos, economizar recursos naturais e poupar energia, por meio do desenvolvimento de métodos mais eficientes, biológicos e ambientalmente seguros, baseados em seus princípios elementares (Lenardão et al., 2003) – propostas bastante viáveis no ponto de vista técnico e científico das ciências, mas não propõe mudanças necessárias para superar a crise socioambiental instaurada.

Nesse sentido, alinhado aos estudos de Layragues e Lima (2014) com relação às tendências da Educação Ambiental, após destacarmos as unidades de registros nas respostas dos questionários, codificamos os termos em “tratamento de resíduos, poluição do meio ambiente e processos químicos no meio ambiente”, que resultou nas categorias de enquadramento (a partir dos dados de pesquisa) dos trechos destacados (quadro 8) em (i) indicativos de EA conservadora; (ii) pragmática/utilitarista e (iii) estudos dos processos químicos no meio ambiente (Bardin, 2017) – não identificamos nas respostas indícios de abordagem de Educação Ambiental Crítica, como é recomendado pela PNEA, DCNEA, dentre outras orientações.

Quadro 8 - Respostas dos professores de acordo com as categorias atribuídas

Categoria	Professores	Exemplos dos trechos das respostas
EA conservadora caracterizada pelos princípios de preservação dos recursos naturais e com comportamento individualista por meio de atividades pontuais	P3, P5, P6, P7, P9, P11	<i>“O ciclo de poluentes no meio ambiente” (P9).</i> <i>“Abordo as questões dos resíduos químicos (tratamento); a questão dos poluentes do ar” (P5).</i>
EA pragmática/utilitarista Direcionada para a resolução imediata dos problemas ambientais. Assim, promove o uso dos recursos naturais, poluindo menos. Tem como proposta a atuação individual na perspectiva fatalista	P1, P3, P4, P5, P8, P10	<i>“Consumo consciente de reagente. Geração e cuidado com os resíduos químicos gerados. Baixo consumo de material”(P8).</i> <i>“O papel da química sustentável e menos poluente”(P10).</i>
Processos químicos no meio ambiente São interações ou reações químicas que ocorrem no meio ambiente	P2, P11	<i>“Explicação dos processos químicos que ocorrem no meio ambiente” (P2).</i> <i>“Danos causados ao Meio Ambiente de modo geral, e técnicas de espectroscopia que permitem saber sobre compostos poluentes” (P11).</i>

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da pesquisa (2018).

As respostas que os professores deram pelo “entendimento” da abordagem de Educação Ambiental, ultrapassa a análise documental (item 4.1) realizada acerca da disciplina QUI116 (Química Ambiental), em que foi destacada as questões sobre o meio ambiente (mesmo que os indícios sejam apenas para os processos químicos na natureza). Os dados sugerem que os professores de forma geral (P1 a P11) descrevem suas atividades que, embora apresentando as diferentes disciplinas e metodologias, se aproximam de uma Educação Ambiental de perfil tradicional, conservador que, por vez, busca a resolução dos problemas de forma emergente, no perfil ecologicamente correto – sem considerar as questões socioambientais – ou apenas – cumprem o papel operacionalizado dos conceitos químicos em sala de aula, exemplificado pela resposta de P12.

Assegurado pelas recomendações da PNEA e das DCNEA e considerando a formação inicial dos professores de química como um elo à futura prática docente, percebemos, com base nos dados, que a EA de forma crítica não tem sido trabalhada conforme estabelece a Legislação Educacional, podendo resultar em uma formação deficitária, que não propiciaria subsídios efetivos para a inserção da temática ambiental na futura prática pedagógica dos egressos da licenciatura – situação preocupante destacada nos documentos curriculares analisados e nas respostas dos docentes participantes.

5.3 AS CONCEPÇÕES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL DOS LICENCIANDOS EM QUÍMICA DA UFJF E SUAS PERCEPÇÕES DE COMO ELA ESTÁ INSERIDA NO PROCESSO DE FORMAÇÃO INICIAL.

A compreensão das concepções de educação ambiental dos licenciandos em Química da UFJF demanda uma análise que considere diferentes momentos da formação inicial e distintos instrumentos de investigação.

Inicialmente, são discutidas as concepções dos licenciandos ingressantes, identificadas por meio do questionário, com o objetivo de compreender os saberes prévios e as influências das trajetórias formativas anteriores. Em seguida, são analisadas as concepções dos licenciandos formandos, também a partir do questionário, possibilitando a comparação entre o início e o término do curso de licenciatura.

Na sequência, são examinadas as concepções manifestadas pelos licenciandos nos dois primeiros encontros da oficina, momento em que emergem percepções iniciais mais dialogadas e coletivas sobre a educação ambiental. Por fim, são discutidas as mudanças de concepções observadas nos encontros 3 e 4 da oficina, evidenciando possíveis ressignificações decorrentes das atividades formativas propostas e das reflexões construídas ao longo do processo.

5.3.1 As concepções dos Licenciandos ingressantes por meio do questionário

Para citar os licenciandos, eles receberam a denominação inicial com “L” (L1 a L17), de licenciando, seguida de uma numeração. Todos os participantes ingressaram em 2018/2. Com as informações dos questionários, destacamos apenas L15 com formação superior (licenciado em Ciências Biológicas), possuindo vivências em formações pedagógicas e em sala de aula da Educação Básica. Já L3, L4 e L5, possuem formação técnica em mecânica, metalurgia e eletrônica, respectivamente e, de certa forma, alguns conceitos vistos na preparação tecnológica profissional, são convergentes aos que são/serão ensinados na licenciatura em química.

Inicialmente, procuramos explorar o entendimento dos estudantes sobre os conceitos de Educação Ambiental (EA) e a sua inserção na formação docente e, dessa forma, termos embasamento para promover futuras discussões acerca da crise socioambiental em que vivemos, na perspectiva do ensino de química em sala de aula; uma vez que a Química (geralmente) é vista como a “vilã” dos problemas ambientais, vista como apenas a causadora danos causados ao ecossistema/ambiente (ar, água e solo, flora e fauna), em uma visão naturalista, conservadora.

Entretanto, como já mencionado nos primeiros capítulos, consideramos importante enfatizar que a EA não deve priorizar apenas os aspectos técnicos e instrumentais da Química, com visão reducionista a aspectos químicos do/para o meio ambiente. É preciso mobilizar a discussões voltadas às perspectivas críticas da EA crítica (Tristão, 2004; Zuin, 2011; Júnior; Fernandez, 2016). Para essa mobilização (inicial), utilizamos dez perguntas do questionário aos ingressantes:

- O que você entende por Educação Ambiental (EA)? (Q1)
- Na Educação Básica (EB), você realizou algum trabalho/pesquisa/estudo sobre EA? Qual? (Q2)

- Enquanto aluno da Licenciatura em Química, como você acha que a EA será abordada durante o curso? (Q3)
- Você conhece algum documento oficial que defende a inserção da EA nas discussões em sala de aula? (Q4)

Observamos, por meio das respostas de Q1 a Q4, que a percepção dos licenciandos em Química com relação à EA, de forma geral, foi bem parecida. Para Q1, a maioria dos participantes (15 dos 17 participantes) apontou a preservação do meio ambiente, dos recursos naturais e a reciclagem de materiais, como pode ser observado em algumas falas dos licenciandos, representados por L:

É a educação através dos estudos que visam preservar o meio ambiente – os recursos minerais. (L2, Q1).

Educação para o desenvolvimento de métodos de conservação. (L12, Q1).

EA para entender sobre preservação, reciclagem e contaminantes. (L13, Q1).

É o ensino voltado para a preservação da natureza: poluição, proteção dos animais e das matas, substâncias tóxicas. (L14, Q1).

A visão conservacionista da natureza foi pontuada em Q1 por 15 dos 17 dos entrevistados; em Q2, três respostas mantiveram essa concepção, em que retratam apenas uma preocupação acerca da preservação do meio ambiente, em que o discurso segue em uma concepção conservadora da EA:

Trabalhos de reciclagem, hortas, sabão. (L2, Q2).

Sim, saber como reciclar. (L8, Q2).

Não diretamente. Apenas em trabalhos superficiais sobre poluição e preservação. (L7, Q2).

Como descartar material. (L12, Q2).

Nesse sentido, Pereira e colaboradores (2009) mostram em suas pesquisas que as disciplinas formativas que articulam as questões ambientais nas Licenciaturas em Química estão restritas às intituladas ‘Química Ambiental’, apresentando poucas oportunidades de proporcionar uma visão/compreensão holísticas entre os fenômenos químicos que ocorrem na natureza entrelaçados com as questões sociais, econômicas e culturais. Nesse mesmo estudo, as autoras fizeram um levantamento que revela que os professores de química apresentam maiores dificuldades em propor ações mais contundentes na perspectiva da EA em relação aos professores de biologia e que, dessa forma, evidencia “a necessidade de se conhecer quais são os

elementos vinculados à temática ambiental que, ainda que estejam presentes na formação dos professores de Química, não têm garantido o preparo adequado para abordar a EA na escola básica” (Pereira et al., 2009, p. 211).

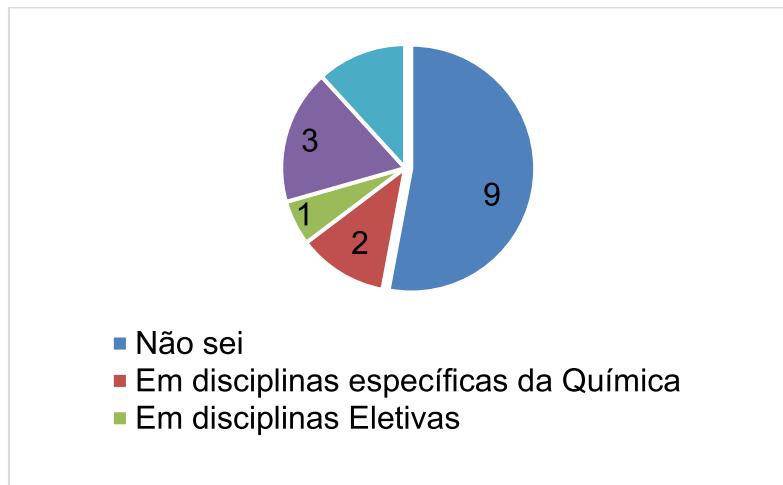
Ainda sobre Q1, duas respostas nos chamaram atenção (por se diferenciarem das demais): as de L5 e L15, que apontaram que a EA teria direcionamentos **para a relação ser humano-natureza** – ou seja, na perspectiva desses dois licenciandos, ela inclui as pessoas como parte integradora do meio ambiente, visando a transformação humana em conjunto com os meios de preservação ambiental, para promover a ética e a justiça social, indo ao encontro da EA crítica (Reigota, 2002; Consenza, 2008; Trivelato; Silva, 2011; Layrargues; Lima, 2014): “É a conscientização da relação entre ‘nós’ e o meio ambiente”. (L5, Q1). “Disciplina ligada a conduta do indivíduo e o meio em que vive”. (L15, Q1).

Embora a fala de L15 possua um caráter mais crítico, percebemos um equívoco em relação a abordagem da EA, quando ele destaca ser ela uma disciplina específica, um componente curricular isolado, o que não condiz com as orientações da PNEA (Brasil, 1999), das DCNEA (Brasil, 2012) e do ProNEA (Brasil, 2018), uma vez que os documentos normatizam para que a EA seja inserida em todas as disciplinas da Educação Básica ao Ensino Superior, sobretudo nos cursos de formação de professores.

Apenas um licenciando (L15) (resposta à Q3) respondeu que a Educação Ambiental será abordada em disciplinas eletivas. Essa resposta foi atribuída a sua vivência anterior, quando cursou Ciências Biológicas. No curso, havia disciplinas que abordava sobre as questões ambientais, relatou o aluno. Essa resposta corrobora com a sua afirmação para Q1: “Disciplina ligada à conduta do indivíduo e o meio em que vive”.

O levantamento feito com relação às vivencias da temática na Educação Básica (Q2) pode justificar as afirmações dos estudantes quanto às perspectivas durante a licenciatura (Q3). De acordo com o gráfico 1, 53% responderam que não sabem como a Educação Ambiental será abordada durante o processo de formação inicial.

Gráfico 1 – Respostas dos 17 licenciandos relacionadas à questão 3



Fonte: elaborado pelo pesquisador (2018)

A resposta “não sei”, pode estar relacionada com a não vivência (ou por uma abordagem pouco significativa, pontual ou fragmentada) da Educação Ambiental durante a Educação Básica, como apontam as respostas dos graduandos em Q2 (9 dos 17), que relataram não lembrar ou não saber se realizaram atividades sobre a Educação Ambiental. Essa situação nos mostra que a EA ainda não conquistou espaço (que deveria) na Educação Básica. São poucas as discussões que se voltam às questões ambientais e quando essas são realizadas, ficam sob a responsabilidade dos professores de Ciências/Biologia e/ou geografia, apesar de ser este um tema que deve perpassar pelas diferentes disciplinas que compõem o currículo escolar, em todos os níveis de ensino (Brasil, 1999, 2012, 2018). Ressaltamos que a criação de disciplina específica é facultada apenas para cursos de pós-graduação ou de formação continuada.

Quatro dos entrevistados acreditam que a abordagem será por meio de disciplinas específicas para Educação Ambiental ou da Química. Nestes casos, as percepções desses alunos mostram que a visão isolada, fragmentada e descontextualizada da Educação Ambiental permanece nos discursos. Uma das respostas, descrita a seguir, retrata essa visão: “Em disciplinas que abordem de modo técnico as substâncias e suas propriedades, toxicidades, benefícios, etc.”. (L17, Q3).

Além dos documentos mencionados acima, as DCNCQ (Brasil, 2001) e a BNCC (Brasil, 2018), no caso específico ao ensino de Química, norteiam que a temática ambiental deve contribuir para a formação voltada para o exercício da cidadania,

facilitando a aprendizagem, visto que essa Ciência é fundamental para o entendimento dos fenômenos ocorridos no ambiente.

Por conseguinte, e, pensando nos desdobramentos da Q4, firmamos nos objetivos dos documentos: a PNEA, as DCNEA e o ProNEA que orientam a inserção da EA nas discussões em sala de aula: defendem a abordagem de temas sociais e ambientais do cotidiano do aluno não dissociados da teoria. Embora tenhamos normas e diretrizes para o assunto, 95% dos participantes mostraram desconhecimento desses documentos. Pelos resultados obtidos em Q4, percebemos a necessidade de momentos de formação, pois apenas L15 expressou resposta: “Não sei ao certo, mas deve contar em algumas diretrizes para a Educação”. (L15, Q4).

Como mencionado anteriormente, L15 é graduado em ciências biológicas (licenciatura) e, provavelmente ele possui vivência com as “diretrizes educacionais”, embora não soube especificar.

5.3.2 As concepções dos Licenciandos formandos por meio do questionário

Com a finalidade de obter informações com relação às concepções e às vivencias dos formandos da Licenciatura em Química noturno da UFJF sobre a temática, enviamos o questionário (QF) com as perguntas:

Quadro 10 - Questionário enviado por e-mail aos licenciandos formandos em 2020

1. O que você entende por Educação Ambiental (EA)? (QF1)
2. Você considera importante abordar EA em sala de aula? (Na educação Básica/Na licenciatura) (QF2)
3. Na graduação em química, você teve discussões sobre EA nas disciplinas? Em quais? (QF3)
4. Enquanto aluno da Licenciatura em química, como você acha que deveria ser inserido EA durante o curso? (QF4)
5. Você considera que está preparado para abordar Educação Ambiental em sua futura atuação docente? (QF5)
6. Você conhece algum documento oficial que defende a inserção da EA nas discussões em sala de aula? (QF6)

Fonte: elaborado pelo pesquisador (2020).

Dos quatro graduandos que estavam com previsão de formatura (dados obtidos pela secretaria do curso), dois responderam ao questionário (LF1 e LF2). O quadro 11 mostra a caracterização dos licenciandos.

Quadro 11 - Caracterização dos licenciandos formandos

Licenciando (LF)	Ano de ingresso na UFJF	Participa/participou de algum projeto na UFJF	Possui outra formação	Exerce atividade profissional remunerada
LF1	2014/1	Iniciação científica na área de Físico-química	Não possui	Bolsista
LF2	2014/1	Não participou	Não informou	Não informou

Fonte: dados das respostas dos questionários (2020).

Ao responderem as questões de QF1 a QF6 – Associamos as falas dos alunos formandos com as mesmas perspectivas dos alunos ingressantes (item 5.3.1) e, além disso, estão intrinsecamente relacionadas com as abordagens relatadas pelos professores (item 5.2), ou seja, com relação ao entendimento (QF1) e a importância (QF2) da EA, as respostas estão direcionadas ao cuidado ecológico, perspectiva conservadora da EA (conservação/preservação), representadas pelos trechos:

É a área do ensino voltada para conscientização; conhecimento; valores e atitudes para a conservação e preservação do meio ambiente. (LF1 – QF1).

É o estudo principalmente voltados para à conservação e preservação de recursos naturais relacionados as problemáticas ambientais. (LF2 – QF1).

Sim. A Educação Ambiental se faz necessária, pois tem como objetivo de conscientizar os alunos/cidadão da preservação do meio ambiente. (LF1 – QF2).

Sim! Para auxiliar no processo de formação de cidadãos comprometidos com a preservação e conscientização das questões ambientais. (LF2 – QF2).

Com relação à QF3 as respostas convergem com análise feita do PPC e das ementas das disciplinas (item 4.1) que direciona para “Química Ambiental/Química do meio ambiente” (processos químicos que ocorrem na natureza) e nas abordagens dos professores do Departamento de Química da UFJF no que diz respeito ao tratamento e descartes adequados de resíduos – como já visto – são ações importantes, mas não atendem as necessidades socioambientais contemporâneas. Já QF4 levanta as concepções de como os licenciandos acreditam que a EA deveria ser abordada ao longo do percurso formativo, eles defendem uma inserção mais ampla, não isolada, mas não mencionam que devem perpassar por todas as disciplinas – como recomenda a legislação. Eles [licenciandos] se consideram preparados (pela formação que tiveram na universidade) para essa abordagem (QF5), mesmo que de forma não crítica da EA. E diante de todas as recomendações oficiais, LF1 reconhece apenas a LDB. Para essas questões, os licenciandos disseram:

Sim. A discussão maior foi na disciplina específica de química ambiental, água, solo e ar, os cuidados, as formas de tratamento. Descarte de resíduos nas aulas experimentais. Na iniciação científica discutimos também os meios de pesquisar de forma ecologicamente correta. (LF1 – QF3).

Sim! Na disciplina de química ambiental. Na química orgânica e nas outras tínhamos orientação e preocupação com resíduos gerados. (LF2 – QF3).

EA deveria ser inserida como parte da ementa de algumas disciplinas ao longo do curso como forma relacionar o conteúdo com o tema e apresentar soluções utilizando o conteúdo estudado. (LF1 – QF4).

Acredito que inseridas em mais etapas da formação e não apenas de forma isoladas em algumas disciplinas como aconteceu. (LF2 – QF4).

Sim. Com bases conhecimento adquirido na graduação. (LF1- QF5).

Sim! Devido os conhecimentos que obtive na minha formação profissional e pessoal. (LF2 – QF5).

Sim. A LDB recomenda. (LF1 – QF6).

Não recordo. (LF2 – QF6).

Adiante, mostraremos os resultados da pesquisa nos dois primeiros encontros da Oficina. Vale ressaltar, que os Licenciandos L1, L2, L3, L4 e L5, participaram do questionário para os ingressantes e da Oficina. Já os formandos, não participaram da Oficina.

5.3.3 As concepções dos Licenciandos nos dois primeiros encontros da oficina

Com o intuito de promover momentos de formação, oferecemos aos licenciandos participantes da pesquisa uma oficina com ações e abordagens embasadas na perspectiva da EA. Dentre as atividades, fizemos o levantamento das concepções dos estudantes, buscando compreendê-las e aprofundá-las. Além disso, os encontros propiciariam momentos de estudos, discussão e produção de materiais didáticos para os participantes da pesquisa; as ações foram embasadas nos direcionamentos da EA crítica, apoiadas na PNEA (Brasil, 1999), nas DCNEA (Brasil, 2012), dentre outros materiais que abordam a temática. Os detalhes dessa oficina foram descritos na metodologia. Propostas como essa, que visam suprir essa lacuna na formação inicial de professores, são indicadas por Dias e Bonfim (2017) e Costa, Escheverría e Ribeiro (2017), quando estes afirmam que é preciso proporcionar momentos para discussões e práticas relacionadas a EA, de forma que atenda as legislações, sejam elas gerais ou específicas.

No primeiro encontro da Oficina, usamos as questões (QOF: Questão da Oficina) para nortear as discussões iniciais:

- Vocês tiveram alguma vivência em EA na Educação Básica? (QOF1)
- Na sua opinião, qual disciplina deveria fazer essa abordagem em sala de aula? (QOF2)
- O professor de Química abordava a EA? (QOF3)
- Você acha que EA e a Química tem alguma relação? (QOF4)
- Você considera importante inserir a EA na sua futura atuação docente? (QOF5)
- No curso de Licenciatura em Química Noturno, vocês já tiveram alguma disciplina que tratava sobre EA? (QOF6)

Com a análise das transcrições, notamos, assim como nas respostas dos questionários (item 4.3.1), que as evocações dos licenciandos em Química com relação às indagações (QOF) foram bem parecidas.

Para QOF1, a maioria dos participantes relatou poucas vivências com relação a EA no ensino básico. Os trechos abaixo ilustram alguns posicionamentos dos licenciandos:

Não tive! Se algum professor falou, eu não lembro. (L3, QOF1).
Falararam muito pouco, né?!.. (L4, QOF1).

Ah, eu só lembro dessas coisas de poluição, preservação, desmatamento, fazer sabão de óleo sujo. (L2, QOF1).

Eu acho assim... se for para pensar Educação Ambiental, não. A não ser quando o professor fala para não ficar com a pilha em casa, o de biologia sempre falava isso. (L21, QOF1).

Eu lembro do meu professor de geografia. Ele sempre falava dessa questão de relevo, de recursos minerais. Foi basicamente isso, quase nada. O de química falava sobre lixo. (L22, QOF1).

Lá no meu colégio acostumavam a fazer feira cultural, feiras de ciências e juntava todas as matérias por afinidade. Especificamente assim eu não vou lembrar, mas, faziam cartazes e colavam na entrada mesmo do colégio, assim... e nos corredores, geralmente assim mesmo em feiras culturais. (L19, QOF1).

Olha... que eu lembro uma vez era 'pra' conseguir nota. Uma professora de geografia, uma boa parte dos alunos não ia passar de ano com ela, nós pegamos e falamos com ela 'pra' passar alguma coisa pra ajudar a gente. Aí ela dividiu os grupos e mandou sair recolhendo garrafas PET na rua. Nem sei o que ela fez com isso... Só sei que eu passei [risos na sala]. (L5, QOF1).

Podemos observar, pelos trechos destacados, que os licenciandos tiveram algumas vivências de EA na Escola Básica, as ações foram bem pontuais, conservadoras, visando somente a reciclagem ou reuso dos materiais e preservação da natureza. Além disso, poucas foram as vezes que mencionaram o professor de química; as abordagens, pelo que destacamos, eram feitas pelos docentes que ministram Ciências/Biologia ou Geografia. Para obter mais informações, indagamos a L22 sobre o tema 'lixo' que professor mencionava. O estudante afirmou que o assunto era focado na ideia de "não poluir a natureza". Na fala de L5, temos evidências de propostas para EA em sala de aula, que não contribuem para processos de ensino e de aprendizagem. O ato de recolher garrafas na rua, sem apontamentos críticos e planejamento, sem saber o destino do material, feito somente pela aquisição de notas, além de não contribuir para uma avaliação formativa, se configura como uma atividade pontual e fragmentada – sem construção de significado por quem faz.

Em resposta a QOF2, com exceção de L20 (que não quis opinar), os demais (L1, L2, L3 e L4) da Turma 1, disseram que a EA deve ser tratada nas aulas de biologia e geografia, por acreditarem que as questões sobre ecologia, relevo, recursos naturais "são mais próximas" dessas disciplinas (percebemos nesse momento, o quanto o entendimento dos alunos está pautado somente às questões ecológicas). No final das falas, com intuito de promover mudança de concepção, perguntamos, com entonação, se era somente as duas disciplinas. Em seguida, L1 responde

Uai! Acredito que nas aulas de química também, a gente pode mencionar, gases do lixão, poluição por pesticidas, emissão de gás na atmosfera. Muitas coisas, conscientizar, né? Estava nem lembrando. (L1, QOF2).

Os participantes da Turma 2 responderam, por unanimidade, que deveria haver uma disciplina específica para tratar o assunto pois, segundo eles, teriam mais chances de aprender sobre ele. Para essa questão, percebemos que as respostas não vão ao encontro das orientações da PNEA e das DCNEA, como mostra a Lei nº 9795/99 em seu Artigo 11 “a dimensão ambiental deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas (p. 5)”.

Para a QOF3, mesmo conseguindo identificar alguma relação com a EA, como visto na resposta de L22 para a QOF1 (que o professor de química abordava a questão do lixo), os depoimentos dos participantes, das Turmas 1 e 2, não demonstraram clareza quanto a isso, respondendo por totalidade, “acho que não”. Em contrapartida, eles (os licenciandos), concordam com a ideia de que a EA e a Química, têm muitas relações (QOF4), embora as concepções destacadas não sejam atribuídas à EA crítica. Os argumentos são representados pelos trechos a seguir:

A chuva ácida é da química, podemos fazer experimentos e tal. (L22, QOF4).

O saneamento básico, usa muitas técnicas da Química. (L4, QOF4).
A emissão de gases tóxicos, é na química que faz o controle. (L3, QOF4).

Os derivados do petróleo, poluição, derramamento, dá pra fazer isso no terceiro ano. (L19, QOF4).

Dos discursos acima, nos chama a atenção as respostas de L19 e L22, além de tentar relacionar os conteúdos químicos com a EA (mesmo sem indicar aspectos críticos), eles direcionam as práticas para a sala de aula. L19 menciona a série (ano) escolar que pode ser abordado (os estudos sobre combustíveis fósseis, normalmente, são feitos no ano destacado pelo participante). Percebemos, com isso, o quanto importante são as vivências dos licenciandos, antes e durante o percurso formativo inicial, considerando que os alunos em questão foram bolsistas do Pibid. Esse Programa indica possibilidade para desenvolver ações voltadas às questões socioambientais, por atender alunos da Educação Básica e professores em formação (inicial e continuada).

As três últimas questões trataram da formação inicial dos licenciandos em Química Noturno da UFJF. No que se refere a inserção da EA na futura atuação docente (QOF5), os participantes (Turma 1 e 2 da oficina) demonstraram, mesmo que indiretamente, conexões com a EA, como foi destacado nos trechos seguintes:

Sim. Pode contribuir no entendimento dos fenômenos da natureza e ajudar o meio ambiente. (L2, QOF5).

Sim, porque faz parte da vida cotidiana, mesmo se não usar na escola, a gente usa pra vida. (L5, QOF5).

Então, o curso é muito corrido. Se for parar para falar sempre desse tema, pode ser que não consiga ver tudo da química, é muita coisa. (L18, QOF5).

É essencial. Na escola os alunos podem perguntar, e a gente como professor, tem que saber. (L21, QOF5).

Pelos discursos, os licenciandos mostram, assim como nas questões anteriores, preocupação quanto a preservação do meio ambiente e conseguem relacionar com ações cotidianas e com fenômenos da natureza. Com relação à formação docente, L18 demonstra um apego ao cumprimento das disciplinas específicas do curso de Química, deixando em segundo plano as que compõe o eixo pedagógico. No relato de L21, ela demonstra que é preciso saber sobre a temática, mas não dá indícios que a EA tem de ser trabalhada de forma contínua, contextualizada; seria uma condição de resposta, caso alguém tivesse interesse.

Com relação a inserção da EA nas disciplinas (QOF6), L1, L2, L3 e L4 (Turma 1), alegaram que nenhuma das que eles cursaram (até o momento, segundo período) não abordaram o tema em seus conteúdos. O participante L20, que estava matriculado nos últimos períodos, tinha cursado ‘Química do Meio Ambiente/ QUI116’ (UFJF, 2012) e não mencionou se outras disciplinas fizeram esse direcionamento. Ao indagar sobre a QUI116, ele disse que as aulas eram muito importantes, pois abordavam as questões químicas que envolviam o meio ambiente.

A maioria dos licenciandos da Turma 2 não recordavam sobre abordagens da temática nas disciplinas (não cursaram QUI116), apenas um dos participantes relatou

Eu lembro de uma professora, só que ela estava focando só na área dela, nas coisas que ela faz... Na química de coordenação, então ela queria que fosse feito o reaproveitamento dos resíduos gerados na aula dela. Fora isso, nada. (L21, QOF6).

O enfoque dessa professora, embora seja importante para o meio ambiente e outras ações, não atende as perspectivas da criticidade para a EA, como defendem Reigota (2002), Consenza (2008), Layrargues e Lima (2011) e Layrargues (2012).

Sobre a QOF7, os participantes da Turma 1 não souberam opinar com relação à formação dos seus professores (na Educação Básica e no Ensino Superior). Quanto a Turma 2, apenas L18, destacou

Eu acho até que sim, mas eles não têm tanta oportunidade de mostrar. É tão corrido, tão corrido... que até os próprios alunos não se interessam pra isso, aí fica difícil ter uma didática. (L18 referia aos professores da UFJF).

No trecho destacado, L18 alega não ter tempo suficiente para as questões ambientais, priorizando as disciplinas (análíticas, orgânica, coordenação, entre outras) que compõe a matriz curricular (a mesma ideia demonstrada para QOF5). Dessa informação, vemos a necessidade de promover ações para que os licenciandos entendam que a EA deve ser inserida em todos os cursos de graduação, sobretudo, nas licenciaturas.

As respostas dos questionários (item 4.2.1) e das questões norteadoras dos encontros da Oficina discutidas anteriormente, podem justificar as representações dos licenciandos feitas por meio de desenhos, frases, palavras e imagens (Quadro 12, utilizadas no encontro 2), ou seja, os direcionamentos dos estudantes quanto à EA permaneceram os mesmos, sem relação com aspectos sociais, políticos, histórico e econômicos.

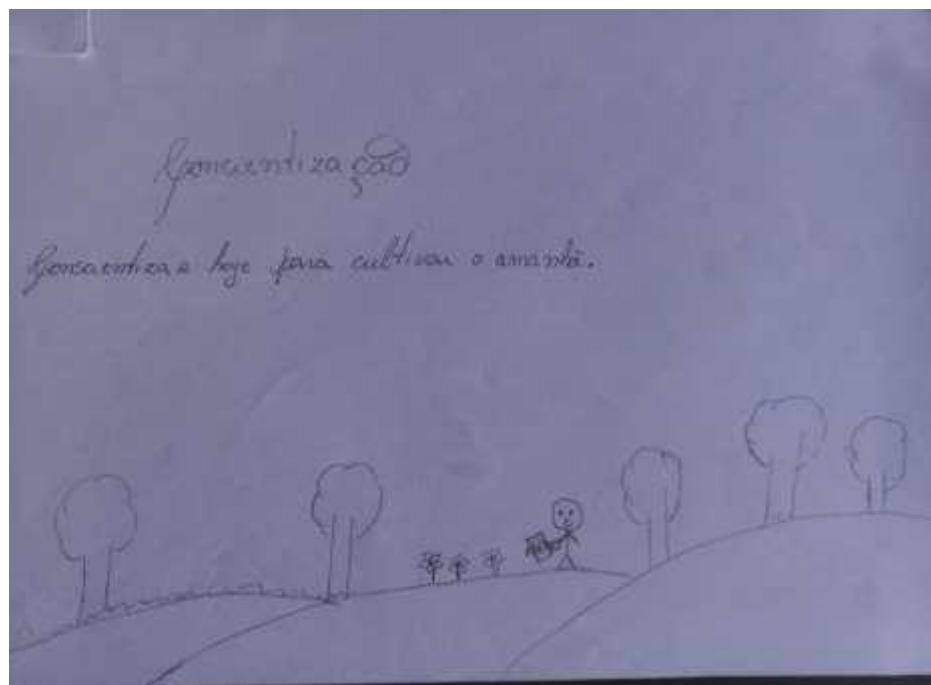
Quadro 12 – Imagens enviadas pelos participantes e apresentadas no Encontro 2

Imagens enviadas pela Turma 1			
			
L1 e L3	L2	L4	L20
Imagens enviadas pela Turma 2			
			
L5	L18	L19	L21
			
L22	L23	L24	

Fonte: imagens selecionadas pelos licenciandos (2019)

A figura 1 representa as ideias de L1. Na justificativa de sua representação, L1 menciona que seu desenho demostra bem o que acontece com o meio ambiente, dizendo que “os seres humanos destroem a natureza”, o que demonstra uma visão conservadora, como apontam Trivelato e Silva (2011). Sua palavra de representação é conscientização, formando a frase “conscientizar hoje para cultivar o amanhã”, mostrando uma perspectiva fatalista, proteger o ambiente para poder sobreviver. Embora o desenho não tenha sido colorido, ele representa o verde das florestas, fazendo indicação as questões ecológicas, assim como a imagem escolhida por ela e L3 no para o encontro 2.

Figura 1 - Representação de L1 para EA



Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo L1 (2019).

Figura 2 - Representação de L18 para EA



Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo L18 (2019).

A representação de L18 nessa imagem (Figura 2), assim como na de L1(Figura 1), mostra a preocupação com a destruição do meio ambiente. Na frase L18 destaca que EA “é tudo aquilo que podemos evitar destruir, sejam elas visíveis ou invisíveis”, sendo “ciclo” a palavra que para ela representa a temática. Os processos de coleta seletiva, reciclagem de materiais, saneamento básico e banir o uso de sacolas

plásticas em mercados, também compõe o desenho representativo. Essas ideias são muito importantes e, como discutido anteriormente, não atende as questões atuais – as relações intrínsecas do ser humano e a natureza (Consenza, 2008; Trivelato; Silva, 2011; Layrargues; Lima, 2014).

Figura 3 - Representação de L19 para EA



Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo L19 (2019).

Figura 4 - Representação de L20 para EA



Fonte: Dados da pesquisa elaborado pelo L20 (2019).

Nessa mesma perspectiva de conscientização, preservação, reciclagem, ou seja, cuidados com o meio ambiente, as Figuras 3 e 4 representam as concepções de L19 e L20, respectivamente. L19, em sua frase, defende que “EA é todo conhecimento obtido ou construído e direcionado a preservação, restauração e conscientização a

respeito do meio ambiente". Já L20, em seu discurso, preconiza que a "reciclagem é uma das principais ações para EA".

Seguindo com o levantamento das concepções e, como mencionado na metodologia, a apresentação das imagens do Quadro 7 (retomadas abaixo com descrição e possível relação com a EA), seria para promover uma discussão mais ampla e para certificarmos as ideias apresentadas e descritas pelos licenciandos nas propostas anteriores (questionários, desenhos, frases e palavras). Elas foram escolhidas estrategicamente, e é preciso ter um olhar mais crítico para entender a EA (Quadro 13).

Quadro 13 - Descrição das imagens na perspectiva da EA crítica elaborada pelos pesquisadores/formadores

1	2	3
De forma conservadora, mostra a degradação ambiental pela exploração dos recursos naturais. Ampliando as ideias, podemos destacar: a perspectiva histórica dessa exploração, os conflitos políticos e econômicos entre países para manter a autonomia, as desigualdades sociais, dentre outros fatores. Além disso, essa imagem da apoteose para trabalhar de forma contextualizada e	De forma conservadora, mostra a degradação ambiental pela exploração dos recursos naturais e enfatiza o poder de destruição do ser humano. Para ampliar as ideias, pode tomar como base, os direcionamentos descritos na imagem 1, ou seja, mostrar que o uso do solo, da água, dentre outros recursos, possui distribuição desigual, visando o poder. Existe uma relação desproporcional, que usa menos, consequentemente polui menos, mas, essas pessoas são as mais	Fazendo uma análise superficial e imediata, essa imagem pode dar a ideia que não representa EA. Ela não destaca os aspectos naturais que as pessoas estão acostumadas a relacionar. Aprofundando nas ideias, podemos direcionar para o trabalho infantil, para a injustiça social, para as atividades mineradoras ou de carvoaria que, além de trazer consequências ambientais, não

<p>interdisciplinar.</p> 	<p>a cometidas pelos problemas socioambientais.</p> 	<p>promove garantias para integridade física, ética e social das pessoas.</p> 
<p>4</p> <p>Essa imagem ilustra um dos maiores problemas ambientais do planeta: poluição, fome e miséria. A reciclagem e a reutilização de materiais são ações boas, mas não conseguem resolver os problemas sociais. Assim como as outras, é preciso ampliar as concepções. Diversas são as formas de trabalhar esse tema em sala de aula por meio da criticidade.</p> 	<p>5</p> <p>Análogo a imagem 3, se a análise não for minuciosa, pode ser que não consiga fazer inferências de EA. Considerando o processo de produção tecnológica, as figuras discutidas anteriormente podem estar relacionadas com essa: na questão dos recursos minerais utilizados na produção, na mão de obra e, no destino desses aparelhos ao final da vida útil, dentre outros aspectos.</p> 	<p>6</p> <p>A proteção da fauna silvestre é bem discutida nas questões ambientais, abarcando os princípios ecológicos. Por outro lado, a charge indica como as relações de consumo e da vaidade das pessoas podem interferir na biodiversidade. O desequilíbrio ambiental, traz graves consequências a sociedade, uma vez que, somos parte desse 'meio ambiente'.</p> 

Fonte: elaborado pelo pesquisador (2019).

A descrição feita para cada imagem mostra a possibilidade de desenvolver a EA em sala de aula por meio dos temas transversais, promovendo a contextualização e a interdisciplinaridade, sendo esta última, o fazer mais desafiador. O detalhamento apresentado no quadro 13 foi apresentado aos licenciandos, depois que eles fizeram os apontamentos.

A pergunta norteadora direcionada às figuras do Quadro 13, foi: Qual ou quais dessas imagens não representa (ou representaria) Educação Ambiental para você? Abaixo são destacados alguns trechos:

Pra mim a 2 não representaria a EA. Por mostrar uma pessoa destruindo, por exemplo lá a parte verde. Não é pra mim, por está destruindo. Mas 'de quebra' eu ia colocar a 3, mostra uma mão de uma criança, uma forma de exploração infantil, mas não sei se tem a ver. Na 6 você ver vários animais e uns casacos de pele na vitrine, talvez esteja associando aquilo com extinção e tráfico de animais. A 4, você vê várias pessoas ali no lixão, umas estão separando algumas coisas provavelmente para comer e outras pra reciclar, pra vender. Faz isso pela necessidade dela. A 5, eu não entendi, não. O celular está numa rocha ali, sem entender. (L1).

Pra mim a que não representa é a 5, porque eu não entendi nada desse celular aí. A não ser que ela represente a tecnologia que está dominando o mundo. A 3 também, como a L1 falou que representa mais o trabalho infantil. A 6 representa porque você pode pensar numa forma de respeitar a biodiversidade. (L2).

Eu acho que não representa seria a 3, porque como eles já disseram, tá mais para o trabalho infantil, uma marreta com as duas mãos pequenas. Agora, pra mim, trazendo a bagagem que tenho do meu curso de metalurgia, a 1 e a 2, são consequências da 5, porque para criar um celular é preciso extraírem ouro, extraírem prata, é preciso extraírem um monte de materiais e, hoje em dia as pessoas só quer produzir. (L4).

Eu acredito que seja a 3 e 5, eu não entendi o porquê delas, pode ser que tenha a ver. (L22).

Cara, eu só vejo meio que destruição. Vou na ideia dos outros, a 5 não encaixa. (L5).

Acho que todas representam. Não sei explicar o porquê de algumas, como a 3 e 5. (L21).

Como previsto, a visão dos licenciandos com relação às imagens apresentadas são bem parecidas com as concepções já observadas nas atividades que foram propostas anteriormente. De forma indireta, eles aproximaram das discussões críticas sobre EA, quando avaliam a questão do trabalho infantil, o uso dos minerais na fabricação de eletrônicos, entre outros, mas, as ideias não estão firmadas, ou seja, os licenciandos não estabelecem conexão com questões socioambientais contemporâneas.

No próximo capítulo, apresentaremos as mudanças de concepções dos estudantes observadas ao longo dos momentos de formação. Além disso, vale destacar que alguns licenciandos deixaram de participar da Oficina, sendo: L20 da Turma 1, participou até o encontro 3. Da Turma 2, de L21 a L24, participaram até o encontro 2. Foram feitas várias tentativas com incentivo de retorno, não obtivemos sucesso. Os demais participaram de todos os encontros.

5.3.4 As mudanças de concepções dos licenciandos observadas nos encontros 3 e 4 da oficina

A mudança de concepções faz parte do progresso humano. A importância dessas mudanças tem característica multifacetada podendo resultar em melhorias para vários setores da sociedade, no que diz respeito à produção de conhecimento. À medida que a compreensão de conceitos amplia ou evolui, as antigas concepções podem ser superadas por ideias mais abrangentes e precisas, resultando em inovações tecnológicas e científicas – descobertas e avanços que antes eram impensáveis se adaptando aos desafios contemporâneos, como por exemplo, nas questões socioambientais evoluindo em termos de pensamento de igualdade, diversidade, direitos humanos, justiça social, dentre outros aspectos.

Como mencionado anteriormente, o encontro 3 foi realizado após a formação sobre EA. O diálogo foi iniciado pelo pesquisador com a seguinte indagação: com relação a EA, o que vocês acham que foi acrescentado do 1º encontro até o momento? As respostas dos licenciandos são demonstradas por algumas das transcrições abaixo e, a título de comparação, na sequência retornaremos com as concepções iniciais:

Gente, muda demais! Eu assisti uma propaganda de mineradoras com outros olhos... dias atrás eu pensaria como a maioria das pessoas, se acabar com a mineração muita gente vai ficar desempregada ... depois das aulas [referia oficina] tive a oportunidade de ampliar o conhecimento ... depois das leituras e apresentação, abre um leque, sabe, como se você tivesse mais visão sobre o assunto. Eu até passei ali pelo ICE indo 'pro' RU vi as lixeiras com os símbolos de reciclagem. Fiquei pensando além daquela imagem, como muita gente nesse mundo depende do que está dentro das lixeiras, triste, mas é real. (L1). Conscientizar hoje para cultivar o amanhã (representação por meio da frase). (L1).

Mudou muita coisa... essa questão de EA conservadora, de crítica, essa coisa muito individualista de cada um fazer sua parte e percebi que não pode ser assim, é meio que problemas de todos, né? Inclusive

pensar nos outros, cuidar de quem é mais vulnerável, nunca tinha pensado assim, ‘loco’ [risos]. Ah, O que mais me assustou, foi que desde 1999 já existe essa lei, 20 anos cara, e quase nada foi feito. (L2).

É a educação através dos estudos que visam preservar o meio ambiente – os recursos minerais. (resposta a Q1 do questionário) (L2).

A minha ideia mudou bastante... porque eu pensava que EA era apenas ligadas à natureza mesmo, plantas, animais, rios... é bem mais que isso, é muito importante ter a consciência que as pessoas são importantes nesse meio ambiente. (L3).

EA é tudo engloba a preservação do meio ambiente”. (resposta a Q1 do questionário) (L3).

Vi que a EA não é só impedir que corte uma árvore ali, que não jogue lixo na rua, tem a questão socioambiental também... igual a L1 disse sobre a propaganda, quem não conhece vai se apegar apenas na questão do emprego. E se repetir os rompimentos de novo [referia aos desastres de Brumadinho e Mariana]? Não só emprego que ‘tá’ em jogo. (L4).

É a educação que apresenta para as pessoas o que elas podem ou não alterar no meio ambiente. (resposta a Q1 do questionário) (L4).

Eu ainda tenho dificuldade de não pensar fora da preservação, na reciclagem, a gente só vê falar dessas ações. Mas eu entendi essa coisa de crítica, já estudei sobre educação crítica lá FACED (Faculdade de Educação). (L20).

A reciclagem é uma das principais ações para EA. (levantamento feito no encontro 2). (L20).

Achei interessante a parte que a lei não recomenda que a faculdade disponibilize uma disciplina específica. No último encontro todo mundo queria que tivesse... Acho meio complicado ‘os professor’ tudo falar de EA nas aulas, vai dá certo não [risos]. Deve ser melhor falar sobre o assunto lá na educação [referindo à Faculdade de Educação da UFJF]. E EA crítica também, nunca tinha visto falar, ela é mais focada, humanizada, achei melhor. (L18).

Então, o curso é muito corrido. Se for parar para falar sempre desse tema, pode ser que não consegue ver tudo da química, é muita coisa. (L18, QOF5).

EA é tudo aquilo que podemos evitar destruir, sejam elas visíveis ou invisíveis (representação por meio da frase) e conscientizar (representação por meio da palavra). (L18).

Meio que já tinha uma ideia sobre a criticidade da EA (participei de uma ONG), mas depois das discussões ficou mais evidente, mais direcionado pra escola e tal. (L5).

É a conscientização da relação entre “nós” e o meio ambiente. (L5, Q1).

Gostei demais dessa nova abordagem [referia a EA crítica]. Até comentei na aula de química orgânica com a professora que a gente estudou outra visão. Que não é só tratar os resíduos gerados na aula, é pensar nos danos que podem causar pra sociedade... saúde, doenças, gasto financeiro. (L19).

EA é todo conhecimento obtido ou construído e direcionado a preservação, restauração e conscientização a respeito do meio ambiente (representação por meio da frase no encontro 2). (L19).

Organizamos os trechos de maneira que pudéssemos contrapor as ideias que estavam previamente concebidas (registradas nos encontros iniciais) com as que foram modificadas/evoluídas/ampliadas após o momento de formação. Como observado e já discutido no momento das representações prévias dos licenciandos, o entendimento foi direcionado apenas para a ótica da preservação ambiental (conservar, reciclagem, desflorestamento, poluição), cuidar para usufruir depois (pragmática e utilitarista).

Por outro lado, os momentos de formação mostram-se eficientes pelo fato de os participantes reconhecerem o papel da EA: no cuidado pelas pessoas em situação de vulnerabilidade social, indicado a importância da preservação humana, observado nos discursos de L1, L2, L3 e L19; nas ações coletivas, politizadas, menos isoladas e de transformação social (L2, L4, L5); no reconhecimento do ser humano como parte inerente do meio ambiente (L1, L2, L3, L19); como uma dimensão da educação, de forma indissociável (L18) (Brasil, 2012; Layrargues; Lima, 2014). Embora a “educação crítica” relatada por L20 tenha princípios convergentes à EA crítica, não podemos afirmar se houve mudança de concepção, uma vez que ele demonstra resistência em ampliar as suas ideias.

Nesse ensejo, ao analisar os livros didáticos disponibilizados e discutir os artigos selecionados (ações propostas para o encontro 3), as compreensões dos licenciandos com relação à EA foram corroboradas.

A análise de livros didáticos é uma ação importante no contexto escolar. Ela permite avaliar a qualidade, a eficácia e o aperfeiçoamento dos materiais educacionais utilizados nas salas de aula. No entanto, nessa etapa, a atividade consistiu apenas na identificação de propostas voltadas à educação ambiental. Disponibilizamos 3 coleções (de três volumes) diferentes, mas os participantes (turma 1), por unanimidade, decidiram utilizar a mesma obra: Química – VIVÁ⁶ (Novais; Antunes, 2016) do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD, 2018). A turma 2 fez o uso do mesmo material. Os materiais estão caracterizados a seguir (Quadro 14).

⁶ Disponível em: <https://www2.ufjf.br/quimicanoturno/curso/matriz-curricular/> Acesso em: 12 abr. 2019.

Quadro 14 - Caracterização dos livros didáticos e descrição das atividades selecionadas pelos licenciandos

Turma 1	Livro didático	Atividade identificada pelos licenciandos
L1, L4	VIVÁ – Volume 1	Referente ao conteúdo de “reações redox” – destacada no final da unidade, contém um trecho sobre saneamento básico, uma imagem de derramamento de esgoto em um curso d’água e quatro questões sobre oxidação de matéria orgânica e concentração de oxigênio dissolvido (p. 216), (anexo 3).
L2, L3	VIVÁ – Volume 2	Identificada no “box” – conexões – Química e meio ambiente: Os perigosos íons de metais pesados. Indexado no final do tópico sobre pilhas e baterias, no capítulo de eletroquímica. O texto retrata a contaminação por mercúrio, destacando dois casos específicos, um no Japão e o outro no Brasil. No final tem duas atividades sugeridas (p. 248 – 249), (anexo 4).
L20	VIVÁ – Volume 3	Não concluiu a proposta
Turma 2	Livro didático	Atividade identificada pelos licenciandos
L5, 18	VIVÁ – Volume 2	A mesma atividade de L2 e L3, (anexo 4).
L19	VIVÁ – Volume 3	Identificada no “box” – conexões – Química e meio ambiente: O que é um plástico biodegradável? Indexado no final do tópico sobre polímeros e suas aplicações, no capítulo de polímeros. O texto retrata sobre as características degradáveis dos plásticos. No final tem duas atividades sugeridas (p. 216), (anexo 5).

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Para salientar a discussão da atividade proposta (análise do livro), tivemos duas questões: (i) qual tendência ambiental vocês destacaram na parte escolhida? (ii) na sua opinião, em qual das tendências da EA a atividade se encaixa? Como a

atividade foi em conjunto, eles fizeram as justificativas de forma simultânea. Veja a seguir:

Nós ‘batemos o olho’ na imagem do esgoto caindo na água e escolhemos essa mesmo. Acho que estamos acostumados de ‘vê’ sobre poluição [risos]. E sobre o direcionamento da EA? ‘Tá’ mais conservador, né?. (L1).

Sim, [nome do pesquisador]. Foi isso que a gente estava falando aqui. Mas tem a parte do enunciado que fala de boas condições da água para quem vai beber. Só para beber? Quem vai usar essa água? 'Pra' tudo, lavar, cozinhar, higienizar, irrigar, tudo mesmo. Se não for tratada, dá problema. São muitos problemas, tem lugar que nem água tem. (L4).

De fato, o material chama a atenção pela imagem relacionada à poluição, que é bem veiculada quando tratamos de assuntos do meio ambiente, na tendência conservadora. Em contrapartida, o licenciando (L4), atenta à questão do saneamento básico, que pode trazer consequências graves de saúde aos usuários. Ressalta, ainda, a falta desse recurso para algumas regiões. Para mais, as questões propostas para resolução no final da “atividade” não dispõem para o desenvolvimento de habilidades para o pensamento crítico aliado aos conceitos de oxirredução e solubilidade de gases no meio ambiente, mantém apenas a especificidade dos conhecimentos químicos.

Os licenciandos (L2, L3, L5, L19) utilizaram o “Vivá - volume 2” e selecionaram o mesmo “box” – Conexões: química e meio ambiente – os perigosos íons de metais pesados. Nos primeiros parágrafos, o texto indica os perigos da ingestão por esses metais (risco de morte, insanidade, problemas ósseos e respiratórios, malformação congênita, dentre outros). Na sequência, aborda dois casos de intoxicação: o de Minamata, no Japão, e a contaminação na região amazônica no Brasil, ressaltando que os danos socioambientais provocados foram oriundos das atividades industriais e garimpeiras, respectivamente. Um outro alerta está relacionado às concentrações de mercúrio nos animais (peixes, jacarés, entre outros), ou seja, é proporcional ao tamanho do animal – nas comunidades ribeirinhas e nas aldeias indígenas, a alimentação é baseada na pesca e na caça, o que agrava a situação devido a melhor absorção de metilmercúrio, cátion orgânico que se acumula na cadeia alimentar. Ademais, nos trechos destacados abaixo, além das justificativas, podemos identificar a percepção crítica da EA feita pelos licenciandos ao discutirem o excerto do livro:

Começamos a procurar pelo sumário e vimos a palavra meio ambiente, fomos ler. Qual temática ambiental vocês identificaram? Fala de intoxicação da natureza e das pessoas, dos índios na Amazônia por mercúrio despejado na água, acho que de forma criminosa. (L3).

Tem muito assunto de química também. Lá no Japão foi uma indústria que contaminou, morreu muita gente, grávidas ‘teve’ problemas com os bebês. Como fala aqui no texto, quando se ingere peixes contaminados com o mercúrio, é mais sério, forma uma substância orgânica lá, absorvida mais fácil. (L2).

A gente entrou em um acordo [entre L5 e L18]. Qual o motivo da indecisão? Ficamos na dúvida entre esse aqui da página 180 [sobre os impactos dos fertilizantes nitrogenados] e essa do mercúrio, aqui. Qual foi o critério de desempate [risos]? A do mercúrio ‘tá’ mais elaborada. Mas porque você diz isso? Ah, responde aí também. [referia a L5] (L18).

Então, o texto ‘tá’ bem informativo. O outro lá só tinha as partes da contaminação pelo nitrogênio. Esse aqui [referia ao de metais pesados] mostra a parte da química, como contaminou, as pessoas prejudicadas também, não só a natureza. São muitas doenças causadas, até insanidade. (L5).

L19 destacou no Vivá – volume 3, o “Conexões – química e meio ambiente: o que é um plástico biodegradável?”. O texto descreve as características de plásticos degradáveis e biodegradáveis. E indica a melhor forma de descartá-los quando em desuso, alertando os possíveis danos ao meio ambiente. As perguntas sobre “plásticos” descritas no final “box”, indica um procedimento de leitura, em que o estudante tenha de localizar uma informação explícita – o que não promove a mesma criticidade quando se verifica por meio de habilidades de interpretação e inferência. Ao serem questionados sobre o motivo de sua escolha e a abordagem a tendência da temática ambiental, L19 responde:

L19: Quando a gente vê a palavra biodegradável, é automático, já pensa no meio ambiente, decomposição

Pesquisador: E como você caracteriza a temática destacada?

L19: Conservadora, acertei? [risos].

Pesquisador: Quais são os aspectos que caracterizam a EA conservadora?

L19: Só pensa no preservar, descartar certo, ecologicamente

Para fomentar e dar continuidade aos momentos de formação, no encontro 4 discutimos os materiais (artigos, reportagens, informes) enviados anteriormente pelos licenciandos. Disponibilizamos material de forma impressa e marca textos para todos os participantes, para facilitar o acompanhamento das discussões. O pesquisador fez

a leitura de todos os materiais antecipadamente para mediar o encontro. No quadro 15, fizemos a descrição dos materiais enviados:

Quadro 15 – caracterização dos referenciais enviados pelos licenciandos

Turma 1	Material enviado pelos licenciandos ⁸	Ano
L1	Reportagem do G1: Rio Paraibuna Sofre com a seca e poluição em Juiz de Fora	2014
L2	Não enviou material, mas participou das discussões	-
L3 ¹⁰	O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental	2002
L4 ¹¹	Reportagem do Repórter Brasil: Paulistano usa carvão feito com trabalho escravo e infantil	2014
Turma 2	Material enviado pelos licenciandos	
L5	Não enviou material, mas participou das discussões	-
L18 ¹²	Reportagem do G1: Mineradora é condenada por contaminação de Santo Amaro	2014
L19 ¹³	Reportagem do jornal Gazeta Digital: Famílias inteiras sobrevivem do lixão e sofrem com descaso da sociedade	2009

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Reportagem do G1 e publicada em 2014, foi a escolha de L1. Ao perguntá-la sobre os principais assuntos, L1 destaca sobre as condições precárias do Rio Paraibuna, em Juiz de Fora, devido à falta de chuvas e o despejo de efluentes:

⁸ Disponível em: <https://g1.globo.com/mg/zona-da-mata/noticia/2014/10/rio-paraibuna-sofre-com-seca-e-poluicao-em-juiz-de-fora.html> Acesso em: 12 abr. 2019.

¹⁰ LAYARGUES, P. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. LOUREIRO, F.; LAYARGUES, P.; CASTRO, R. (Orgs.) Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2002, 179-220.

¹¹ Disponível em: <https://reporterbrasil.org.br/2014/01/paulistano-usa-carvao-feito-com-trabalho-escravo-e-infantil/> Acesso em: 12 abr. 2019.

¹² Disponível em: <https://g1.globo.com/bahia/noticia/2014/04/mineradora-e-condenada-por-contaminacao-de-santo-amaro.html> Acesso em: 12 abr. 2019.

¹³ Disponível em: <https://www.gazetadigital.com.br/editorias/cidades/familias-inteiras-sobrevivem-do-lixao-e-sofrem-com-descaso-da-sociedade/212476> Acesso em: 12 abr. 2019.

quantidade de sujeira é superior a quantidade de água. Ela ainda destaca os problemas socioambientais que aflige a população: proliferação de insetos e outros animais, mal cheiro, poluição visual e risco de inundação (visto que para amenizar essas questões teria de abrir as comportas da “Adutora Chapéu D’uvas”). A reportagem foi muito válida para as discussões. Além disso, vale ressaltar, que L1, em suas atividades, tende sempre para a abordagem de questões relacionadas a cidade de Juiz Fora, valorizando as questões locais/regionais.

O artigo “O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental”, (Layrargues, 2002), foi enviado por L3. O texto faz um alerta às questões em torno dos processos de reciclagem, são ações muito importantes e com grandes feitos, mas não resolvem o problema dos materiais em desuso e suas consequências para as pessoas. Embora estivesse com dificuldades na discussão do artigo, L3 grifou:

Com a supervvalorização do aspecto ambiental da reciclagem, ela acaba tornando-se um álibi, de forma que essa nova mercadoria aparece ao consumidor com um valor unicamente simbólico (de proteção da natureza), camuflando-se seu real valor econômico. (Layrargues, 2002, p. 15).

Desse trecho, observamos que a supervvalorização da reciclagem em detrimento aos aspectos sociais em torno da problemática, possibilita a indústria inflacionar os produtos, comprar a matéria prima com preços mais baixos e incentivar o consumismo, visto que há uma tendência do aumento de vendas ao dizer que empresa utiliza materiais recicláveis, práticas capitalistas. L3 justifica a escolha desse artigo devido ao tema “peculiar” em torno da reciclagem, o que gerou boas reflexões.

Ao falar sobre a escolha da reportagem, L4 resgata as lembranças da imagem exibida pelo pesquisador no encontro 2 (imagem das mãos de uma criança com uma ferramenta de trabalho): “Naquele dia que você [referia ao pesquisador] mostrou as mãos da criança com uma marreta, demorei ‘pra’ entender as conexões, mas agora eu vejo. Por isso escolhi essa reportagem”. (L14).

A Reportagem do Brasil Repórter (2014) chama a atenção dizendo: “as pessoas, sem saber podem contribuir para o trabalho escravo e infantil usando carvão para churrasco”. O alerta foi em torno da exploração do trabalho em carvoarias de algumas cidades no estado de São Paulo. Ao dialogar com o texto, levantamos as seguintes condições socioambientais: o uso de madeira nativa para a queima,

emissão de dióxido de carbono (CO₂), os fornos de produção eram instalados sobre canais de gasodutos – risco de incêndios, as condições de trabalho eram insalubres: não tinham equipamentos de proteção individual, não recebiam alimentação adequada, o que pode acarretar doenças respiratórias pela inalação de fumaça, desnutrição, dentre outras doenças. Além disso, os trabalhadores não tinham registro em “carteira”, ou seja, sem os direitos trabalhistas assegurados.

O caso da contaminação por chumbo na cidade de Santo Amaro na Bahia foi o tema da reportagem (publicada pelo G1) escolhida por L18. Relatando a condenação da mineradora, que atuou por 33 anos na cidade, L18 concorda com a decisão do Ministério Público Federal, dizendo:

A fábrica fechou em 1993 e só por agora [a decisão foi dada em 2014] que vão pagar a indenização. Muitas pessoas ficaram doentes. Vou querer as doenças aqui: altera o sistema nervoso central e o funcionamento dos rins, anemia e até perda de memória. (L18).

Outro destaque na reportagem foi a negligência da Prefeitura, que usou os resíduos gerados pela empresa na pavimentação da cidade, fato que aumentou os índices de contaminação, colocando o município no rol das cidades mais poluídas por chumbo do mundo.

Publicado pelo Gazeta Digital em 2009: “*Famílias inteiras sobrevivem do lixão e sofrem com descaso da sociedade*” foi o texto enviado por L19. Os casos relacionados à vulnerabilidade familiar são delicados e precisam de mais atenção, enfatiza L19. A reportagem mostra a realidade de várias famílias que instalaram suas casas dentro do local de despejo de resíduos (lixão) da cidade de Várzea Grande, região metropolitana de Cuiabá – MT. As pessoas (crianças, adultos e idosos) sobrevivem da separação de materiais recicláveis e se alimentam dos restos de comidas que são descartados fora do prazo de validade. Além disso, essas pessoas correm o risco de adoecerem, por meio da inalação de gases de decomposição, por cortes ou perfurações ao contato com materiais contaminados, além de insegurança por ser local aberto. Sobre o assunto abordado, L19 faz as seguintes considerações:

L19: São situações muito sérias. As crianças não vão ‘pra’ escola, comem restos de comidas, muito complicado, isso. Tem muita gente idosa morando lá, né? Muitos já são aposentados, mas, o dinheiro é pouco.

Pesquisador: E se aquelas famílias não morassem no lixão, e local fosse destinado apenas para jogar o lixo, seria mais correto?
L19: Acho que não. Nós falamos sobre isso, já. Tem que fazer aterro, 200 toneladas todo dia.

Ao longo das discussões dos encontros da oficina, o nosso intuito foi o de propiciar momentos de reflexão para além da consciência ambiental e os fenômenos químicos que ocorrem na natureza, ou seja, o aspecto social. Percebemos pelas falas, pelas escolhas de materiais dos licenciandos a mudança de concepção, saindo do foco pontual das preocupações ecológicas, para as situações socioambientais.

Além disso, fizemos as indicações de quais conteúdos químicos poderiam ser trabalhados em torno dos materiais selecionados (pelos licenciandos) nas situações quem envolveram: **contaminação por metais pesados** (propriedades periódicas e dos elementos metálicos, tabela periódica, ligação química, reações de oxirredução); **produção de carvão** (estudo dos gases, funções químicas, reações de combustão, termoquímica, siderurgia); **reciclagem e descarte de resíduos** (propriedade dos materiais, separação de misturas, reações químicas); **estiagem e poluição** (ciclos biogeoquímicos, reações químicas).

No próximo capítulo, mostraremos os resultados das produções dos licenciandos que foram confeccionadas nos últimos encontros da oficina.

6 AS AULAS DE QUÍMICA PLANEJADAS NA PERSPECTIVA DA EA

Dos 12 participantes, sete finalizaram o que foi proposto, resultando em 6 materiais, uma vez que L5 e L18 realizaram a atividade em dupla. Para a discussão, agrupamos (Bardin, 2016) os materiais de acordo com o direcionamento teórico/prático e metodológico descrito pelos licenciandos em cada atividade (Quadro 16).

Quadro 16 - Categorização das atividades

Categorias	Licenciandos em Química
Experimentação	L1, L4, L2
Atividade Lúdica	L19
Sequência didática	L3, L5 e L18

Fonte: elaborado pelo pesquisador (2019).

A elaboração de material didático desempenha um papel fundamental no processo de ensino e de aprendizagem, podendo trazer vários benefícios e contribuições para professores e estudantes (Mello, 2004; Brasil, 2019).

Dentre eles, podemos destacar a criação de um produto que seja personalizado, isto é, que atenda a realidade dos alunos, passivo de adaptações no conteúdo e na linguagem de acordo com as recomendações curriculares, facilitando a compreensão e tornando o processo de aprendizagem mais atraente e motivador – desafio que há décadas vem sendo mostrado no ensino de química – devido as diferentes maneiras de aprendizado individual dos estudantes (Mello, 2004).

Para muitos (Chassot, 2000; Silva, 2016; Prado, 2019; Mori; Cunha, 2020), o ensino tradicional de química, muitas vezes baseado em aulas expositivas e foco em fórmulas e cálculos, tende a não atender plenamente às diferentes necessidades e formas de aprendizagem dos estudantes. Por isso, é essencial a criação e utilização de materiais diversificados, como textos explicativos, imagens, vídeos, jogos e atividades práticas. Esses recursos permitem um aprendizado mais dinâmico e significativo, favorecendo a inclusão de metodologias diferenciadas que dialoguem com a pluralidade de formas de aprendizagem. Essa abordagem pode envolver práticas como ensino por investigação, uso de tecnologias digitais, aulas

experimentais e problematizações que conectem o conteúdo químico ao cotidiano dos alunos, tornando o processo educativo mais atrativo e eficiente.

Para os professores em formação, a confecção de materiais didáticos exige o desenvolvimento de habilidades de adaptação dos conceitos teóricos em linguagem pedagogicamente acessível, ou seja, é preciso que eles adquiram boa formação específica para propor meios de abordagem em sala de aula do ensino básico, de forma criativa e inovadora, sobretudo no que diz respeito às relações do ensino de química e a EA crítica.

Por essa razão, consideramos os momentos de formação realizados durante a oficina como fundamentais e colaborativos no percurso formativo dos licenciandos em química, por permitir momentos de aprendizados, compartilhamento de ideias e construção de novos significados com relação à temática.

Nesse sentido, apresentaremos e discutiremos os materiais que foram confeccionados pelos licenciandos, na perspectiva dos conhecimentos e das possibilidades de inserção da Educação Ambiental nas aulas de Química da Educação Básica, a partir dos encontros da oficina.

Para cada atividade, destacamos quatro pontos: (i) conteúdo químico abordado; (ii) temática ambiental/meio ambiente; (iii) tendência da EA e; (iv) características socioambientais, a fim de verificar se o objetivo previsto (**propiciar momentos de formação para que os licenciandos em Química pudessem refletir e, posteriormente, confeccionarem materiais para a Educação Básica relacionados às situações cotidianas**) foi alcançado.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Sequência didática corresponde a um conjunto de atividades articuladas que são planejadas com a intenção de atingir determinado objetivo escolar. São baseadas em abordagens pedagógicas que organizam o ensino em etapas de forma progressiva, visando promover o aprendizado e o desenvolvimento de habilidades pelos alunos. Nas sequências, podem incorporar diversos recursos, como textos, vídeos, apresentações, materiais *on-line* e experimentos (Dolz; Noverraz; Schneuwly, 2004).

PROPOSTA DE L3: O USO DA RADIOATIVIDADE E SUAS IMPLICAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS

O uso de filmes e documentários em sala de aula é, de fato, uma ferramenta importante para promover o aprendizado, especialmente em disciplinas como a

Química. Essas mídias proporcionam uma abordagem mais dinâmica e acessível para abordar conceitos abstratos, além de contextualizar a ciência em situações do cotidiano, tornando-a mais relevante e interessante para os estudantes. Muitos filmes e documentários abordam temas científicos inseridos em contextos reais ou fictícios podendo fazer alusão ou representar os conceitos químicos, como reações, processos industriais ou impactos ambientais. Permite ainda a conexão entre a Química e as outras áreas do conhecimento, perpassando por questões éticas e sociais, promovendo uma visão mais ampla do conhecimento. Por serem recursos visuais e narrativos, ajudam a estimular o interesse dos alunos para discussões e reflexões sobre os temas abordados, com linguagem mais acessível, facilitando a compreensão (Silva; Cunha, 2019).

Dessa forma, Silva e Cunha (2019) consideram “que os filmes são um instrumento de valia para o ensino de Química, pois possibilitam olhar para além dos filmes e aprender a analisá-los sob diferentes perspectivas” (p.4). Contudo, as autoras ressaltam que o uso tem de ser direcionado para o interesse dos estudantes e relacionado aos conceitos abordados em sala de aula, fazendo referências às situações cotidianas e aos fenômenos da natureza, como foi o produto de L3 (Anexo 6).

L3 selecionou o documentário “O brilho da morte: 30 anos do césio 137¹⁴” exibido em 2017 na programação do jornal do meio dia, pela TV Serra Dourada, afiliada do Sistema Brasileiro de Televisão (SBT), com aproximadamente 21 minutos de duração. O vídeo aborda o acidente radioativo ocorrido em Goiânia, em 1987, pelo manuseio indevido de um aparelho de radioterapia (contendo cloreto de césio - CsCl, material radioativo) abandonado, onde funcionava o Instituto Goiano de Radioterapia, o que acabou envolvendo direta e indiretamente centenas de pessoas.

L3 viu nesse documentário a possibilidade de abordar a Educação Ambiental de forma crítica nas aulas de Química, uma vez que o ocorrido se deu em torno da atividade de catadores de recicláveis, uma prática corriqueira em algumas cidades e que é vista como símbolo de ações ambientalmente corretas. Contudo, a prática da reciclagem de materiais pode ser discutida em sala de aula em uma proposta mais dinâmica e reflexiva (Tendência Crítica), relacionando os problemas acerca do destino

¹⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qCcTxnvZb-k> Acesso em: 20 maio 2019.

dos materiais em desuso, aos danos socioambientais, como foi em Goiânia, em uma perspectiva diferente da tendência conservadora da EA, como apontado pelos autores Layragues e Lima (2014) e orientado pela PNEA (1999), DCNEA (2012) e BNCC (2018).

Mas essa abordagem crítica também é recomendada que seja articulada às situações locais/regionais, visto que acidentes radioativos ocorridos em outros países são mais divulgados do que o que houve em Goiânia. Portanto, é preciso que os alunos compreendam que essas situações não estão distantes de nossa realidade e isso pode ser feito por meio de atividades que tenham essa perspectiva.

Nesse sentido, a sequência didática foi sugerida para estudantes do Ensino Médio, podendo haver adaptações de acordo com a série, se necessário. Dentre os objetivos propostos estão: entender o fenômeno e conceitos relacionados a radioatividade; refletir sobre os impactos causados pelo uso e descartes de materiais (radioativos); relacionar a propriedade dos materiais com os processos de confecção, separação e reciclagem; promover uma discussão socioambiental acerca do tema, sobretudo em relação às questões econômicas que permeiam as condições de acesso à informação e aos meios de sobrevivência.

Para alcançá-los, L3 criou a sequência didática estruturada em três momentos. Inicialmente, (antes de assistirem o vídeo), os estudantes terão que responder questões preliminares (Quadro 17) em um diálogo em sala.

Quadro 17 - Questões preliminares da atividade proposta por L3

1. Você já ouviu falar sobre radiação?
2. A radiação é um fenômeno natural ou artificial?
3. Você conhece algum material radioativo? Se sim, qual?
4. Os processos radioativos, trazem algum benefício? E malefícios?
5. Quando os materiais radioativos entram em desuso, você sabe como descartá-los?
6. Você já passou por algum procedimento que utilizou a radiação? Qual? Teve orientação de restrições e cuidados?
7. Você já ouviu falar no elemento químico Césio? Se sim, quais são as principais características?

Fonte: elaborado por L3 e pelo pesquisador (2019).

Tais questões serão usadas para o levantamento das concepções sobre o assunto e para direcionar as etapas subsequentes. Mas, para isso, os estudantes precisam interagir sobre o tema com os colegas e compartilhar as ideias preconcebidas e o professor atuará como mediador do processo.

O documentário será assistido em sala de aula, como a segunda etapa da sequência didática e, em seguida, será iniciada uma discussão sobre as questões iniciais relacionando-as aos aspectos críticos do vídeo, que são: falta de conhecimentos acerca da radiação; a relação do valor agregado (do chumbo, metal que revestia o aparelho) dos materiais recicláveis às propriedades físico-químicas; as contribuições da radioatividade para a sociedade; a relação do descarte de materiais e as implicações socioambientais; os malefícios causados à população pelo uso irresponsável de materiais radioativos, dentre outros aspectos.

A escolha do tema radiação por L3, se deu após o entendimento, durante a oficina, que essas questões, quando são abordadas em sala de aula, são feitas de forma fragmentada, sem direcionamento crítico, sendo indexadas nos materiais didáticos de forma ilustrativa (em *box*, nos cantos ou em rodapés). Em uma de suas falas, L3 destaca: “eu pensei em fazer atividade com esse tema, porque nas escolas quando a gente aprende sobre radioatividade, fala apenas dos processos. E não lembro de mencionarem sobre o acidente de Goiânia” (L3).

Os destaques de L1 vão ao encontro das ideias de Freitas e Vaz (2021). Os autores indicaram em seus estudos sobre Educação Ambiental Crítica, envolvendo a abordagem da radioatividade em sala de aula, a importância do desenvolvimento crítico sobre essa questão, já que

[...] vivemos [...] na sociedade da informação, que exige cada vez mais do homem um pensamento crítico sobre o verdadeiro sentido do conhecimento na formação básica do cidadão, para que esta informação propicie o saber. Por isso, o trabalho do professor torna-se cada vez mais importante e essencial para a superação do dado e estabelecimento de um conhecimento que dê autonomia ao discente. (p. 54).

Dessa forma, percebemos que a formação inicial de professores de Química nessa perspectiva é importante, uma vez que eles são peças fundamentais na construção e na transformação do conhecimento em ações pelos estudantes. Nesse contexto, além dos aspectos científicos, culturais, econômicos e históricos, os

docentes devem propiciar discussões acerca das relações humanas inerentes a esse processo, além do desenvolvimento de habilidades para o pensamento crítico, visando promover mudanças e melhorias na sociedade.

Nesse sentido, entendemos que L3 inseriu a Educação Ambiental por meio de questões socioambientais, que por ora, são pouco discutidas, alinhando-se dessa forma, à perspectiva mais crítica da EA, sem desconsiderar conceitos químicos relevantes para a compreensão da temática. Para as duas primeiras etapas serão reservadas duas aulas de 50 minutos cada.

Por fim, há uma indicação para atividade em grupo. Cada equipe terá de 20 a 25 minutos (pelo menos mais três aulas de 50 minutos) para apresentar os temas que serão propostos, como descrito no Quadro 18.

Quadro 18 - Descrição da atividade em grupo da proposta de L3

Grupo	Tarefas a serem realizadas
1	Pesquisar e apresentar sobre os benefícios do uso da radioatividade e suas aplicações.
2	Apresentar sobre os danos causados pelo uso irresponsável dos materiais radioativos e propor meios de evitá-los.
3	Apresentar a visão socioambiental do descarte incorreto de materiais em desuso, sobretudo, o de equipamentos/materiais hospitalares e seus impactos ao meio ambiente e às pessoas que vivem da coleta de recicláveis.
4	Relatar sobre alguns acidentes radioativos ocorridos no mundo, mencionando as principais causas e meios para “possível” descontaminação.
5	Relacionar o estudo da Tabela periódica com os elementos radioativos/ recursos minerais aos aspectos socioeconômicos, políticos e ambientais e históricos.
6	Apropriar da História da Ciência e mostrar a história da radioatividade e dos elementos radioativos, mostrando a importância do trabalho dos cientistas, sobretudo, os trabalhos de Marie Curie.

Fonte: Elaborado por L3 e pelo pesquisador (2019).

As tarefas direcionadas para cada grupo visam o desenvolvimento de habilidades para a construção do conhecimento na perspectiva da Educação Ambiental que faça interlocuções aos valores sociais, ao cuidado com as pessoas, promovendo justiça e equidade socioambiental, baseado nas relações dos seres humanos entre si e com a natureza – ou seja – a crítica – fazendo a interface entre os recursos naturais, a cultura, o contexto histórico, o consumo, a produção tecnológica, a Ciência, o bem-estar das pessoas; superando a visão fragmentada, não crítica e despolitizada sobre a Educação Ambiental (Brasil, 1999; Consenza, 2008; Brasil, 2012; Brasil, 2018; Layrargues; Lima, 2014; Magela; Mesquita, 2021).

PROPOSTA DE L5 E L18: EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA ALÉM DO DIA DO ÍNDIO

Como sabido, o encontro 6 da oficina foi destinado para apresentação dos planos de aula: ajustes e sugestões. Ao defenderem suas ideias, percebemos que os objetos dos licenciados (L5 e L18) eram convergentes. Ambos propuseram atividades relacionadas às questões ambientais dos povos indígenas, como destacados nos trechos

Quando a gente estudou as diferenças de educação ambiental, lá no início, você disse [referindo ao pesquisador] que muitas escolas comemoram o dia do índio, colocam penas na cabeça, fazem dancinhas e pronto, sabe [...] eu queria 'fazê' mais aprofundado, com mais impacto, tem muito mais coisa para mostrar. (L18).

Cara, pensei em algo desse modelo, também. Os 'índio' não têm paz nesse país. E agora piorou [fez referência às questões políticas de demarcação de terras do Brasil]. 'Pra' você 'vê', o povo lá 'tá' adoeendo, vi uma reportagem que mostra a invasão de grileiros, garimpeiros, sei lá. Absurdo!. (L5).

Nos trechos, os licenciandos demonstram o anseio de ir além das perspectivas da EA conservadora – como já foi destacado – ao longo do texto, quando estão baseados em atividades pontuais, comemorativas, em que muitas instituições fazem alusão ao dia do índio, sem promover reflexões acerca das condições em que essas pessoas vivem atualmente (Consenza, 2008; Layrargues; Lima, 2014). Desse compartilhamento de ideias, L5 e L18 desenvolveram as atividades em conjunto (Anexo 7).

Destinaram as atividades para turmas do ensino médio, abordando os conceitos de propriedade dos materiais, tabela periódica, característica dos elementos metálicos, ligação metálica e educação ambiental.

A primeira etapa consiste na leitura do Informe emitido pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca: “**Elevados níveis de contaminação por mercúrio preocupam comunidade indígena Yanomami**”¹⁵. Para essa atividade, será destinada 1 aula de 50 minutos e os alunos poderão fazer a leitura utilizando os computadores do laboratório de informática, caso não seja possível, deverá providenciar material impresso.

O texto (informativo) destaca a exploração ilegal de recursos minerais em regiões de demarcação indígena dos Povos Yanomami, ressaltando os problemas graves dessa invasão que envolve questões ambientais, sociais e legais: contaminação das pessoas, dos animais, da água, solo e ar, pelo uso de mercúrio, além da exploração sexual e de mão de obra, que desencadeia em outros prejuízos socioambientais.

Para a segunda etapa, serão destinadas duas aulas, considerando o tempo para correção e debate sobre as atividades (de 50 minutos cada). Os licenciandos propuseram a resolução e discussão de 4 atividades variadas, que deverão ser embasadas na leitura do Informe (da etapa 1) e nos conceitos químicos (vistos em sala de aula), poderão fazer a atividade em grupo.

Como abordagem crítica da EA, destacamos no material proposto, a preocupação e a chamada de atenção para os assuntos relativos, em que, a extração mineral (processos químicos, biológicos e ambientais) esteja interconectada às questões do: consumismo, trabalho escravo, preconceito, dignidade humana, ética, economia e cultura – o que é recomendado no Artigo 14 das DNCEA (2012), direcionando que deve propiciar uma

[...] abordagem curricular que enfatize a natureza como fonte de vida e relate a dimensão ambiental à justiça social, aos direitos humanos, à saúde, ao trabalho, ao consumo, à pluralidade étnica, racial, de gênero, de diversidade sexual, e à superação do racismo e de todas as formas de discriminação e injustiça social. (p. 4).

Seguindo tais orientações, o objetivo de propiciar aos alunos momentos de reflexão para além das comemorações “do dia do índio”, utilizando a Educação

¹⁵ Disponível em: <https://informe.ensp.fiocruz.br/noticias/39388> Acesso em: 16 jun. 2019.

Ambiental crítica como uma possibilidade de contextualização do ensino de química, poderá ser alcançado pela atividade proposta.

Como mencionamos no texto, existem várias maneiras de abordar Educação Ambiental de forma crítica nas aulas de Química. Em seguida, serão apresentados os produtos de L1, L2 e L4, propostas de aulas experimentais em sala de aula.

AULA PRÁTICA EXPERIMENTAL

Por ser considerada uma Ciência clássica, a Química, geralmente está associada à experimentação e à realização de experimentos, sejam na observação ou na interpretação dos fenômenos da natureza, no desenvolvimento de pesquisas ou na produção de produtos inovadores, dentre outras situações (Silva; Uhmann; Heckler, 2017; Frozza; Gonçalves, 2019; Pastoriza, 2021).

Considerando a experimentação como uma ferramenta didática essencial no ensino de Química para fortalecer os processos de ensino e de aprendizagem, nos últimos anos, ela se tornou bastante utilizada por professores na Educação Básica para propor situações que permitam: a contextualização, o aguçamento da curiosidade científica, o levantamento de hipóteses, o desenvolvimento de habilidades de interpretação da ciência, o despertar do senso crítico – diminuindo a abordagem conteudista e abstrata da Química em sala de aula, de modo a favorecer a aprendizagem (Giordan, 1999; Gonçalves, 2019).

PROPOSTA DE L1: DETERMINAÇÃO DO PH DO SOLO

Nessa proposta (Anexo 8), L1 elaborou um roteiro de aula para uma prática experimental utilizando como tema gerador a poluição/contaminação do solo de uma região/bairro da Cidade de Juiz de Fora – MG, onde há a instalação de uma empresa de beneficiamento e obtenção de zinco metálico (mineradora). L1 sugeriu que seja aplicada nas escolas locais porque faz parte da vivência dos alunos.

Na introdução do texto (roteiro experimental), L1 fez um destaque sobre os metais mais utilizados no dia a dia; a importância da empresa para os moradores (como o aumento de oportunidade de emprego e melhorias do comércio da região) e os danos socioambientais causados pela mineração (poluição do ar, do solo e das águas; chuva ácida, ruídos, partículas em suspensão; poeira, dentre outras situações).

Com isso, uma das possibilidades de conhecer meios para o monitoramento dessas questões, é a utilização de ensaios/testes/análises para determinação de poluentes e controle da qualidade dos recursos naturais, que nesse caso, foi proposto

a análise do pH (potencial hidrogeniônico) do solo. O objetivo geral desse experimento está baseado na determinação do pH do solo (de amostras que os alunos irão recolher na região da empresa mineradora) e comparar as variações entre grupos, tendo como base os parâmetros estipulados pela literatura. A sugestão é que a atividade seja feita em grupo, seguindo as orientações do professor.

A atividade poderá ser aplicada em qualquer série do Ensino Médio e nos anos finais do Ensino Fundamental, desde que estejam trabalhando o tema de ácidos e bases ou utilizar o material para iniciar conteúdo – fazendo adaptações de acordo com a realidade da turma.

Nesse sentido, percebemos que L1 aponta em seu material a discussão acerca da importância do monitoramento do pH do solo, uma vez que é fator fundamental ao considerar a questão dos minerais, estrutura das rochas e da biodiversidade para o equilíbrio e estabilização do solo, lembrando que, assim como no campo, é importante monitorar nas cidades. Além do controle de ecossistema (decomposição, crescimento vegetal, dentre outros), variações bruscas na qualidade dos solos (como o de pH) afetam a solubilidade de nutrientes, implicando na contaminação das águas, promovendo transformações químicas, físicas e geográficas que podem levar a rompimento ou deslizamentos de terra, intemperismo e erosões, dentre outros danos socioambientais.

Assim, como na proposta de L3, percebemos que L1 fez sua escolha de confecção de material a partir de sua vivência escolar. Durante a oficina, deixou claro que no Ensino Médio (quando cursou), os experimentos relacionados a ácidos e bases davam ênfase apenas na questão dos indicadores naturais de fácil acesso (o que consideramos muito importante).

Sobre isso, L3 relatou:

os professores na escola fazem muito escala de pH com repolho roxo, é importante, mas esse tema pode abranger outras coisas, por isso pensei na análise do solo pela poluição da mineradora, falar do que “tá” próximo dos moradores, é melhor, né?.

Dessa fala, destacamos também a preocupação de L1 acerca dos problemas locais, indo ao encontro dos objetivos da EA crítica, que é o de promover a criticidade valorizando as vivências e a da realidade dos alunos, partindo de discussões locais e regionais, a priori.

Além da participação no experimento, L1 propôs um questionário como atividade final e avaliativa.

Quadro 19 - Questões pós-experimento da proposta de L1

1. O solo analisado apresenta caráter ácido ou básico? Justifique.
2. Pelo resultado obtido com a fita indicadora “universal”, qual é a concentração de íons H^+ na solução da amostra do solo?
3. Dependendo do pH das amostras estudadas, o que poderia ser usado para aumentar ou diminuir a acidez?
4. De acordo com os resultados obtidos e comparando com os dados da literatura, como você avalia as condições ambientais do solo estudado?
5. Discorra com seus colegas quais são as implicações ambientais causadas pela variação de pH do solo.

Fonte: Elaborado por L1 e pelo pesquisador (2019).

O questionário final faz interlocução dos conceitos químicos com as questões ambientais retratadas na atividade, mostrando que a Educação Ambiental pode propiciar meios para que o ensino de Química seja menos conteudista e passe a despertar o interesse dos estudantes (Moradillo; Oki, 2004).

PROPOSTA DE L4: REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO

A química é uma ciência que se dedica ao estudo da matéria, suas propriedades, composição, estrutura e as mudanças que ela sofre durante as reações químicas. Ela desempenha um papel fundamental na interpretação dos fenômenos químicos, permitindo-nos compreender e explicar vários processos que ocorrem na natureza.

Essa interpretação, envolve a aplicação de conceitos fundamentais da química, como átomos, moléculas, íons, reações, equilíbrio químico, entre outros. Dessa forma, conseguimos explicar como as substâncias se transformam, como as reações ocorrem em diferentes condições e como as propriedades das substâncias estão relacionadas às suas estruturas, impulsionando o avanço em diversas áreas do conhecimento, da tecnologia, do meio ambiente e da sociedade.

Para essa atividade (Anexo 9), L4 justificou a escolha do tema em seus planejamentos devido a familiaridade com as reações de oxirredução – ele tem formação em Técnico em Metalurgia e trabalha em uma indústria metalúrgica e, dentre

as funções na empresa, L4 destaca a produção de conhecimento em torno de melhorias nos processos que minimizam a oxidação de metais.

Com isso, ele elaborou um roteiro experimental em que pretende demonstrar de forma simples as reações de oxirredução em materiais do dia a dia, atrelado a proposta de relacionar o fenômeno às questões do meio ambiente e sociedade. Na parte introdutória, evidenciou as características químicas desse tipo de reação aos prejuízos ocasionados ao patrimônio público e ambiental, ressaltando os benefícios quando utiliza meios de minimizar a corrosão.

Nesse sentido, a PNEA (1999), destaca em seu Artigo 5, como um dos objetivos fundamentais da educação ambiental, “o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos” (p. 2) – o que pode ser evidenciado pela aula prática sugerida por L4.

PROPOSTA DE L2: A QUÍMICA DO SABÃO – DAS REAÇÕES À UMA CONVERSÃO DE IDEIAS

A reação de saponificação é um fenômeno químico que envolve a hidrólise alcalina, ou seja, ésteres reagem em meio aquoso com uma base forte, resultando na formação de sabões e glicerol. A produção de sabão caseiro é uma prática comum que reutiliza óleo usado na produção de alimentos ou gorduras de origem animal, evitando que sejam descartados de forma inadequada.

Para propor essa aula prática (Anexo 10), L2 relatou as vivências da infância na casa dos avós – no interior de Minas Gerais. Segundo L2, a produção de sabão era bem comum, geralmente, um trabalho feito por mulheres, e utilizam receitas passadas por gerações, como descrito no trecho

Ah, [nome do pesquisador], eu sei que essa coisa de fazer sabão pode ‘tá’ batida... mas eu queria fazer sobre isso. Lá na roça, na casa do meu vô, minha vó sempre faz. E elas fazem de receitas antigas. Tem um sabão preto, que tem nome de ‘cuada¹⁶’, acho que é esse nome mesmo. Faz também de óleo sujo, de sebo de boi. Eu li sobre sabão

¹⁶ O sabão de “coada” ou “dicoada”, é um sabão de cinzas artesanal. Tradicionalmente produzido em comunidades rurais (devido ao uso de lenhas nos fogões). Esse processo de fabricação utiliza cinzas vegetais, água e gordura animal ou óleos para produzir sabão. As cinzas são filtradas com água para extrair os compostos alcalinos (lixívia de cinza), nesse caso substitui o uso de soda cáustica ou potassa. A história da química contribui para o entendimento dessa tradição: palavra “alcalinas” tem origem no termo “álcali”, que por sua vez deriva do termo árabe “al-qaly”, que significa “cinzas” (Pinheiro; Giordan, 2010).

e tem jeito de testar o pH com repolho roxo... ela [a avó] vive ferindo as mãos lavando vasilhas com esses sabões, agora vou ensinar ela testar certinho". (L2).

Partindo desse anseio, L2 confeccionou um roteiro para produzir sabão em aula prática experimental. Com relação aos conceitos químicos, foi indicado o estudo de funções químicas (ácidos e bases) e a hidrólise alcalina de ésteres (saponificação), demonstrado no procedimento da experimentação. A atividade é sugerida para turmas do 3º ano do Ensino Médio.

Na parte introdutória do material, fica evidente a preocupação de estabelecer o pensamento crítico das relações harmoniosas que devem existir entre a população e a natureza – ressalta – que a prática de reciclagem e reutilização de materiais deve ir além dos conceitos ecológicos de preservação, ou seja, a quem mais pode prejudicar, caso o óleo em desuso seja descartado na pia; a produção de sabão pode ter direcionamentos no empreendedorismo e no cooperativismo – uma indagação crítica.

No pós-experimentação, as perguntas foram direcionadas aos conteúdos químicos e às questões socioambientais do tema, resgatou a cultura de sabões artesanais tradicionalmente produzidos em comunidades rurais, valorizando a história e cultura das pessoas. Além disso, fez indicação e alerta às questões de normas e segurança – uma forma de preservar a integridade física dos envolvidos.

Outra maneira de estimular os alunos para aulas de Química na perspectiva da EA, será apresentada a seguir pela proposta lúdica de L19.

ATIVIDADE LÚDICA – PROPOSTA DE L19

Atualmente, vários são os estudos sobre a utilização do lúdico no processo de escolarização das pessoas. Para alguns estudiosos, a ludicidade é um aspecto constituinte do construto humano, que viabiliza a criatividade por meio dos jogos, das brincadeiras e das artes, formando conceitos, direcionando ideias, desenvolvendo habilidades que contribuem com o aprendizado (Sant'Anna; Nascimento, 2011; Soares, 2017).

A utilização de atividades lúdicas é uma importante estratégia metodológica para incentivar o processo de ensino e de aprendizagem em sala de aula, sobretudo, em Química. Os jogos, as brincadeiras e a competição fazem parte da vida das pessoas desde à infância e são vistos como potencial para o aprendizado. Nesses casos, o professor deve mediar as atividades para que o conteúdo (curricular) não perca a sua especificidade. Para isso, é preciso que as aulas sejam planejadas,

testadas e o mediador deve dominar as regras e os métodos visando a exploração do potencial pedagógico, fazendo a combinação da diversão com a construção do conhecimento em Química (Soares, 2017; Garcez, 2017; Silva, 2018).

Nesse intuito, L19 elaborou um caça-palavras “ambiental” (Anexo 11) com a finalidade de promover uma revisão dos principais fenômenos e conceitos químicos, associando-os à EA, e envolvendo o uso dos combustíveis mais comuns no dia a dia. Em seu discurso, orienta que essa atividade pode ser aplicada no terceiro ano do Ensino Médio, pois necessita de conhecimentos de Química Orgânica, geralmente, abordada nessa etapa escolar. Além disso, justifica a escolha por gostar de atividades consideradas como “passatempo”: *sudoku*, cruzadinha e caça-palavras, pois é “uma maneira de aliar o útil ao agradável” (L19).

Para encontrar as palavras no diagrama (com letras aleatórias), os estudantes terão de ler textos informativos e preencher as lacunas. Cada resposta, corresponde a uma palavra do jogo. Ao todo serão oito palavras, como exposto no quadro 20:

Quadro 20 - Textos da proposta de atividade do licenciando L19

Texto 1: O petróleo é originado de processos de decomposição de milhares de anos – encontrado em jazidas nas camadas mais profundas de oceanos, mares e lagos, podendo ser encontrado também na terra. Caracterizado como fonte de energia natural não-renovável, pois a exploração desse recurso pode eliminar as reservas existentes. Essa mistura valiosa, influencia diretamente na economia e na política de uma nação devido ao seu potencial energético – usado principalmente como matéria-prima na produção da gasolina, óleo diesel e gás liquefeito de petróleo (GLP).

1. O óleo diesel é bastante utilizado no setor de transporte. A queima completa dessa substância produz dióxido de carbono (CO₂), um dos principais agentes promovedores do....., ocasionando mudanças climáticas, tsunamis, desertificação, chuva ácida, dentre outros problemas socioambientais.

2. O GLP (mistura de propano e butano) é um combustível essencial para cozinhar os alimentos, sendo utilizado pela maioria dos domicílios brasileiros, independente das condições socioeconômicas. Assim como os demais derivados do petróleo, o preço do “gás de cozinha” acompanha as questões políticas e econômicas de inflação. Com a alta dos preços, as famílias em situação de vulnerabilidade social, passam a não ter condições de adquirir esse combustível – essa condição, agrava o problema da fome,

aumenta o devido ao uso de lenhas para cozinhar, além de causar acidentes de queimaduras pelo uso do etanol em fogões improvisados.

3. A qualidade da gasolina é definida de acordo com o índice de do combustível, sabendo-se que a gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos que variam sua cadeia carbônica de quatro a doze átomos de carbono (gasolina automotiva) e de cinco a dez átomos de carbono (gasolina de aviação), a média de átomos de carbono geral das cadeias é de

Texto 2: Biocombustíveis são derivados de biomassa renovável que podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de e gás natural em motores a ou em outro tipo de geração de energia. Os dois principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são o etanol obtido a partir de e, em escala crescente, o biodiesel, que é produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais e adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis. Os biocombustíveis, apesar de serem fontes de energias e menos poluentes do que os combustíveis tradicionais, **também geram impactos negativos no meio ambiente** e para a sociedade, tais como: a cultivação agrícola intensiva em larga escala; aumento dos índices de desmatamento em áreas naturais (alterando a biodiversidade local, aumento de insetos nas áreas urbanas, apropriação de terras demarcadas para Povos Originários ou ribeirinhos, dentre outros); o avanço das monoculturas de espécie (tornando o solo infértil e improdutivo); a poluição do solo, do ar e da água fruto das plantações e do uso de agroquímicos; o crescimento do consumo de água para irrigação e o impacto na diminuição da produção de alimentos no mundo.

As palavras que completam as lacunas, são: aquecimento global; desmatamento; octanagem; oito carbonos; petróleo; combustão, cana-de-açúcar e renováveis.

Fonte: elaborado pelo pesquisador e por L19 (2019).

Os textos sugeridos por L19, além manter a especificidade dos conceitos químicos, corroboram as recomendações da PNEA (Brasil, 1999), previstas em seu Artigo 5º, inciso 1º, descrevendo como objetivos fundamentais da EA: “o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos” (p.2). Fica evidenciada a importância de

relacionar o uso dos combustíveis (fonte de energia) aos problemas ambientais (poluição/contaminação, desmatamento, produção tecnológica, dentre outros) e sociais (fome, inflação, riscos à saúde física e à psíquica).

Outro alinhamento aos documentos oficiais do Ministério da Educação (MEC) ficou perceptível, quando L19 se preocupa em promover uma reflexão (por meio dos textos) acerca da valorização dos povos originários e das pessoas em situação de desprovimento material, inserindo-os como parte fundamental do meio ambiente, dignos de justiça social e ambiental, à luz do Artigo 17 das DCNEA (Brasil, 2012), no que diz respeito ao

[...] reconhecimento e valorização da diversidade dos múltiplos saberes e olhares científicos e populares sobre o meio ambiente, em especial de povos originários e de comunidades tradicionais; vivências que promovam o reconhecimento, o respeito, a responsabilidade e o convívio cuidadoso com os seres vivos e seu habitat; reflexão sobre as desigualdades socioeconômicas e seus impactos ambientais, que recaem principalmente sobre os grupos vulneráveis. (p. 5).

Nesse ensejo, fica evidenciado a promoção da criticidade da EA na atividade proposta por L19, de face ao principal objetivo da Educação Básica, o de formar cidadãos críticos e atuantes em suas realidades.

Diante das discussões em torno dos materiais produzidos pelos licenciandos, corroboramos com ideia de Paulo Freire de que o professor “é um sujeito histórico e social”, ou seja, a sua prática docente é construída de forma gradativa, sendo um “somatório” das vivências escolares e sociais ao longo da vida. Com relação às perspectivas da Educação Ambiental Crítica analisadas desde o primeiro instrumento de pesquisa, percebemos que os momentos de formação (oficina) foram cruciais para a construção dessa identidade de “educador ambiental”.

Para nos certificarmos disso, no último encontro, logo após a finalização e ajustes das propostas (materiais didáticos) aplicamos um questionário (quadro 21) aos sete licenciandos (Turma 1: L1, L2, L3 e L4; Turma 2: L5, L18 e L19). Algumas das questões já foram “aplicadas” nos momentos iniciais da oficina e foram retomadas.

Quadro 21 - Questionário pós-oficina (QPO)

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. O que você entende por Educação Ambiental (EA)? (QPO1) 2. Na sua opinião, o material produzido por vocês atende às expectativas da Educação Ambiental Crítica? (QPO2) 3. Você se considera mais preparado para trabalhar, discutir e confeccionar materiais didáticos sobre EA ambiental em sua futura prática docente? Por quê? (QPO3) |
|--|

Fonte: elaborado pelo pesquisador (2019).

Embora já tenhamos levantado essa informação nos outros encontros, foi interessante observar a evolução das concepções nos momentos finais. Com relação à QPO1 todos os graduandos atribuíram em suas respostas a importância de reconhecer o ser humano como parte integradora do meio ambiente e a interlocução aos aspectos econômicos políticos, históricos e sociais. Como exemplificação, apesar de alguns restringirem em apenas conservadora ou crítica (considerando que existem outras tendências), mostraremos algumas das respostas

A EA pode ser entendida com conservadora e crítica, na qual a conservadora busca somente a preservação do meio ambiente, já a crítica tem um leque maior do que ela, busca atingir tal como questões da população, sociais, econômicas, políticas, de justiça social, etc. (L19 – QPO1).

Educação Ambiental tem objetivo de levar um pensamento mais crítico com relação ao meio ambiente, onde questões políticas, econômicas e sociais podem ser fortemente abordadas no cotidiano, com o objetivo de manter um ambiente saudável para todas as espécies, inclusive o ‘homem’. (L4 – QPO1).

Educação ambiental é tudo aquilo que envolve o ‘homem’ e suas interações com o meio ambiente, seja de forma natural, socioeconômica, política, etc. (L1 – QPO1).

Os materiais didáticos devem estar alinhados com os objetivos educacionais específicos do curso ou disciplina, nesse caso, à temática ambiental, promovendo significados aos alunos e direcionados às situações cotidianas, despertando o interesse dos estudantes, por meio do uso de multimídias, da experimentação, do lúdico, entre outros. Sobre QPO2, os licenciandos avaliam as suas produções alinhadas às questões socioambientais defendidas pela EA crítica, conforme é possível notar nos exemplos a seguir:

Sim. Porque não engloba somente a preservação do meio ambiente. Traz a química, o meio ambiente, questões sociais, políticas, de saúde, para que o aluno reflita. (L3 – QPO2).

Sim. Porque foi um material bem elaborado. Trabalhoso. Foram várias contribuições dos textos, dos debates com os colegas. Foi uma boa parceria para construir a atividade mais crítica. (L18 – QPO2).

Além das habilidades de comunicação e confiança, o preparo para a prática docente deve ser assegurado pela combinação do conhecimento específico do conteúdo, com a transposição didática e planejamento. Apesar de os participantes da oficina não terem concluído a licenciatura em Química, eles disseram estar mais seguros e entendidos para abordar a EA em suas futuras atuações docentes (QPO3), justificando a ideia pela participação na oficina:

Sim, pois a oficina de EA me abriu os olhos para assuntos que antes eu não me atentava, me propôs formas de trabalhar dentro da sala, bem como me ensinar a inserir a EA de forma crítica em temas da química. (L18 – QPO3).

Sim, ao passar por todos esses encontros da oficina, vejo-me mais preparado e seguro em fazer ligações entre a química e a EA. (L5 – QPO3).

Sim, pois a partir da oficina pude conhecer o que é mesmo a EA e com isso ter um pensamento mais crítico com a química. (L1 – QPO3).

Sim, pois nos foi apresentado diferentes maneiras de abordar e criticar temas e confeccionar atividades com o objetivo de incentivar os alunos a buscar a verdadeira essência da natureza e sociedade. (L2 – QPO3).

Ademais, diante do que foi visto com as análises dos dados obtidos ao longo da pesquisa, observamos uma lacuna na formação de professores de química com relação à temática ambiental de forma holística. O próximo capítulo é direcionado para discussão (uma possibilidade) de como inserir a EA no curso de licenciatura em Química.

7 OUTROS DESDOBRAMENTOS DA PESQUISA: PROPOSTAS PARA ABORDAR EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS COMPONENTES ESPECÍFICOS DA QUÍMICA NA LICENCIATURA

A crescente preocupação com os desafios ambientais contemporâneos tem gerado uma demanda significativa por profissionais envolvidos e engajados na preservação e gestão sustentável dos recursos naturais e suas implicações na sociedade. Nesse contexto, a legislação educacional para as questões ambientais desempenha um papel fundamental ao indicar a necessidade de inserir essa temática nos cursos de licenciatura, a fim de que repensarem os seus currículos.

Como já visto, a dimensão ambiental deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas – as instituições formadoras de professores para a Educação Básica e Ensino Superior, devem capacitar os estudantes para o desenvolvimento didático-pedagógico da dimensão da Educação Ambiental na sua atuação escolar e acadêmica (Brasil, 1999; Brasil, 2012; Brasil, 2018).

Alinhada a essas recomendações, a BNC – Formação (Brasil, 2019) atribui como competência geral docente, a habilidade de

Desenvolver argumentos com base em fatos, dados e informações científicas para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns, que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental, o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta. (p. 13).

Os nossos estudos (item 5.2 Como os professores abordam EA em suas aulas) mostraram, em consonância as pesquisas de Roloff (2011), que há confusão entre as relações de Química Ambiental, Química Verde e Educação Ambiental. A interseção entre essas áreas do conhecimento é um campo crucial para compreendermos e abordarmos os desafios ambientais contemporâneos.

Enquanto a química ambiental se concentra nos processos químicos que ocorrem no meio ambiente, a química verde adota práticas mais sustentáveis para o uso dos recursos naturais amenizando os impactos, a educação ambiental visa conscientizar e educar as pessoas sobre as questões socioambientais inerentes a essas situações. A confusão entre essas áreas pode levar a uma compreensão menos

abrangente dos problemas, dificultando a implementação de estratégias educacionais (como sugerem as legislações) – nas outras disciplinas do curso de licenciatura em química.

Atualmente, nos cursos de licenciatura em química, o estudo dos componentes específicos da Química, além da educação em química, ele se divide em Química Orgânica, Química Inorgânica, Físico-Química e Química Analítica. As Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (Brasil, 2001), dispõe sobre a formação do licenciando em química manifestando que ele deve

[...] ter formação generalista, mas sólida e abrangente em conteúdos dos diversos campos da Química, preparação adequada à aplicação pedagógica do conhecimento e experiências de Química e de áreas afins na atuação profissional como educador na educação fundamental e média. (p. 4).

As mesmas diretrizes, direcionam que, para o desenvolvimento de habilidades e competências por meio do currículo básico da licenciatura em química, o curso deve fornecer componentes químicos de forma teórica e prática que abranjam

[...] propriedades físico-químicas das substâncias e dos materiais; estrutura atômica e molecular; análise química (métodos químicos e físicos e controle de qualidade analítico); termodinâmica química; cinética química; estudo de compostos orgânicos, organometálicos, compostos de coordenação, macromoléculas e biomoléculas; técnicas básicas de laboratório. (p. 8).

A estruturação da matriz curricular além de seguir os direcionamentos básicos mencionados nos trechos acima, deve atender as normativas da Resolução MEC/CNE/CP nº 2, de 1º de junho de 2015 – que dispõe sobre a restruturação dos cursos de licenciatura – a organização varia de acordo com a instituição superior (Brasil, 2015).

Visto que o currículo não atende a inserção da Educação Ambiental nas disciplinas específicas de química e os professores não fazem a abordagem da temática visando melhorias na formação inicial e na Educação Básica no que diz respeito às construções significativas para o aprendizado das situações cotidianas, apresentaremos propostas para a incorporação desse tema nas aulas de química dos licenciandos em formação. Para cada área da química, selecionamos um tópico dos conteúdos para exemplificação (Quadro 22).

Quadro 22 - Propostas para inserção da Educação Ambiental na Licenciatura em Química

Área da Química	Conteúdos
Orgânica	<ul style="list-style-type: none"> • Introdução à Química Orgânica e suas principais funções: estrutura e ligações entre as moléculas, hidrocarbonetos; compostos oxigenados e nitrogenados, estereoquímica; • Reatividade dos grupos funcionais e Mecanismos de Reações; • Abordar a importância das macromoléculas (carboidratos, lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos) nas células/órgãos/tecidos (composição química celular) e em todas as suas transformações (vias metabólicas).
Temática Ambiental	<p>A produção de combustíveis derivados de petróleo, como gasolina, óleo diesel, GLP e querosene, está associada a várias questões ambientais significativas e bem difundidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Emissões de Gases de Efeito Estufa e poluição do ar: A queima de combustíveis fósseis é uma das principais fontes de dióxido de carbono (CO_2) e outros gases de efeito estufa. Essas emissões contribuem para o aquecimento global e as mudanças climáticas. Além de outros gases como os NO_x, afetando a qualidade do ar. • Derramamentos de Petróleo: A remoção, transporte e armazenamento de petróleo bruto pode levar a derramamentos acidentais, causando danos graves aos ecossistemas marinhos e terrestres. Derramamentos de grande escala têm impactos de longo prazo na biodiversidade, na pesca e nas atividades humanas. • Destrução de Ecossistemas: A exploração do petróleo envolve muitas vezes a destruição de habitats naturais, como florestas, zonas úmidas e áreas costeiras. Isso

	<p>pode levar à perda de biodiversidade e à manipulação dos ecossistemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consumo de Recursos e Energia: A produção de combustíveis de petróleo requer a remoção e o processamento intensivo de recursos naturais, além de grandes quantidades de energia. Isso contribui para o esgotamento de recursos e a emissão adicional de substâncias poluentes durante esses processos. • Riscos de Acidentes Industriais: Refinarias e instalações de processamento de petróleo estão sujeitas a acidentes industriais, como vazamentos químicos, explosões e incêndios. Esses acidentes podem ter efeitos devastadores em comunidades vizinhas e no meio ambiente. <p>Dante dessas preocupações, muitos países estão buscando reduzir a dependência de combustíveis fósseis, promovendo fontes de energia mais limpas e renováveis, como a solar, eólica e hidrelétrica. Além disso, a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias de captura e armazenamento de carbono estão em andamento para mitigar as emissões de CO₂ provenientes da queima de combustíveis de petróleo e de outras fontes industriais.</p>
	<p>Relacionar os aspectos sociais, econômicos, políticos e tecnológicos aos tópicos da temática ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Segurança no Trabalho: A indústria de petróleo envolve muitas atividades perigosas, como perfuração, transporte e refino. Os trabalhadores enfrentam riscos de acidentes graves e exposição a produtos químicos tóxicos. Melhorias na segurança no local de trabalho são essenciais para proteger a saúde e o bem-estar dos trabalhadores.

Abordagem crítica	<ul style="list-style-type: none"> • Emprego e Economia: A indústria do petróleo é uma grande fonte de empregos diretos e indiretos em muitas regiões. A queda nos preços do petróleo ou a transição para fontes de energia mais limpas podem afetar diversas economias que dependem fortemente do setor de petróleo – discutir a visão capitalista que sobressai às questões ambientais, muitas pessoas dependem desse emprego, mas refletem sobre os danos causados à vida humana. Outro ponto a ser discutido, se dá entorno da inflação desses produtos, comprometendo as necessidades básicas da população. • Deslocamento e Migração: Em áreas onde ocorre a exploração de petróleo, as comunidades muitas vezes enfrentam deslocamentos para dar lugar às instalações de extração ou às infraestruturas relacionadas. Isso pode levar a problemas sociais, como deslocamento e migração, afetando o modo de vida das comunidades locais – desestruturando a cultura local. • Desigualdade Econômica: Em algumas regiões, a riqueza gerada pela indústria do petróleo não é distribuída de maneira equitativa. Isso pode levar a desigualdades econômicas entre as empresas e as pessoas que se beneficiam da indústria e aquelas que não o fazem. • Impactos na Saúde Pública: A poluição do ar e da água resultante da produção de derivados do petróleo pode ter impactos adversos na saúde das comunidades vizinhas. Problemas de resistência, doenças relacionadas à água contaminada e outros problemas de saúde podem surgir como resultado da exposição a substâncias nocivas. Além da destruição desse recurso que pode ser comprometida, afetando o abastecimento, sobretudo, dos mais vulneráveis.
--------------------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> • Cultura e Modo de Vida: Comunidades que dependem tradicionalmente de atividades como pesca, agricultura ou pastoreio podem ver seus modos de vida e culturas ameaçadas pelo desenvolvimento da indústria do petróleo. Isso pode levar à perda de tradições e práticas culturais. • Conflitos e Instabilidade: A competição por recursos naturais, incluindo petróleo, pode levar a conflitos entre grupos étnicos, comunidades e até mesmo países. A dependência excessiva do petróleo também pode contribuir para a instabilidade política e econômica em algumas regiões. <p>Em tese, a produção de derivados do petróleo está intrinsecamente ligada a várias implicações sociais que vão desde questões de segurança no trabalho até impactos na saúde pública e nas economias locais. É essencial que essas implicações sejam consideradas de forma abrangente na tomada de decisões relacionadas à produção e ao consumo de petróleo e suas implicações.</p>
Inorgânica	<ul style="list-style-type: none"> • Estudo das propriedades físicas e químicas dos elementos: hidrogênio; metais alcalinos e alcalinos terrosos - bloco s; metais de transição do bloco d; elementos do bloco p e seus compostos; gases nobres; • Estudo dos compostos de coordenação: nomenclatura, isomeria, estrutura eletrônica dos átomos, teorias: TLV, TCC e TOM; • Noções de geologia. Estudo dos minerais e das rochas. Noções de cristalografia. Propriedades físicas e químicas dos minerais. Classificação e usos dos minerais. O ciclo geológico das rochas. Rochas ígneas, sedimentares e metamórficas. Usos das rochas.

Temática ambiental	<p>A obtenção de energia limpa por meio do uso de gás hidrogênio é uma alternativa promissora para reduzir a dependência do uso de combustíveis fósseis e diminuir as emissões de gases de efeito estufa. Existem várias maneiras de produzir gás hidrogênio para uso como fonte de energia:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eletrólise da água: Nesse processo, a água (H_2O) é convertida em gás hidrogênio (H_2) e oxigênio (O_2) usando energia elétrica que pode ser renovável, solar ou eólica, fazendo com que o hidrogênio seja produzido “de forma limpa”. • Reforma de gás natural: O gás natural (metano, CH_4) pode ser submetido a um processo de reforma onde é combinado com vapor d'água (H_2O) em alta temperatura, produzindo gás hidrogênio (H_2) e dióxido de carbono (CO_2). O CO_2 resultante pode ser capturado e armazenado para evitar emissões. • Biorrefinarias: Alguns microrganismos podem produzir gás hidrogênio durante a fermentação de biomassa, criando uma rota biológica para a produção de hidrogênio. • Termólise: Esse processo envolve a separação do hidrogênio de compostos químicos usando altas temperaturas, geralmente alcançados com especificações de energia solar. <p>O “hidrogênio” pode ser usado de várias maneiras para gerar energia limpa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Células de combustível: As células de combustível convertem o gás hidrogênio em energia elétrica, liberando água e calor como subprodutos. Esse processo pode ser caracterizado como mais eficiente por gerar poluentes, tendo aplicações em veículos elétricos.
---------------------------	---

	<ul style="list-style-type: none"> • Combustão: O “hidrogênio” pode ser queimado em motores de combustão interna, sem emissões de CO₂, apenas água.
Abordagem crítica	<p>Apesar de suas vantagens, a utilização do “hidrogênio” como fonte de energia limpa, pode gerar algumas implicações socioambientais e devem ser discutidas nas aulas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Custo de Produção: a produção desse de gás hidrogênio é relativamente mais cara e onerosa em comparação com outras formas de energia. O processo de eletrólise da água, por exemplo, pode ser dispendioso devido ao consumo de energia elétrica no processo. • Emprego e rotatividade de Trabalhadores: à medida que as empresas de energia adotam as tecnologias mais limpas, como a produção de H₂, podem ocorrer mudanças significativas nas necessidades de mão de obra – exigência de qualificação, diminuição do quadro de funcionários, dentre outras situações. • Infraestrutura, distribuição, equidade e acesso: A infraestrutura para produção, armazenamento e distribuição de gás hidrogênio ainda está em processo de desenvolvimento. Os meios de distribuição requerem investimentos em termos de logística e transporte, o que pode encarecer o processo e não atender a população de forma holística. • Uso de Recursos Naturais: a produção em grande escala de hidrogênio pode exigir quantidades substanciais de água e energia elétrica, dependendo do método de produção escolhido. Isso pode ter implicações para o uso da água, por exemplo em regiões ou comunidade onde há escassez ou distribuição não igualitária. <p>Pensando de forma crítica, a produção de gás hidrogênio como fonte de energia limpa tem implicações sociais significativas que</p>

	vão além das considerações ambientais, sendo primordial abordar essas questões em sala de aula.
Físico-química	<ul style="list-style-type: none"> Propriedades dos gases e o conceito de equações de estado. Princípios da termodinâmica de equilíbrio, suas leis fundamentais, implicações e aplicações em transformações físico-químicas; Definição de velocidade de reações químicas e sua dependência com as variáveis de estado e concentração das espécies reativas; Introdução a Eletroquímica. Equilíbrio na Eletroquímica. Condutometria. Potenciometria. Coulometria. Voltametria.
Temática Ambiental	<p>As pilhas e baterias podem causar problemas significativos ao meio ambiente caso elas sejam descartadas de forma incorreta, devido a materiais tóxicos que são liberados no meio ambiente. Esses dispositivos contêm metais pesados, como chumbo, mercúrio, cádmio e níquel, que são nocivos para os ecossistemas e para a saúde humana.</p> <ul style="list-style-type: none"> Poluição do solo e da água: Quando pilhas e baterias são descartadas em aterros sanitários ou lixões, os metais tóxicos podem vazrar para o solo e a água, contaminando os recursos naturais e prejudicando os ecossistemas. Essa contaminação pode persistir por muitos anos. Emissões de gases de efeito estufa: A produção e descarte inadequado de pilhas e baterias também podem contribuir para as emissões de gases de efeito estufa. Isso ocorre principalmente devido à destruição de materiais brutos e ao processo de fabricação, que consome energia. Recursos esgotáveis: As baterias e dispositivos eletrônicos contêm materiais valiosos, como lítio, cobalto, níquel, ouro, terras-raras, dentre outros que são extraídos em locais muitas vezes associados a

	<p>problemas socioambientais, como mineração em áreas sensíveis. O descarte dessas baterias resulta na perda desses recursos valiosos que poderiam ser recuperados e reutilizados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de reciclagem: Uma das alternativas seria promover a reciclagem adequada. Reciclar esses dispositivos permite a recuperação de materiais tóxicos e a redução da necessidade de extração de novos recursos minerais, por exemplo. • Desenvolvimento de tecnologias: Pesquisas estão em andamento para desenvolver baterias mais sustentáveis e recicláveis, aprimorando as tecnologias de reciclagem.
Abordagem crítica	<p>As questões socioambientais relacionadas a pilhas e baterias não envolvem apenas questões ambientais, mas também têm implicações sociais importantes. Aqui estão algumas das principais questões socioambientais associadas a pilhas e baterias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impactos na saúde das pessoas: desde o processo de extração mineral ao descarte inadequado. A exposição prolongada a metais pesados provenientes de pilhas e baterias descartadas pode causar problemas de saúde, incluindo danos ao sistema nervoso, ao cardiovascular, visão, dentre outras. A contaminação também pode ocorrer por meio da cadeia alimentar, afetando a segurança alimentar. • Condições de trabalho na mineração: A mineração de metais, usada na fabricação de baterias, muitas vezes ocorre em países em desenvolvimento, onde as condições de trabalho podem ser precárias e os trabalhadores podem estar expostos a riscos à saúde e segurança. • Desrespeito aos Povos Originários: A mineração de materiais para baterias pode ocorrer em áreas que são

	<p>tradicionalmente habitadas por comunidades indígenas ou ribeirinhas. Essas comunidades podem ser deslocadas e perder suas terras, alterando suas questões culturais, religiosas e estão sujeitos à exploração sexual e do trabalho.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reciclagem e geração de empregos: A implementação de programas de reciclagem eficientes para pilhas e baterias pode criar oportunidades de emprego em setores relacionados à coleta, desmontagem e recuperação de materiais. No entanto, isso também deve ser gerenciado de forma a garantir condições de trabalho justas e seguras.
Analítica e Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Propriedades das soluções. Equilíbrio químico. Equilíbrio ácido-base e aspectos adicionais dos equilíbrios aquosos; • Aspectos gerais da análise quantitativa. Princípios e aplicações da titulometria e gravimetria; • Fundamentos, instrumentação e aplicações de métodos instrumentais de análise; • Introdução à química do meio ambiente. Química das águas naturais. Química atmosférica. Química dos solos e sedimentos. Legislações ambientais. Introdução aos métodos analíticos aplicados a amostras ambientais (noções gerais). Prevenção da poluição e química verde.

Fonte: elaborado pelo autor por meio dos dados do PPC do curso (UFJF, 2019).

Na subárea química analítica e ambiental fizemos um trabalho mais extenso por meio de uma parceria com o professor responsável pela disciplina Química Ambiental (QUI163) do 8º período, carga horária de 30 horas – matriz curricular de 2019¹⁷. Fomos convidados para participar da construção de uma “apostila didática” da

¹⁷ Disponível em: <https://www2.ufjf.br/quimicanoturno/matriz-curricular-12020/> Acesso em: 12 mar. 2019.

disciplina em questão fazendo contribuições por meio dos objetivos da Educação Ambiental em interlocução com fenômenos químicos que ocorrem na natureza.

A apostila¹⁸ é dividida em quatro capítulos: Química das águas (1), Química atmosférica (2), Química dos solos e sedimentos (3) e Química Ambiental e Educação (4) (Anexo 12), com 93 páginas, direcionada aos cursos de bacharelado e licenciatura em Química.

O capítulo 1 inicia com os aspectos históricos e conceituais da química ambiental, mostra a importância desses estudos para ciência, para o meio ambiente e sociedade, sobretudo nas questões que permeiam a água. Estabelece uma relação intrínseca das ações antrópicas às condições de poluição das águas por diversos meios e poluentes, indicando os parâmetros de qualidade por meio da legislação brasileira, bem como a importância dos conhecimentos químicos para a realização da purificação das águas para consumo e tratamento de esgoto.

A composição química, definições e histórico da atmosfera terrestre estruturam a parte inicial do capítulo 2. Em seguida, o conteúdo dá ênfase aos principais poluentes do ar e suas causas – apontando meios de monitoramento, controle de qualidade e as consequências ambientais: chuva ácida, intensificação do efeito estufa, aquecimento global, e outros, fazendo correlações aos ciclos biogeoquímicos e a química do ozônio.

Nas proposições do Capítulo 3, o estudo da litosfera e do solo introduzem o estudo. Na parte de composição química do solo, fazem uma interlocução com as contribuições da História da Ciências às características de definição, aplicação e propriedades. Por fim, caracterizam os resíduos perigosos, resíduos urbanos, lixo urbano, destino do lixo e aterro sanitário.

O capítulo 4 (parte 10 a 14), Química Ambiental e Educação (nossas contribuições), propusemos um material de formação na perspectiva da Educação Ambiental Crítica e suas relações aos fenômenos químicos na natureza, abordados nos capítulos anteriores. Para cada parte, fizemos uma abordagem teórica (EA e conceitos químicos) e ao final propusemos atividades de formação pedagógica (Anexo 12).

¹⁸ Disponível em: <https://www.ufjf.br/baccan/disciplinas-2/laboratorio-de-quimica-ambiental-2o-semestre-2012/material-de-apoio/> Acesso em: 22 jan. 2023.

Na parte 10, levantamos a importância de discutir a crise ambiental instaurada no mundo e suas consequências, a construção histórica, as principais conferências mundiais realizadas para propor ações efetivas. Sobre os avanços das questões ambientais no Brasil, apresentamos as legislações que defendem e recomendam a inserção da EA no currículo de formação da Educação Básica ao Ensino Superior (PNEA, DCNEA, PRONEA), relacionados às tendências críticas da EA (Layrargues; Lima, 2014) – abordagem teórica que utilizamos ao longo do capítulo. No final, propusemos uma atividade para que os graduandos em química destacassem na BNCC e em um texto informativo quais habilidades teriam de ser desenvolvidas no ensino básico em torno das questões socioambientais.

Fizemos referência com o capítulo 1 (Química das águas) nas partes 11 e 12, possibilidades de abordar educação ambiental e o direito ao acesso à água potável, respectivamente. As necessidades de discussões em torno desse tema são urgentes, a água é um recurso natural essencial para todos os seres vivos – com isso – o gerenciamento eficaz por parte do Estado e da sociedade, visando garantir a distribuição de forma justa e água de qualidade para todos, salientando o papel da química nesse processo. Para consolidar, as atividades propostas tinham o objetivo de promover reflexão por meio de (i) um informe (destino de poluentes no meio aquático); (ii) assistir ao vídeo (sobre contaminação de mercúrio em comunidades indígenas) e destacar quais conteúdos químicos poderiam ser abordados e (iii) construir um roteiro de aula experimental para analisar alguns parâmetros (turbidez, pH, entre outros) de qualidade da água.

Alinhamos a parte 13 ao capítulo 2 (Química atmosférica): os cuidados de forma coletiva para manter a qualidade do ar – com referência à composição química, principais poluentes e suas origens, dentre outros aspectos. A poluição atmosférica está intimamente ligada às questões industriais, na produção de bem de consumo, na geração de energia e na produção de alimentos. Com intuito de promover formas de identificação dos aspectos sociais, econômicos, políticos e históricos da poluição atmosférica nas diversas situações no dia a dia, sugerimos a análise de uma reportagem sobre produção sucroalcooleira (a queima da cana-de-açúcar para o corte) e de um poema sobre chuva ácida.

Por fim, ao capítulo 3, Química do solo e sedimentos, destinamos as abordagens na parte 14 – relacionamos a composição dos solos ao enfoque crítico dos documentos normativos para EA – no que diz respeito a qualidade do solo para o

plantio, para moradias, segurança alimentar, dentre outros. Destacamos também a importância do estudo sobre a ciclagem dos elementos químicos, de forma natural ou por meio da reciclagem de materiais, desde que promova a criticidade. As atividades para esse tópico foi entorno dos temas: hortas escolares (nutrição do solo por meio da compostagem), questão do ENEM (sobre calagem do solo), poema (retratando as condições de vulnerabilidade social, a fome), rompimento de barragens de rejeitos de mineração e monocultura (plantio de soja) – a proposta foi baseada na promoção de debates reflexivos acerca da Química do solo e as questões sociais cotidianas.

Diante do exposto, consideramos que o material produzido atendeu a proposta de superação das fragilidades em termos das questões ambientais e da química na licenciatura, embora não tenha sido feito de forma estendida para todas as áreas da química – vemos essa situação como uma lacuna curricular, necessitando a realização de pesquisa e prática em trabalhos futuros. O material completo está disponível na página do Grupo Baccan de Química Analítica da UFJF¹⁹: “Química Ambiental – Apostila Didática _ V2023”.

¹⁹ Disponível em: <https://www.ufjf.br/baccan/disciplinas-2/laboratorio-de-quimica-ambiental-2o-semestre-2012/material-de-apoio/> Acesso em: 22 jan. 2023.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese baseou-se na investigação de como os licenciandos em Química do curso de licenciatura em química noturno da Universidade Federal de Juiz de Fora – MG, estão sendo formados na perspectiva da Educação Ambiental. E dessa forma buscar contribuir para as discussões, meios para propor/melhorar a formação acerca dessa temática, por considerarmos importante para a formação docente e, consequentemente, para a Educação Básica.

Quanto a análise do PPC do curso e das ementas, relacionando-os aos documentos (LDB, PNEA, DCNEA, ProNEA) que direcionam/normatizam a inserção da EA na formação docente, vimos a influência marcante e estruturante de racionalidade técnica, ou seja, do disciplinarismo na estruturação do currículo – ou seja – não atendem a legislações – uma vez que estas propõem que a Educação Ambiental faça parte da organização curricular de todas as disciplinas, devido ao seu caráter holístico, fazendo-se uma dimensão da educação.

Com relação à matriz curricular, percebemos que o perfil mais próximo à perspectiva da Educação Ambiental Crítica, foi a disciplina de Química Ambiental ou Química do Meio Ambiente (considerando as duas ementas vigentes²⁰), com carga horária de 30h, dentro da grade curricular de 3010 horas total de integralização do curso – isso corresponde a aproximadamente 1% da totalidade - ou seja, completamente inóspito, visto que a legislação recomenda que seja abordada de forma holística. Além disso, os direcionamentos dados por essas disciplinas indicam apenas ao estudo dos processos químicos que ocorrem na natureza – sem conexão com à EA crítica – portanto, um currículo com pouca preocupação pelas questões socioambientais.

No que concerne às abordagens dos professores do departamento de Química (que disseram que abordam a temática), destacamos na maioria das falas eventos restritos aos espaços físicos laboratoriais, embora elas tenham sido contextualizadas, devido as vivencias dos licenciandos, consideramos de pouca reflexão, voltadas à proposição de soluções imediatas, numa perspectiva conservadora, pragmática – destino e tratamento dos resíduos gerados nas aulas experimentais – sem que

²⁰ Disponível em: <https://www2.ufjf.br/quimicanoturno/curso/matriz-curricular/> Acesso em: 26 mar. 2019.

houvesse a incorporação das dimensões econômicas, sociais, políticas, históricas – vistas na contemporaneidade. Lembrando, mesmo que muito importantes, promover ações de tratamento da água ou do esgoto, ou entender as reações da chuva ácida, não quer dizer que inseriu a EA nas aulas – o percurso é mais complexo, desafiador, por vezes, subjetivo.

Nessa lógica, notamos a superficialidade com que essas questões vêm sendo tratadas. A Educação Ambiental está praticamente silenciada nas componentes curriculares. Salientamos que essas compreensões observadas dos docentes repercutem em consequências diretas nos processos de formação de professores, e são insuficientes para tratar das questões ambientais – um dos maiores desafios é superar esses entraves – o que justifica mais uma vez a importância de estudos que promovam discussões para melhorias no percurso formativo – essa superficialidade é característica do modelo e do pensamento firmado na racionalidade técnica – fragmentada, mecânica, linearizada, burocratizada, sem reflexão.

No levantamento das concepções sobre EA dos licenciandos (ingressantes e formandos), percebemos claramente tal repercussão. Nenhuma visão politizada, com intuito emancipatório, transformador, social da EA foi destacada nas ideias firmadas pelos docentes em formação – reflexo das fragilidades mencionadas anteriormente – pensamento conservador. Por outro lado, aos estudantes que participaram dos momentos de formação por meio de oficina, observamos a ampliação das concepções e/ou rompimento das visões tradicionais da EA. Dessa forma, ressaltamos, mais uma vez, o quanto importante são os espaços destinados para formação de professores – inclusive, de forma continuada, como foi para o pesquisador.

À vista disso, a inserção da EA em uma perspectiva ampliada, mais crítica, pode conduzir para formação menos fragilizada, superando as limitações atualmente observadas na educação ambiental, sobretudo, no Ensino de Química – que, historicamente, apresenta um perfil tradicional, de memorização de fórmulas e símbolos, sem considerar as vivências dos alunos – e a EA pode ser uma aliada, desde que promova o pensamento crítico, as habilidades de resolver ou propor soluções para os problemas socioambientais nos âmbitos locais/regionais/globais – de forma transversal, contextualizada e interdisciplinar (embora seja outro desafio).

Para promover uma restruturação, podemos ter como base, os conhecimentos já enviesados, isto é, partindo do entendimento ou das situações ambientais que são corriqueiras, ou seja, aquelas que as pessoas já estão acostumadas ou foram

incentivadas a promover ao longo de suas vivências: reciclagem, preservar a biodiversidade, evitar fazer queimadas, usar o transporte coletivo, dentre outras e – partindo dessas – fazer as interlocuções políticas, sociais, econômicas, culturais, históricas, éticas, religiosas e de justiça.

Nessas interlocuções, devemos compreender para além das legislações que defendem, direciona ou regulamenta padrões de qualidade, que é preciso estar politicamente inteirado, por exemplo, ao escolher nossos representantes, ou seja, as nossas escolhas podem refletir diretamente no aumento da liberação de agroquímicos, ou na facilitação de grileiros ou garimpeiros em áreas preservadas/demarcadas, causando, além de contaminação, a perda de direitos territoriais, o risco de abusos sexuais ou de trabalho, por exemplo – visto que o último (des) governo facilitou tais questões.

Situações como: contaminar os rios, promover o desflorestamento, queimadas – fere diretamente aos aspectos culturais e religiosos dos Povos Indígenas, a natureza, além do meio de subsistência, para eles, é um “templo” sagrado. Da mesma forma, mesmo que os resultados sejam bastante significativos – incentivar e/ou criar técnicas de reaproveitamento e reciclagem de materiais, sem promover a reflexão social, ética e de justiça em torno daquelas pessoas vivem em condições de vulnerabilidade social nos lixões, ou à mercê das ruas – não estariamos resolvendo os problemas ambientais, visto que o ser humano é parte inerente do meio ambiente.

Desse modo, a transversalidade envolve uma abordagem de questões de forma integrada às diversas áreas do conhecimento, considerando múltiplos aspectos, ao invés de abordá-las de maneira isolada, fragmentada, sem reflexão crítica. O fazer transversal promove uma compreensão mais completa, mais eficaz para resolução das questões cotidianas – percebido nas produções de materiais didáticos dos licenciandos no final da Oficina – ao longo da formação, eles foram instruídos em seus planejamentos para o uso de temas transversais – no qual consideramos que as suas confecções se aproximam à Educação Ambiental crítica, de forma transversal, contextualizada para o ensino de química – diferente das concepções e direcionamentos levantados no início da pesquisa.

De maneira geral, a produção de materiais didáticos se caracterizou como um momento de aprendizagem para os participantes, ou seja, apesar das limitações, houve avanços significativos no percurso formativo dos licenciandos. Notamos que, apesar da pouca experiência com a produção de materiais dessa natureza, eles

demonstraram interesse em confeccionar atividades que fossem atrativas e, ao mesmo tempo, que contribuíssem para sua formação, sendo um meio para refletir sobre as possibilidades didáticas para o ensino de Química, atentando para o exercício profissional da docência ao reconhecer a EA como uma dimensão permanente da Educação.

Entretanto, de forma reincidente, é importante salientar que o ensino menos tradicional desempenha um papel crucial no desenvolvimento educacional e no preparo das pessoas para os desafios do mundo contemporâneo. Após a constatação de que a Educação Ambiental (EA), em sua perspectiva crítica, não vem sendo efetivamente inserida no percurso formativo dos licenciandos, bem como diante dos equívocos conceituais relacionados à EA e à Química Ambiental identificados na pesquisa com docentes do Departamento de Química, foi elaborada uma proposta de abordagem dessas temáticas no âmbito da Licenciatura em Química. Tal proposta fundamenta-se na matriz curricular, especialmente nas áreas gerais da Química, articuladas aos aspectos críticos que permeiam as questões ambientais. Embora considerada promissora, reconhece-se que essa proposta demanda maior tempo de investigação para a formulação e estruturação dos materiais pedagógicos que irão compor o rol da formação inicial. Nesse sentido, destaca-se que a aplicação e a condução desses materiais junto às turmas de licenciandos, bem como a análise dos produtos e resultados decorrentes desse processo, poderão constituir uma importante vertente para pesquisas futuras, contribuindo para o aprimoramento da formação docente em Química e para o fortalecimento de uma Educação Ambiental crítica e contextualizada.

Diante do que foi exposto, percebemos que estamos longe de alcançar uma estrutura curricular em que as questões ambientais estejam inseridas de forma crítica e, possivelmente, colocadas em prática – é desafiador, mas não impossível. Historicamente, podemos perceber que os obstáculos impostos para essa situação não são apenas curriculares, eles ultrapassam a criação de ementas e planos de cursos – são adversidades políticas, pedagógicas e sociais construídas ao longo do tempo pelas fragilidades impostas ao profissional professor.

Então, enquanto não promova uma nova organização curricular para as Licenciaturas em Química, faz-se necessário, de forma urgente, que as Instituições de Ensino, os Programas de Pós-Graduação, os Programas de Iniciação e Residência Pedagógica estabeleçam parcerias com Órgãos de Fomento, visando discussões

aprofundadas e possíveis soluções para a formação docente, seja ela inicial, continuada e para professores “formadores”, na perspectiva da Educação Ambiental, – visto que a crise ambiental e social imposta, aumenta de forma gradativa.

Dessa forma, levantando a questão de que a Educação sempre será espaço de resistência, de busca para o conhecimento e de melhorias para sociedade, devemos nos inspirar em pessoas que fizeram da pesquisa, das descobertas, mesmo em épocas em que a Ciência e os pesquisadores, são/foram ou possam ser desacreditados: “Nada nessa vida deve ser temido, somente compreendido. Agora é hora de compreender mais, para temer menos (Marie Curie)”.

Por fim, acreditamos que o trabalho aqui desenvolvido colabora para as pesquisas no âmbito da Formação de Professores de Química na perspectiva da EA no que diz respeito: à ampliação das concepções, nos planejamentos e no fazer docente, bem como reforçar a reestruturação curricular com a inserção e promoção da Educação Ambiental Crítica na formação docente.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S.; SOARES, H. F. B.; MESQUITA, N. A. S. Proposta de Formação de Professores de Química por meio de uma Licenciatura Parcelada: Possibilidade de Melhoria da Prática Pedagógica versus Formação Aligeirada. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 3, p.136- 146, 2012.
- ÁLVAREZ, P.; VEGA, P. Actitudes ambientales y conductas sostenibles. Implicaciones para la educación ambiental. **Revista de Psicodidáctica**, v. 14, p. 245- 260, 2009.
- BOFF, L. A Carta da Terra. **Valores e Princípios para um Futuro Sustentável**. Edição do Centro de Defesa dos Direitos Humanos de Petrópolis, Ministério do Meio Ambiente e Itaipu Binacional. Petrópolis: 2004.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, LDA, 2016.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum para Formação de Professores da Educação Básica**: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2019.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Conselho Pleno, Resolução CNE/CP nº 2/2015**, de 1º de Julho de 2015.
- BRASIL. FORUM INTERNACIONAL DAS ONGs. **Tratado de Educação Ambiental para sociedades sustentáveis e responsabilidade global**. Rio de Janeiro: 1995.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e B. Lei nº 9.394/96**, de 20 de dezembro de 1996.
- BRASIL. Ministério da Educação - Conselho Nacional de Educação; **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental: CNE/CP**, 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Parecer 1.303/2001 – Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Brasília: 2001.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena**. Brasília: 2001.
- BRASIL. Plano Nacional do Livro Didático - PNLD 2019. **Guia de Livros Didáticos: Ciências-Brasília**. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Básica. 2019.
- BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. **Lei 9795/99**. Brasília: 1999.
- CANELA, M.C.; FOSTIER, A. H.; GRASSI, M. T. A química ambiental no Brasil nos 40 anos da SBQ. **Química Nova**, v. 40, n. 6, p. 634 – 642, 2017.
- CAPOBIANCO, J. P. O que podemos esperar da Rio 92? **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo: SAEDE, v. 6, n. 1 e 2, p. 13-17, 1992.

- CARVALHO, I.C.M. 2004. Educação Ambiental Crítica: nomes e endereçamentos da educação. In: LAYRARGUES, P.P. **Identidades da educação ambiental brasileira**, Brasília: p. 13-24.
- CHASSOT, A. **Alfabetização Científica**: questões e desafios para a educação. Juí: UNIJUÍ, 2000.
- COLAGRANDE, E. A.; FARIA, L.P; CERQUEIRA, L. O. 2016. Representações sociais sobre o meio ambiente e Educação Ambiental - Análise com licenciandos em Química participantes do PIBID. In: SEABRA, G. **Educação Ambiental e Biogeografia**, Ituiutaba-MG: p. 247 - 258.
- CONSENZA, A. **A Educação Ambiental e o fazer interdisciplinar na Escola**. Araraquara – SP: Editora Junqueira e Marin, 2008.
- COSTA, L. S.O.; ECHEVERRÍA, A. R.; RIBEIRO, F. L. O Processo de Tomada de Consciência e a Formação de Conceitos da Educação Ambiental na Formação Inicial de Professores de Ciências/Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências**, n. 3, p. 803-834, 2017.
- CRUZ, Y. K. S.; POLETTO, R. S.; MACHADO, T. A.; ALVES, D. S. Educação Ambiental Crítica na Formação de Professores: uma revisão sistemática de literatura. **ENCITEC-Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, Vol. 11, p. 50 – 64, 2021.
- DIAS, B. C.; BONFIM, A.M. A Teoria do fazer em Educação Ambiental Crítica: uma reflexão em contraposição à Educação Ambiental Conservadora. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS** – XI., 2017, Florianópolis Anais... 2017. p. 1-8.
- DINIZ-PEREIRA, J. E. Nova tentativa de padronização dos currículos dos cursos de licenciatura no Brasil: a BNC-formação. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista: v. 17, n. 46, p. 53-71, 2021.
- DINIZ-PEREIRA, J. E. Capitalismo global, neoliberalismo e 'pós-modernidade reacionária': a educação como mercadoria e os contextos atuais da formação de professoras/es da escola pública. **CADERNOS DE PESQUISA (UFMA)**, v. 29, p. 433-452, 2022.
- DINIZ-PEREIRA, J. E. Formação de professores da Educação Básica no Brasil no limiar dos 20 anos da LDBEN. **NOTANDUM (USP)**, v. 42, p. 139-160, 2016.
- DINIZ-PEREIRA, J. E.; FLORES, M. J. B. P.; FERNANDES, F. S. Princípios gerais para a reforma dos cursos de licenciatura no Brasil. **Interfaces da Educação**, Campo Grande: n. 34, jan./abr. 2021.
- DOLZ, J.; NOVERRAZ, M.; SCHNEUWLY, B. Sequências didáticas para o oral e a escrita: apresentação de um procedimento. In: SCHNEUWLY, B.; DOLZ, J. (Orgs.). **Gêneros orais e escritos na escola**. Campinas: Mercado das Letras, 2004.
- FARIAS, I. M. S. O discurso curricular da proposta para BNC da formação de professores da educação básica. **Retratos da Escola**, [S. l.], v. 13, n. 25, p. 155–168, 2019.
- FARIAS, L. A.; SILVA, J. A.; COLAGRANDE, E. A.; ARROIO, A. Opposite shores: a case study of environmental perception and social representations of public-school teachers in Brazil. **International Research in Geographical and Environmental Education**, 2017, p. 1-13.

- FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo.** Brasília: Liber Livro Editora, 2009.
- FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa.** 17ed. São Paulo: Paz e Terra, 2001.
- GAUCHE, R.; SILVA, R. R.; BAPTISTA, J. A.; SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; MACHADO, P. F. L. Formação de professores de Química: concepções e proposições, **Química Nova na Escola**, n. 27, p. 26-29, 2008.
- GERDAT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa.** Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, p. 120, 2009.
- GHEDIN, E.; LEITE, Y. U. F.; ALMEIDA, M. I. **Formação de Professores: caminhos e descaminhos da prática.** Brasília: Líber Livro Editora, 2008.
- GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- GRAY, David. E. **Pesquisa no mundo real.** 2. Ed. Porto Alegre: Penso, 2012.
- GRÜN, M. **Ética e Educação Ambiental, a conexão necessária.** 14. ed. São Paulo: Papirus, 2011. HABERMAS, J. Técnica e Ciência como Ideologia. Lisboa: Edições 70, 2011.
- GUERRA, A. F. S.; FIGUEIREDO, M. L. Ambientalização curricular na Educação Superior: desafios e perspectivas. **Educar em Revista/UFPR**, n. 3, p. 109-126, 2014.
- GÜNZEL, R. E.; DORNELES, A. M. Educação Ambiental na Formação Inicial de Professores de Ciências: um olhar nas atas do ENPEC. **Revista Brasileira em Educação em Ciências e Educação Matemática (ReBECEM)**, v. 4, n.2, p. 249-276, 2020.
- HARRISON, R. M. **An Introduction to Environmental Chemistry.** 4. Ed. Wiley, 2020.
- JÚNIOR, L. P. C.; FERNANDEZ, C. A educação ambiental na formação de professores de química: estudo diagnóstico e representações sociais. **Química Nova**, Vol. 39, n. 6, p. 748-756, 2016.
- LAYRARGUES, P.P; LIMA, G.F.C. As macrotendências político-pedagógicas da Educação Ambiental brasileira. **Ambiente e Sociedade**, vol XVII, n.2, p. 23-40, 2014.
- LAYRARGUES P. P.; LIMA, G.F.C. 2011. Mapeando as macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental contemporânea no Brasil. In: **VI Encontro “Pesquisa em Educação Ambiental” A Pesquisa em Educação Ambiental e a Pós-Graduação no Brasil**, Ribeirão Preto: p. 1-15.
- LAYRARGUES, P. P. **A natureza da ideologia e a ideologia da natureza: elementos para uma sociologia da educação ambiental.** Tese de doutorado. Unicamp. 2003.
- LAYRARGUES, P. P. Para onde vai a educação ambiental? O cenário político-ideológico da educação ambiental brasileira e os desafios de uma agenda política crítica contra-hegemônica. **Rev. Contemporânea de Educação** 7(14):398-421, 2012.
- LAYRARGUES; P.P. Crise ambiental e suas implicações na educação. In: In: QUINTAS, J.S. (Org.) **pensando e praticando a educação ambiental na gestão do meio ambiente.** 2 ed. Brasília: IBAMA. p. 159- 196. 2002.

LE PRESTRE, P. **Ecopolítica Internacional**. São Paulo: Senac, 2000.

LENARDÃO, E. J. et al. Green Chemistry – Os 12 Princípios da Química verde e a sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Revista Química Nova**, Vol. 26, No. 1, p. 123-129, 2003.

LOUREIRO, C. F. B. Educação Ambiental Transformadora. In: Layrargues, P. P. (Coord.) **Identidades da Educação Ambiental Brasiliense**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e Fundamentos da Educação Ambiental**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MAGELA, W. F.; MESQUITA, N. A. S. Educação CTS e Educação Ambiental: ações na formação de professores. Relações sociedade-natureza em perspectiva: Educação Ambiental nas Licenciaturas em Química dos Institutos Federais no Brasil. **Química Nova**, v.44, n.5, p.636-645, 2021.

MANAHAN, S.E. **Environmental chemistry**. 7. ed. Boca Raton: Lewis Publishers, 1999.

MARCELO GARCÍA, C. A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1995. p.51-76.

MELLO, R. M. **Tecnologia educacional**. Paraná: CRTE Telêmaco Borba, 2004.

MORADILLO, E. F.; OKI, M. C. M. Educação ambiental na universidade: Construindo possibilidades. **Química Nova**, Vol. 27, n. 2, 332-336, 2004.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre: v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOREIRA, J. C.; PACHECO, P. M. F. **Química Ambiental**. 2ª Edição. Guanabara Koogan, 2008.

MORI, L.; CUNHA, M. B. Problematização: possibilidades para o ensino de química, **Química nova escola**, v. 42, n. 2, p. 176-185, maio, 2020.

MOZZATO, A. R; GRZYBOVSKI, D. Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: potencial e desafios. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba: v. 15, n. 4, p. 731-747, jul./ago. 2011.

NASCIMENTO, L. M. B. Análise Documental e Análise Diplomática: Perspectivas de interlocução de procedimentos. 2009. 199f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual de Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Marília/SP: 2009.

PEREIRA, J. B.; CAMPOS, M. L. A. M.; NUNES, S. M. T.; ABREU, D. G. Um panorama sobre a abordagem ambiental no currículo de cursos de formação inicial de professores de química da região sudeste. **Química Nova**, Vol. 32, n. 2, p. 511-517, 2009.

PINHEIRO, P. C.; GIORDAN, M. O preparo do sabão de cinzas em Minas Gerais, Brasil: do status de etnociência à sua mediação para a sala de aula utilizando um sistema hipermídia etnográfico. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 2, p. 355-383, 2010.

PITANGA, A. F. Crise da modernidade, educação ambiental, educação para o desenvolvimento sustentável e educação em química verde: (re) pensando paradigmas. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte: v. 18, n. 3, p. 141-159, 2016.

PRADO, G. F. Metodologias ativas no ensino de ciências: um estudo das relações sociais e psicológicas que influenciam a aprendizagem. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru: 2019.

REIGOTA, M. **Ecologistas**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 1999. 211p.

REIGOTA, M. **Meio Ambiente e Representação Social**. São Paulo: Cortez, 2002, 88 p.

REIGOTA, M. **O que é educação ambiental**. São Paulo: Brasiliense, 1994. 63 p.

RIBEIRO, W. C. Geografia política e gestão internacional dos recursos naturais. **Estudos Avançados**, n. 24, v. 68, 2010.

RODRIGUES, H. A. A Educação Ambiental na Formação de Professores de Química: Uma Análise Documental da Inserção da Temática. **Revista Iluminart**, v.19, n. 19, p. 61 – 73, 2021.

ROLOFF, F. B. **Questões Ambientais em cursos de licenciatura em Química: as vozes do currículo e professores**. 2011. 249p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis: 2011.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História e Ciências Sociais**, São Leopoldo: RS, Ano 1, n.1, Jul., 2009.

SATO, M. Resenhando esperanças por um Brasil Sustentável e Democrático. In: **Revista de Educação Pública**, Cuiabá: v.12, n.22, 189-197, 2003.

SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (Org.). **Os professores e a sua formação**. Lisboa: Dom Quixote, 1992. 158 p.

SHULMAN, L. S. Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. **Harvard Educational Review**, v. 57, n. 1, p. 1-23, 1987.

SHULMAN, L. S. PCK: Its genesis and exodus. In: BERRY, A.; FRIEDRICHSEN, P., et al. (Ed.). **Reexamining Pedagogical Content Knowledge in Science Education**. New York: Routledge, 2015. p. 3-13.

SHULMAN, L. S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S.; SHULMAN, J. H. Como e o que os professores aprendem: uma perspectiva e transformação. **Cadernos Cenpec**, São Paulo: v. 6, n. 1, p. 120-142, jan./jun. 2016.

SILVA, K. R.; CUNHA, M.B. Filmes Robôs para Discutir conceitos relacionados à Ciência. **Química Nova na Escola**, v. 4, n. 1, p. 4-9, 2019.

SILVA, O. B.; QUEIROZ, S. L. Mapeamento da pesquisa no campo da formação de Professores de Química no Brasil. **Investigações Em Ensino De Ciências**, v. 21, n. 1, p. 62–93, 2016.

- SILVA, V.G. da. A importância da experimentação no ensino de química e ciências. Monografia. **Faculdade de Ciências**. Universidade Estadual Paulista UNESP. Licenciatura em química. Bauru: 2016.
- SORRENTINO, M.; TRAIBER, R.; MENDONÇA, P.; JÚNIOR, L. A. F. Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, São Paulo: v. 31, n. 2, p. 285-299, 2005.
- SULEIMANOVA, S. Innovative Activity of the Teacher: In the course of his Professional Formation. **Social and Behavioral Science**, v. 81, p. 395–399, 2013.
- TAYLOR, L.A. How teachers become teacher researchers: Narrative as a tool for teacher identity construction. **Teaching and Teacher Education**, v. 61, p. 16 – 25, 2017.
- TEIXEIRA, C.; TORALES, M. A. A questão ambiental e a formação de professores para a educação básica: um olhar sobre as licenciaturas. **Educar em Revista**. Ed. Especial n. 3, p. 127-144, 2014.
- TORALES, M. A. A inserção da Educação Ambiental nos currículos escolares e o papel dos professores: da ação escolar à ação educativo-comunitária como compromisso políticopedagógico. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande/RN: PPGEA – FURG. v. especial, p. 1-17, mar. 2013.
- TRISTÃO, M. F. **A educação ambiental na formação de professores: redes de saberes**. São Paulo: Annablume, 2004.
- TRIVELATO, S. F.; SILVA, R. L. F. **Ensino de Ciências**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.
- UFJF. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA. Programa de Pós-Graduação em Química (PPGQ). Resolução nº 008/2019, de 01 de julho de 2019. **Resolve regulamentar o Exame de Qualificação no Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: Colegiado do PPGQ, 2019.
- UFJF. Universidade Federal de Juiz de Fora. **Projeto Político do Curso de Licenciatura em Química Noturno da Universidade Federal de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: UFJF, 2010.
- UFJF. Universidade Federal de Juiz de Fora. **Projeto Político do Curso de Licenciatura em Química Noturno da Universidade Federal de Juiz de Fora**. Juiz de Fora: UFJF, 2019.
- UNESCO. **Conferência Intergovernamental de Educação Ambiental**. 1977.
- VASCONCELLOS, P. A. S. Educação Ambiental e a Química Licenciatura: as concepções de professores. **REMOA/UFSM**, v. 11, n. 11, p. 2455 – 2464.
- VISSOTTO, C. **Base Nacional Comum para a formação inicial de professores: concepções e perspectivas**. 2022. 123 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis: 2022.
- XIMENES, P. de A. S.; MELO, G. F. BNC – Formação de Professores: da completa subordinação das políticas educacionais à BNCC ao caminho da resistência propositiva. **Revista brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília: v. 103, n. 265, p. 739-763, 2022.

Zancan Rodrigues, L., Pereira, B., & Mohr, A. (2020). O Documento “Proposta para Base Nacional Comum da Formação de Professores da Educação Básica” (BNCFP): Dez Razões para Temer e Contestar a BNCFP. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 20(u), 1-39.

ZUIN, V. G. A inserção da dimensão ambiental na formação de professoras/es de Química: um estudo de caso. 2010. 253f. **Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação**, Universidade de São Paulo, São Paulo: 2010.

APÊNDICE A – Questionário para os ingressantes

Nome: _____

Ano de ingresso na Licenciatura em Química: _____

Possui outra formação? Se sim, qual? _____

Participa de algum projeto de pesquisa ou de extensão? Se sim, qual?

1. O que você entende por Educação Ambiental (EA)?
2. Por qual(is) meio(s) de informação você teve contato com a EA?
3. Na Educação Básica (EB), você realizou algum trabalho, pesquisa e/ou estudo sobre EA? Como foi?
4. Seus professores na EB trabalhavam com EA em sala de aula ou em outro espaço? Como?
5. Se o seu professor de Química da EB trabalhava com EA, como ele abordava? Em quais conteúdos?
6. Os livros didáticos adotados na escola retratavam a EA? Se sim, como?
7. Você considera importante falar de EA em sala de aula na EB? Por quê?
8. Você considera importante os estudos sobre EA ambiental na sua formação docente? Por quê?
9. Enquanto aluno da Licenciatura em Química Noturno, como você acha que a EA será abordada durante o curso?
10. Você conhece algum documento oficial que defende a inserção da EA nas discussões em sala de aula?

APÊNDICE B – Folder de divulgação

**Educação Ambiental:
como abordar nas aulas de
Química?**

Local: Centro de Ciências ou ICE

Previsão da Oficina: Abril e Maio

Duração: 8 encontros (presenciais e a distância)

Público-alvo: Licenciandos em Química (UFJF)

Carga horária de 20 horas que poderão ser contabilizadas nas 200 horas de Atividades Acadêmicas Científicas e Culturais.

Emitiremos certificado

Mais informações e inscrições:
wbiratancesar@gmail.com
(inscrições até 08/04 - Vagas Limitadas)


Departamento de Química
ICE/UFG



Fonte: Google Imagens

APÊNDICE C – Convite e Ficha de inscrição da Oficina

Prezado(a) licenciando(a):

Venho convidá-lo(a) a participar de uma oficina sobre Educação Ambiental (vide *folder* em anexo). Nela, discutiremos sobre diferentes questões ambientais e, principalmente, como abordá-las em sala de aula, nas aulas de Química. Será uma boa oportunidade de compartilharmos conhecimentos sobre uma temática que vem sendo divulgada pela mídia nos últimos tempos.

Os encontros da oficina acontecerão uma vez por semana nos meses de abril e maio. E a carga horária (20 horas) poderão ser contabilizadas nas 200 horas de Atividades Acadêmicas Científicas e Culturais (obrigatórias para conclusão do curso), pois emitiremos certificado.

Para participar, pedimos que respondam o formulário abaixo para que a inscrição na oficina seja efetivada (envie o arquivo para o e-mail abaixo até o dia 08/04/2019). Qualquer dúvida, estarei à disposição para mais informações no e-mail: wbiratancesar@gmail.com.

Agradeço, desde já, e espero encontrá-lo(a) na oficina!!!!

1. Nome completo:
2. e-mail:
3. Telefone para contato:
4. Sobre sua formação acadêmica: <ul style="list-style-type: none"> a. Ano/semestre de ingresso: _____ b. É sua primeira graduação? () SIM () NÃO c. Se não, qual curso(s) você já fez? _____
5. Dentre os possíveis horários abaixo, qual seria o melhor para você participar da oficina? () 16h – 18h () 18h – 20 h () 19h – 21 h () outro _____
6. E em qual dia da semana?

segunda-feira terça-feira quarta-feira quinta-feira
sexta-feira

7. De acordo com a sua disponibilidade (de dias e horários), onde você gostaria de realizar as atividades presencias da oficina?

no departamento de química/ICE Centro de Ciências/UFJF

APÊNDICE D – Questionário pós-oficina**NOME:** _____

1. O que você entende por Educação Ambiental (EA)?
2. Você acha importante abordar EA na Educação Básica? Em quais conteúdos? Explique.
3. Que tipo material você utilizaria para abordar EA em suas aulas? Explique.
4. Na sua opinião, o material produzido por vocês, atende as expectativas da EA? Explique.
5. Como você acha que deveria ser a abordagem da EA em sua formação docente?
6. Você se considera mais preparado para trabalhar, discutir e confeccionar materiais didáticos sobre EA em suas aulas de química? Por que?
7. Nesse período de oficina, o que foi acrescentado em relação às suas concepções sobre EA?

ANEXO A – TCLE aos Ingressantes (2018/2)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(A) Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa "A Educação Ambiental na formação inicial de professores de Química: contribuições da temática para a aprendizagem da docência". Nesta pesquisa, pretendemos investigar como a Educação Ambiental está inserida no processo de formação dos licenciandos em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e analisar a construção da prática docente desses graduandos em relação a Educação Ambiental. Com essa pesquisa, visamos proporcionar: uma discussão sobre os currículos de formação inicial na perspectiva da Educação Ambiental, uma autorreflexão sobre os aspectos da formação docente nessa temática, elaboração de materiais didáticos e contribuições para a Educação Básica. O motivo que nos leva a estudar esse tema é que não podemos desvincular as questões ambientais do conhecimento escolar, pois é preciso que o ensino tenha relação com as situações do contexto vivenciado pelos estudantes, daí a importância de investigar a formação de professores na temática ambiental.

Para esta pesquisa, adotaremos o seguinte procedimento: o(a) Sr.(a). terá acesso a um questionário que deverá ser respondido por escrito, sem obrigatoriedade de saber todas as respostas, mas as informações prestadas terão de ser verídicas.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em riscos mínimos, tal como desconforto e possível identificação. Por isso, o pesquisador tomará providências para que os riscos sejam atenuados, como, por exemplo, usando nomes fictícios e realizando as entrevistas/questionários em horários e locais que os participantes desejarem. Além disso, a forma de abordagem e de tratamento das informações será criteriosa, tomando todos os cuidados para preservar a identidade dos participantes, com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Para participar deste estudo o(a) Sr (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o(a) Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. O(A) Sr.(a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o(a) Sr.(a) é atendido(a). O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, não identificando os participantes em nenhuma publicação que possa resultar desta pesquisa. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em via original, será arquivada pelo pesquisador responsável, na sala do GEEDUQ (Grupo de Estudos em Educação Química), localizada no Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora e poderão ter acesso quando lhe fizer necessário. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ fui informado (a) dos objetivos da pesquisa "A Educação Ambiental na formação inicial de professores de Química: contribuições da temática para a aprendizagem da docência", de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar da pesquisa, fui esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 2018.

ANEXO B – TCLE para os participantes da Oficina

O(A) Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “A Educação Ambiental na formação inicial de professores de Química: contribuições da temática para a aprendizagem da docência”, na forma de uma Oficina. Nesta pesquisa, pretendemos investigar como a Educação Ambiental está inserida no processo de formação dos licenciandos em Química da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) e analisar a construção da prática docente desses graduandos em relação a Educação Ambiental. Com essa pesquisa, visamos proporcionar: uma discussão sobre os currículos de formação inicial na perspectiva da Educação Ambiental, uma autorreflexão sobre os aspectos da formação docente nessa temática, elaboração de materiais didáticos e contribuições para a Educação Básica. O motivo que nos leva a estudar esse tema é que não podemos desvincular as questões ambientais do conhecimento escolar, pois é preciso que o ensino tenha relação com as situações do contexto vivenciado pelos estudantes, daí a importância de investigar a formação de professores na temática ambiental.

Para esta pesquisa, adotaremos o seguinte procedimento: o(a) Sr(a). participará das discussões da oficina, bem como das atividades práticas que serão desenvolvidas, filmadas e gravadas, no final terá acesso a um questionário que deverá ser respondido por escrito, sem obrigatoriedade de saber todas as respostas, mas as informações prestadas terão de ser verídicas.

Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em riscos mínimos, tal como desconforto e possível identificação. Por isso, o pesquisador tomará providências para que os riscos sejam atenuados, como, por exemplo, usando nomes fictícios e realizando as entrevistas/questionários em horários e locais previamente determinados. Além disso, a forma de abordagem e de tratamento das informações será criteriosa, tomando todos os cuidados para preservar a identidade dos participantes, com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Para participar deste estudo o(a) Sr (a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o(a) Sr.(a) tem assegurado o direito a indenização. O(A) Sr.(a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o(a) Sr.(a) é atendido(a). O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, não identificando os participantes em nenhuma publicação que possa resultar desta pesquisa. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em via original, será arquivada pelo pesquisador responsável, na sala do GEEDUQ (Grupo de Estudos em Educação Química), localizada no Instituto de **Ciências Exatas da Universidade Federal de Juiz de Fora** e poderão ter acesso quando lhe fizer necessário. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. O pesquisador tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos Eu,

_____, portador do documento de Identidade _____, fui informado (a) dos objetivos da pesquisa “A Educação Ambiental na formação inicial de professores de Química: contribuições da temática para a aprendizagem da docência”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar da pesquisa, fui esclarecido e me foi dada à oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 2019.

ANEXO C – Recorte do Livro analisado por L1 e L4 no encontro 3 da Oficina

Atividades

Leia as informações a seguir para responder às questões.

O monitoramento da qualidade da água de lagos e represas usados no abastecimento das cidades é indispensável para manter as boas condições de saúde das pessoas que a utilizam. Para fazer a avaliação da qualidade da água, os técnicos controlam a concentração de oxigênio (O_2) na água dissolvida.

A concentração de oxigênio relaciona a quantidade de oxigênio, em massa ou mol, com o volume da solução aquosa em que ele se encontra.

1. A matéria orgânica despejada em lagos e represas, como restos de animais e plantas e o esgoto, com o tempo, é oxidada pelo oxigênio (O_2) dissolvido na água. Lembre-se de que a matéria orgânica é formada por compostos que contêm átomos de carbono. Esses átomos podem apresentar grande variação nos seus números de oxidação. O que ocorre com o oxigênio que oxida a matéria orgânica, quanto:
 - a) ao número de oxidação?
 - b) à variação de elétrons?
2. Se em um rio, um lago, um açude ou uma represa forem lançados esgotos, a concentração de O_2 dissolvido na água irá se alterar consideravelmente.
 - a) A concentração de O_2 vai aumentar ou diminuir? Por quê?
 - b) O O_2 tem papel de oxidante ou de redutor?
 - c) Qual é a relação entre a água poluída por esgotos e a concentração de oxigênio nela dissolvido?


Na foto, tirada em maio de 2015 em Curitiba (PR), o esgoto a céu aberto evidencia a gravidade do problema de saneamento básico no Brasil.

3. É comum que o ar, próximo a lugares poluídos por esgoto, apresente concentrações de substâncias como o metano (CH_4), a amônia (NH_3), o sulfeto de hidrogênio (H_2S) e outros sulfetos, produtos da decomposição de matéria orgânica, que podem representar risco à saúde dos seres vivos.
Considerando as substâncias citadas acima, determine o número de oxidação do C, do N e do S.

ANEXO D – Recorte do Livro analisado por L3, L5 e L18 no encontro 3 da Oficina

Conexões

Química e Meio Ambiente - Os perigosos íons de metais pesados

Os sais constituídos por cátions de metais pesados, como Cd^{2+} , Hg^{2+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} , entre outros, são tóxicos porque, por meio do ataque à ligações S — S, provocam a desnaturação de proteínas.

Como você já deve ter estudado em Biologia, a desnaturação de uma proteína é o processo em que a proteína tem suas estruturas secundárias, terciárias e quaternárias alteradas, sem afetar a estrutura primária responsável pela sequência de aminoácidos. Nas células vivas, a desnaturação pode ser revertida apenas quando ocorre em pequena extensão.

A intoxicação por mercúrio é uma das mais graves, como veremos a seguir.

A tragédia de Minamata

A "doença de Minamata" é uma intoxicação aguda por íons de mercúrio(II), Hg^{2+} . No caso que lhe deu nome, foi provocada pela ingestão de peixe contaminado e levou centenas de pessoas à morte. Em muitas outras causou insanidade, problemas ósseos e de visão, entre outros; houve ainda muitos casos de mães intoxicadas que geraram bebês com graves problemas de malformação.

A tragédia foi causada pelos efluentes lançados por uma indústria química na região da baía de Minamata (Japão), em meados do século XX. A indústria teve suas atividades interrompidas em 1968, após intervenção governamental. Apenas no final do século XX a baía de Minamata foi declarada livre dos íons tóxicos; com isso, os peixes, até então barrados por uma rede que os impedia de circular pela água poluída, voltaram a nadar livremente.

Um caso brasileiro

No Brasil, chama atenção a contaminação por mercúrio na região amazônica. Os garimpos, nos quais o ouro é extraído por meio do amálgama de mercúrio, contaminaram as águas e a vegetação da região ao longo das últimas décadas: estima-se que 2 mil toneladas de mercúrio já tenham sido lançadas nos solos, nos rios e na atmosfera fera da região.

O aquecimento do amálgama, feito com maçarico, é uma prática adotada nos garimpos amazônicos para remover o mercúrio da mistura. O vapor de mercúrio liberado contamina o ambiente, convertendo-se parcialmente em um cátion orgânico, o metilmercúrio, $[\text{Hg}(\text{CH}_3)]^+$. Essa espécie, bastante tóxica, vai se acumulando ao longo da cadeia alimentar (veja o esquema da página ao lado). A ingestão de peixes contaminados é a principal causa de intoxicação por mercúrio da população ribeirinha dessa região, o que inclui populações indígenas.

Como o íon metilmercúrio encontrado nos peixes é bem absorvido por nosso organismo (absorção superior a 95%), a contaminação torna-se mais séria do que no caso da ingestão de formas inorgânicas de mercúrio.

As concentrações de metilmercúrio são maiores no sangue do que em qualquer outro líquido do corpo. O sangue materno conta minado por mercúrio atinge o feto por meio de placenta, causando malformações congênitas, pois a concentração dessa espécie no feto pode atingir um valor 30% superior à encontrada na gestante. A contaminação também pode ocorrer por meio da amamentação.

Recorre-se à análise de fios de cabelo ou da urina para avaliar o nível de contaminação de um ser humano com mercúrio. Em várias regiões amazônicas, a análise de fios de cabelo revela índices superiores a 50 ppm de mercúrio, que é o limite aceitável sugerido pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

Populações Indígenas da Amazônia, como os Caiapó da aldeia Goretine, sofrem e ainda sofrem as consequências do garimpo baseado no uso de mercurio. Na foto, indígena da aldeia Goretine, Durezal (MT), 2013.

Esquema da concentração de mercúrio acumulado no reservatório de Tucuruí. Tucuruí é um reservatório que, apesar de grandes, acumula menores concentrações de mercúrio (1,1 mg de Hg/kg) do que os peixes que lhes servem de alimento. O jacaré e o ser humano, como estão mais acima na cadeia alimentar, acumulam concentrações ainda mais altas.

Fonte: LACERDA, L. D.; MENDONÇA, C. F. do. O mercúrio e a contaminação das reservatórios no Brasil. Revista Ciências Fluv., Rio de Janeiro, v. 16, n. 123, jan. 1995.

1. A respeito da contaminação de populações ribeirinhas na região amazônica, leia a notícia a seguir.

Estudioso dos ciclos químicos do mercúrio na bacia Amazônica há 30 anos, o norte-americano Bruce Forsberg diz que pessoas contaminadas sofreram um a queda gradual na capacidade motora. "São pessoas que sobrevivem da pesca e estão perdendo a destreza das mãos", afirma. Segundo o pesquisador, os estudos não apontam em que momento os sintomas aparecem. O pesquisador do Instituto de Química da Unesp Vâncius Marques Gomes diz que o sistema nervoso central é o alvo de metilmercúrio e a falta de coordenação motora é o primeiro sinal clínico. Surdez e perda visual, olfativa e de paladar são consequências da intoxicação e, dependendo do tempo de exposição, os sintomas são irreversíveis.

L. L.

BRASIL. Estudo. Descrição da exposição ao mercúrio pelas populações ribeirinhas... Folha de São Paulo, 20 set. 2012. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/legado/2012/09/estudo-descreve-exposicao-ao-mercuro-pelas-populacoes-ribearinhas.htm>>. Acesso em: 22 mar. 2016.

Converse com os colegas e o professor.

- Que graves consequências estão implicadas na afirmação feita no segundo parágrafo?
- O fato de não ser possível fixar o momento em que as sintomas da intoxicação começam a aparecer torna mais difícil a solução do problema. Por quê?

2. Sugira maneiras de acabar com a contaminação por mercúrio na região amazônica. Para isso, faça uma pesquisa em jornais, revistas ou na internet.

ANEXO E – Recorte do Livro analisado por L19 no encontro 3 da Oficina**Conexões****Química e meio ambiente – O que é um plástico biodegradável?**

Todos os materiais plásticos são degradáveis, embora o mecanismo de degradação possa variar. A maior parte dos plásticos se degradará por meio de fragmentação das cadeias de polímeros quando expostas à luz ultravioleta (UV), oxigênio ou calor elevado.

A biodegradação, no entanto, só ocorre quando microrganismos vivos quebram as cadeias de polímeros consumindo o polímero como fonte de alimento. Muitos plásticos ditos biodegradáveis, no entanto, não são completamente consumidos por microrganismos.

Para que um plástico seja considerado biodegradável, ele precisa se degradar dentro de um período de tempo que não pode exceder 180 dias, de acordo com as normas internacionais.

Os plásticos biodegradáveis, por sua vez, de acordo com as recomendações da Avaliação do Desempenho de Embalagens Plásticas Ambientalmente Degradáveis e de Utensílios Plásticos Descartáveis para Alimentos, não podem simplesmente ser descartados na natureza ou em aterros, pois não há ambiente propício para sua degradação nesses locais. O melhor destino para os plásticos biodegradáveis é a compostagem.

INSTITUTO NACIONAL DO PLÁSTICO. Disponível em: <http://www.inp.org.br/pt/informe-se_PlaticoBio.aspx>. Acesso em: 14 mar. 2016.

1. De acordo com o texto, como se pode definir plástico biodegradável?

Não escreva neste livro.

2. Os plásticos biodegradáveis podem ser descartados livremente no ambiente? Explique.

ANEXO F – SEQUÊNCIA DIDÁTICA: O uso da Radioatividade e suas implicações socioambientais - Proposta – L3

Atividade destinada para alunos do Ensino Médio

Introdução:

A radioatividade é um fenômeno físico natural no qual elementos químicos apresentam núcleos instáveis. Para adquirir uma configuração mais estável, os átomos liberam energia na forma de partículas subatômicas (como partículas alfa e beta) ou ondas eletromagnéticas de alta energia (como raios gama). Esse processo é conhecido como decaimento radioativo, caracterizado pelo “tempo de meia-vida”, ou seja, o tempo necessário para que metade dos átomos de uma amostra radioativa se desintegre.

A radioatividade tem aplicações em diversas áreas, como na medicina (diagnóstico por imagem e terapia), na datação de materiais arqueológicos e geológicos, na geração de energia em usinas energéticas e em pesquisas científicas.

No entanto, a exposição excessiva a fontes radioativas pode ser prejudicial à saúde, uma vez que as partículas e radiações liberadas podem ionizar átomos e danificar as células, aumentando o risco de mutações genéticas, provocando doenças como o câncer. Por isso, medidas de segurança rigorosas devem ser aplicadas para minimizar os riscos associados à radioatividade – como o infeliz acidente ocorrido em Goiânia, que ocasionou em danos socioambientais irreparáveis.

Objetivos:

- Entender o fenômeno e os conceitos relacionados a radioatividade por meio da Química e História da Ciência;
- Refletir sobre os impactos causados pelo uso e descartes de materiais (radioativos);
- Relacionar as propriedades dos materiais com os processos de confecção, separação e reciclagem;

- Promover uma discussão socioambiental acerca do tema, sobretudo em relação às questões econômicas que permeiam as condições de acesso à informação e aos meios de sobrevivência.

1º momento – 1 aula de 50 minutos para o levantamento de concepções prévias dos alunos e promover discussões sobre o tema Radioatividade.

O levantamento de conhecimento prévio, também conhecido como diagnóstico inicial, é uma etapa fundamental em processos de ensino e de aprendizagem. Essa prática envolve a identificação e avaliação do conhecimento, experiências e habilidades que os alunos já possuem antes de iniciar um novo tópico.

Quadro 1 - Questões preliminares

1. Você já ouviu falar sobre radiação?
2. A radiação é um fenômeno natural ou artificial?
3. Você conhece algum material radioativo? Se sim, qual?
4. Os processos radioativos, trazem algum benefício? E malefícios?
4. Quando os materiais radioativos entram em desuso, você sabe como descartá-los?
5. Você já passou por algum procedimento que utilizou a radiação? Qual? Teve orientação de restrições e cuidados?
6. Você já ouviu falar em algum acidente radioativo? Se sim, qual?
7. Você já ouviu falar no elemento químico Césio? Se sim, quais são as principais características?

Fonte: elaborado pela participante e pelo pesquisador (2019).

2º momento – 1 aula de 50 minutos para assistir ao documentário e voltar às discussões da aula anterior.

O documentário “O brilho da morte: 30 anos do césio 137²¹” exibido em 2017 na programação do jornal do meio dia, pela TV Serra Dourada, afiliada do Sistema Brasileiro de Televisão (SBT), com aproximadamente 21 minutos de duração. O vídeo aborda o acidente radioativo ocorrido em Goiânia em 1987, pelo manuseio indevido de um aparelho de radioterapia (contendo cloreto de césio, material radioativo) abandonado, onde funcionava o Instituto Goiano de Radioterapia, o que acabou envolvendo direta e indiretamente centenas de pessoas. O conteúdo dessa mídia foi baseado em depoimentos das próprias vítimas do acidente, de Jornalistas e pessoas que trabalharam no caso.

3º Momento – destinado para pesquisa e apresentação dos tópicos indicados a cada grupo. Nessa atividade, os alunos terão de levar em consideração todas as discussões e materiais utilizados nas últimas aulas.

Cada grupo terá 20 minutos para apresentação dos tópicos – e a forma de apresentação ficará a critério e criatividade dos participantes. Para isso, será preciso de pelo menos mais 3 aulas (de 50 minutos), considerando o tempo para arguição. Os alunos serão avaliados pela participação em todas as etapas da sequência didática.

Quadro 2 - Descrição da atividade em grupo

Grupo	Tarefas a serem realizadas
1	Pesquisar e apresentar sobre os benefícios do uso da radioatividade e suas aplicações.
2	Apresentar sobre os danos causados pelo uso irresponsável dos materiais radioativos e propor meios de evitá-los.
3	Apresentar a visão socioambiental do descarte incorreto de materiais em desuso, sobretudo, o de equipamentos/materiais hospitalares e seus impactos ao meio ambiente e às pessoas que vivem da coleta de recicláveis.

²¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qCcTxnvZb-k> Acesso em: 20 maio 2019.

4	Relatar sobre alguns acidentes radioativos ocorridos no mundo, mencionando as principais causas e meios para “possível” descontaminação.
5	Relacionar o estudo da Tabela periódica com os elementos radioativos/ recursos minerais aos aspectos socioeconômicos, políticos e ambientais e históricos.
6	Apropriar da História da Ciência e mostrar a história da radioatividade e dos elementos radioativos, mostrando a importância do trabalho dos cientistas, sobretudo, os trabalhos de Marie Curie.

Fonte: Elaborado pela participante e pelo pesquisador (2019).

REFERÊNCIAS

CHASSOT, A.I. Raios X e radioatividade. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 19-22, 1995.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Saúde. Projeto Planalto Poços de Caldas: **Câncer e radiação natural**: incidência e comportamento de risco. Belo Horizonte: ESP-MG, 2013.

TEIXEIRA, F.T.V.; SILVEIRA, G.A.T.; PIMENTEL, D.N. Acidente com césio-137 completa 30 anos. **Revista Vozes dos Vales**, n. 11, Ano VI, 2017.

ANEXO G – SEQUÊNCIA DIDÁTICA: Proposta de L5 e L18

Sugestão de abordagem em turmas do Ensino Médio

Conteúdo químico: propriedade dos materiais, tabela periódica, característica dos elementos metálicos, ligação metálica – considerando que o professor tenha feito essa abordagem em sala.

Educação Ambiental para além do dia do Índio

A exploração ilegal de recursos minerais em regiões de demarcação indígena é um problema gravíssimo que envolve questões ambientais, sociais e legais. Os garimpos ilegais referem-se à mineração não autorizada e não regulamentada, frequentemente realizada de maneira predatória, provocando impactos ambientais e sociais.

A mineração ilegal, geralmente, faz o uso de substâncias químicas tóxicas, como o mercúrio, que podem contaminar rios e solos, causando danos irreparáveis ao ecossistema. Além disso, a deflorestação e destruição causada pela mineração ilegal podem afetar gravemente a biodiversidade e a comunidade local – alguns estudos apontam a relação da contaminação por metais pesados à desnutrição de crianças e problemas gestacionais em grávidas (ENSP, 2016). Além disso, a presença de garimpeiros pode introduzir doenças (ISTs, dentre outras), exploração sexual, conflitos internos e mudanças culturais.

A Constituição brasileira reconhece os direitos das populações indígenas sobre suas terras, manutenção e preservação de suas tradições. O garimpo ilegal em terras indígenas é uma violação direta dessas garantias – cabe ao Estado promover ações efetivas de fiscalização – assegurando o desenvolvimento sustentável e a utilização responsável dos recursos naturais em consonância aos modos de vida dos Povos Originários.

Portanto, ações conjuntas entre o governo, as organizações não governamentais, as comunidades indígenas e a sociedade em geral, são muito importantes – além dos Povos Originários, trabalhadores que estão em busca de

oportunidade de trabalho, podem sujeitar ao trabalho análogo à escravidão e viverem em condições insalubres.

Objetivo: Propiciar aos alunos momentos de reflexão para além das comemorações do dia do índio, utilizando a Educação Ambiental crítica como uma possibilidade de contextualização do ensino de química.

1^a atividade – Consiste na leitura do Informe emitido pela Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca: “**Elevados níveis de contaminação por mercúrio preocupam comunidade indígena Yanomami**”²². Para essa atividade será destinada 1 aula de 50 minutos. Os alunos poderão fazer a leitura no laboratório de informática, caso não seja possível, deverá providenciar material impresso.

2^a atividade – Para esse momento serão destinadas duas aulas, considerando o tempo para correção e debate sobre as atividades (de 50 minutos cada). Embasados na leitura do Informe e nos conceitos químicos terão de responder as seguintes questões – poderão fazer a atividade em grupo.

1. A extração de ouro por meio do garimpo, seja legal ou ilegal, é uma atividade que tem implicações significativas do ponto de vista econômico, ambiental e social. O ouro é um metal precioso de grande valor comercial e cultural, sendo empregado em diversos setores da indústria. Faça uma pesquisa e mencione pelo menos 3 materiais que utilizam esse metal em sua composição.
2. O mercúrio é um metal líquido em temperatura ambiente e tem a propriedade de se ligar facilmente ao ouro, formando uma liga conhecida como amálgama. Na amalgamação, o minério de ouro é triturado e misturado com mercúrio, formando essa liga. O amálgama é então aquecido, fazendo com que o mercúrio evapore, restando o ouro “puro”. Explique, por que o mercúrio é considerado um metal pesado?

²² Disponível em: <https://informe.ensp.fiocruz.br/noticias/39388> Acesso em: 11 jun. 2019.

3. A exposição ao mercúrio, a inalação de vapores ou a ingestão de alimentos contaminados com metilmercúrio pode trazer vários problemas de saúde. Liste as principais doenças ocasionadas por essa contaminação, sobretudo, aos Povos Yanomani.
4. Leia os trechos abaixo:

“A extração de metais é fundamental para a fabricação de componentes de tecnologias de energia limpa, como painéis solares, turbinas eólicas e baterias; ajudam na transição para fontes de energia mais sustentáveis e na redução das emissões de gases de efeito estufa, contribuindo para um ambiente mais saudável”. (Trecho 1)

“O ouro é amplamente utilizado na fabricação de equipamentos eletrônicos devido às suas propriedades físico-químicas. Embora seja um metal valioso, seu uso em eletrônicos não é para fins de valor monetário, mas para aprimorar o desempenho eletrotécnico dos dispositivos”. (Trecho 2)

“Os processos de extração de metais podem criar empregos diretos e indiretos, contribuindo para o crescimento econômico de uma região. Isso pode melhorar a qualidade de vida das pessoas ao fornecer melhores oportunidades de trabalho e desenvolvimento profissional”. (Trecho 3)

Considerando o que foi visto acerca da atividade garimpeira nas terras dos Povos Yanomami, responda as os itens a seguir:

- a) Em relação ao “trecho 1”, porque não podemos considerar que a extração de metais não tornou o ambiente mais saudável?
- b) Seja como adorno, símbolo de realeza ou em equipamentos eletrônicos, o ouro é bastante utilizado para suprir o luxo, o consumismo ou as comodidades das pessoas em detrimento à preservação da integridade física, ética, moral, cultural, religiosa e ambiental dos Povos Originários. Explique porque essa afirmação é verdadeira.
- c) Em relação às questões de trabalho nas atividades garimpeiras relatadas ao longo das aulas, quais são os principais problemas observados no diz respeito aos direitos trabalhistas.

Observação: os alunos serão avaliados pela participação e resolução das atividades propostas.

REFERÊNCIAS

- Elevados níveis de contaminação por mercúrio preocupam Comunidade Indígena Yanomami.** Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, FIOCRUZ, 2016. Disponível em: <https://informe.ensp.fiocruz.br/noticias/39388>. Acesso em: 16 jun. 2019.
- SOUZA, J.R; BARBOSA, A.C. Contaminação por mercúrio e o caso da Amazônia. **Química Nova na Escola**, v. 12, p. 3-7, 2000.
- LIMA, V. F.; MERÇON, F. Metais pesados e o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 33, p. 199-205, 2011.

ANEXO H - Aula Prática – Experimental: Análise de pH do solo - Proposta de L1

Introdução

A mineração é uma das atividades mais antigas da humanidade e desempenha um papel crucial na economia. Envolve a exploração de recursos naturais para beneficiamento de metais com valor agregado e são utilizados em diversos setores da indústria, da construção civil, manufatura, energia, tecnologia, dentre outros.

O zinco é um dos metais mais consumido no mundo. Seu beneficiamento é feito a partir de concentrados minerais, sulfetos ou silicatos, por meio de processos hidrometalúrgicos com a recuperação pelos processos de eletrólise. Em Juiz de Fora, a “produção” desse metal é realizada por uma mineradora europeia situada no bairro Igrejinha, onde atua desde meados de 1980.

A instalação dessa mineradora trouxe recursos para a região, como a abertura de vagas de emprego, aumento na arrecadação do município. Por outro lado, impactos socioambientais surgiram na região, concomitantemente. Um dos maiores agravantes, foi destacado em estudos que demonstraram que o Rio Paraibuna foi contaminado por cádmio, cobre, arsênio, chumbo, zinco, mercúrio, cromo, em trechos localizados a jusante das cidades de Juiz de Fora, em função dos ramos têxtil, metalúrgico e siderúrgico (Moreira, 2011). Dentre os contaminantes listados acima, alguns deles são tóxicos (pesados), o que ocasiona diversos problemas de saúde e ambientais.

A região do bairro Igrejinha, constantemente, sofre com a poluição sonora, poeiras em suspensão, poluição do ar, dentre outros impactos que acarretam danos à saúde, como problemas respiratórios, além da contaminação das águas e do solo.

Em relação aos tipos de solos predominantes na região de Juiz de Fora, Silva e colaboradores (2011) destacam a predominância de Latossolos de coloração alaranjada, avermelhada e vermelho-amarelos, álicos e distróficos, caracterizados, de forma geral, como solos pobres em nutrientes, especialmente fósforo, nitrogênio, cálcio e magnésio, baixo teor de matéria orgânica, e elevado índice de ferro e de acidez (Eduardo, 2018).

Para fazermos esse levantamento ou monitoramento da qualidade dos recursos naturais, utilizamos dos conhecimentos químicos, o que é característico da Ciência, como a realização de experimentos. A escala de pH é utilizada como parâmetro para quantificar os níveis de acidez ou de alcalinidade das substâncias, tendo como medidas que podem variar de 0 a 14. O pH dos Latossolos pode variar na faixa de 4,5 a 6,5 (EMBRAPA, 2006; Eduardo, 2018). Além disso, as condições da vegetação, o clima, a poluição industrial, os processos de intemperismo e a geologia local, podem alterar tais características.

Objetivos:

- Determinar o pH de amostras de solo da região onde a mineradora é instalada no Bairro Igrejinha;
- Promover uma discussão acerca dos impactos socioambientais provocados pela atividade mineradora na região.

Materiais e reagentes

- Bastão de vidro, funil simples, papel de filtro, béquer de 50 mL, garras para funil, suporte universal, papel indicador universal, balança
- 10 gramas de solo previamente seco, solução de CaCl_2 (0,01 mol/L), solução indicadora de fenolftaleína a 1%.

O que fazer?

(A atividade será realizada em grupo, o número de componentes varia de acordo com a quantidade de alunos)

Preparo da amostra de solo seco:

Coletar uma quantidade de solo, aproximadamente 20 g, e deixar secar ao ar por um dia. Após, triturar o solo com o auxílio de um almofariz e pistilo. Em seguida peneirar a amostra para uso posterior em sala de aula.

Procedimento:

- Pesar aproximadamente 10 g de solo seco em um béquer de 50 mL;
- Adicionar, em seguida, 25 mL de solução de cloreto de cálcio (CaCl_2) 0,01 mol/L, misturar com auxílio de um bastão por 15 minutos;

- Após o tempo estimado, proceder a filtração simples e recolher o filtrado em outro bêquer;
- Determinar o pH do filtrado usando o indicador fenolftaleína (3 gotas) e o papel indicador universal. Anote os resultados na Figura 1.



Figura 1: Esquema para determinação do pH do solo

Questões pós-experimento

6. O solo analisado apresenta caráter ácido ou básico? Justifique.
7. Pelo resultado obtido com a fita indicadora “universal”, qual é a concentração de íons H^+ na solução da amostra do solo?
8. Dependendo do pH das amostras estudadas, o que poderia ser usado para aumentar ou diminuir a acidez?
9. De acordo com os resultados obtidos e comparando com os dados da literatura, como você avalia as condições ambientais do solo estudado?
10. Discorra com seus colegas quais são as implicações ambientais causadas pela variação de pH do solo.

REFERÊNCIAS

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

EDUARDO, C. C. **Cartografia geomorfológica comparada:** aplicações no município de Juiz de Fora – MG como subsídio ao planejamento. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufjf.br/jspui/handle/ufjf/6764>. Acesso em: 11 jun. 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2º ed. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Brasília, 2006, 306 p.

MOREIRA, Edna Maria Carvalho. **Questão social e meio ambiente**: apropriação do território e os impactos ambientais em Juiz de Fora/MG. 2011, 134 f. Dissertação (Mestrado em Serviço Social). Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora (MG), 2011. Disponível em: <http://www.ufjf.br/ppqservicosocial/dissertacoesdefendidas/dissertacoesdefendidas-ano-2011/>. Acesso em: 11 jun. 2019.

SILVA, C.C.; FERNANDES, D.A.A. de O. & CRISTÓVÃO, E.C. **Proposta de gerenciamento ambiental para o Jardim Botânico de Juiz de Fora– MG**. Monografia (Pós-graduação em Análise Ambiental). Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora/UFJF, 2011.

ANEXO I - AULA PRÁTICA EXPERIMENTAL: Proposta de L4

Conteúdos químicos: reações químicas, reações de oxirredução

Introdução:

As reações de oxirredução, também conhecidas como reações redox, são tipos de reações químicas em que ocorrem com a transferência de elétrons entre as espécies químicas envolvidas. A oxidação é o processo de perda de elétrons. Já a redução envolve o ganho de elétrons.

Estes fenômenos químicos, estão presentes em nosso dia a dia, como por exemplo nas ligas de ferro, esse metal tende a oxidar facilmente em contato com meio. A corrosão de metais é uma reação de oxirredução com impacto ambiental, pois, afeta várias estruturas, como pontes, embarcações e tubulações, trazendo prejuízos ambientais, sociais e econômicos.

A química, que muitas vezes é entendida como fonte de poluição e destruição, pode ser aliada aos diversos métodos que visam amenizar os problemas da corrosão, no desenvolvimento de tintas mais eficientes e menos poluentes para pinturas, metais de sacrifício, dentre outros.

Dessa forma, prevenindo que esses metais oxidem, propiciará menos danos ao meio ambiente e à população – evitando extração de minerais (menos reposição, menos exploração em áreas preservadas ou demarcadas para comunidades indígenas, ribeirinhas ou quilombolas) e todo o sequenciamento de produção (siderurgia, metalurgia) que geram impactos. A corrosão em patrimônio público, ocasiona prejuízos a logística de transporte, riscos de acidentes, bem como um déficit nos cofres públicos (para reparação). Evitando tais problemas, as verbas poderão ser investidas em outras áreas (saúde, educação), por exemplo.

Objetivos:

- Mostrar na prática a reação de oxidação do ferro presente em alguns materiais do dia a dia;

- Promover uma reflexão crítica da relação da corrosão dos metais e o meio ambiente;

Materiais:

Palha de aço, vinagre, água sanitária, bêqueres ou potes de vidro com tampa, bastão de vidro.

Metodologia:

1. Siga as orientações descritas no quadro abaixo

Recipiente	Soluções	Material que contém Ferro
1	Água de torneira (50 mL)	Adicionar um pedaço de palha de aço em cada recipiente de forma que fique submerso.
2	Água sanitária (50 mL)	
3	Vinagre (50 mL)	

2. Faça anotações das características experimentais de acordo com as orientações do quadro abaixo

Recipiente	Aspectos da reação inicialmente	Aspectos da reação após 15 minutos	Aspectos da reação após 40 minutos
1			
2			
3			

** caso ache pertinente registre por meio de fotografia

Questões:

1. Escreva as equações químicas que representam os fenômenos observados em cada item.
2. Em qual das soluções a palha de aço oxidou mais rápido? Justifique.
3. Faça uma pesquisa e discuta com seus colegas, o que poderia ser feito a fim de evitar a oxidação da palha de aço.
4. Fazendo uma análise subjetiva, discorra com seus colegas qual a relação do fenômeno do item 3 e as corrosões ocasionadas pela chuva ácida.
5. Considerando as dimensões das tubulações, dos cascos de navios, de pontes e ferrovias e fazendo relações com os fenômenos observados nos experimentos, explique quais são os prejuízos socioambientais causados pela exposição prolongada de estruturas metálicas a meios oxidantes ou pela falta de manutenção.

REFERÊNCIA

SOUZA, E. T. de et al. Corrosão de metais por produtos de limpeza. **Química Nova na Escola**, n. 26, p. 44-46, 2007.

ANEXO J - ATIVIDADE EXPERIMENTAL – Proposta de L2

A química do sabão: das reações à uma conversão de ideias

Conteúdo químico: função química (ácidos e bases) e reações de saponificação – 3º ano do Ensino Médio.

Introdução:

Atualmente, a importância da sustentabilidade para a sociedade tem sido amplamente discutida. Ações coletivas podem amenizar os danos ambientais e, dessa forma, o meio ambiente pode obter melhor equilíbrio entre ser humano e a natureza.

Algumas dessas ações, predispõe às tarefas simples e corriqueiras, como: diminuir a quantidade de lixo produzido, assim como a separação e o descarte adequado deste, dentro de suas casas ou, em ambientes escolares ou de trabalho. Além disso, deve-se despertar na população um pensamento mais crítico em relação às questões ambientais, que os levem a questionar suas próprias ações e de muitos outros, assim como o bem-estar da população.

O óleo de soja e/ou a gordura animal são bastante utilizados no preparo de alimentos e, estes, quando estão em desuso, podem acarretar grandes problemas se não forem descartados de forma adequada. Uma forma de amenizar esse impacto, está relacionada com uma atividade corriqueira e tradicional, que se baseia no processo de preparação e na utilização do sabão caseiro.

Muitas famílias utilizam dessa fabricação para benefício próprio ou como fonte de renda, ou seja, de um simples agente da limpeza, o sabão passa a contribuir de várias maneiras para a sociedade, seja pela questão de higiene ou na economia doméstica. Em algumas cidades existem cooperativas que fazem esse trabalho – isso retira as pessoas trabalho informal ou de situações insalubres.

Por outro lado, é preciso pensar também em outras questões, como por exemplo no impacto químico, biológico e visual que as espumas causam nos rios. Mas, então, o que pensar? Nessa perspectiva, pretendemos nessa atividade levar um pensamento mais crítico em relação ao uso e produção de sabão no dia a dia.

Objetivos:

- Instigar o pensamento crítico envolvido na produção do sabão e relacioná-lo aos conceitos químicos;
- Produzir sabão caseiro utilizando óleo em desuso coletado pelos alunos;
- Entender os processos químicos envolvidos nas reações de saponificação;
- Promover um debate acerca das questões socioambientais que permeiam a produção de sabão.

Materiais:

ATENÇÃO: para a realização dessa prática, todos os alunos deverão utilizar os devidos EPI's: máscara, óculos e luvas, vestimenta e sapatos adequados. Além disso, deverão seguir as orientações do professor/a.

1 Litro de óleo usado, 200g de soda cáustica (com alto teor de pureza), 200 mL de água aquecida a ponto de fervura, saco plástico, vasilhame de plástico, balde, bastão de plástico ou de madeira, indicador de pH, vinagre.

Procedimento:

Adicione o NaOH à água quente contida no balde cuidadosamente e misture bastante até que toda a soda esteja dissolvida;

Em seguida, adicione o óleo mexendo sucessivamente com movimentos circulares, até que toda a mistura se homogeneíze;

Feito isso, pingue uma gota da solução na "Fita de Testes", confira o pH, discuta e anote o resultado (caso não tenha a fita indicadora, pode utilizar indicadores naturais, como por exemplo o extrato de repolho roxo);

Caso o pH esteja acima de 10, adicione vinagre (mexendo a solução) até que o pH se estabilize ao padrão para um sabão (entre 7 e 10);

Forre com o saco plástico a vasilha (uma sugestão seria reutilizar caixas de leite ou de suco) que será utilizada para colocar o sabão e transfira a solução para ela. Deixe descansar de um dia para o outro.

Questões pós-laboratório:

1. Escreva a equação química balanceada que representa os fenômenos químicos correspondentes à saponificação realizada no experimento.
2. Além de aspectos ecológicos, quais outros benefícios a produção de sabão pode trazer para a sociedade?
3. Qual a função do vinagre nesse experimento? Explique.

Questões para pesquisa:

1. Em tempos remotos, as pessoas produziam o sabão de “coada”. Qual era principal matéria prima utilizada na produção? Explique as propriedades químicas inerentes aos reagentes utilizados?
2. Qual efeito os íons Ca^{2+} e Mg^{2+} causam na água? Quais prejuízos uma lavanderia poderia ter com uma água considerada como “dura”?
3. Por que usamos gordura/óleo para fazer sabão e sabão para retirar a gordura/óleo dos utensílios?

REFERÊNCIAS

ECYCLE. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/2288impactos-do-sabao-e-detergente>. Acesso em: 16 jun. 2019.

KUCEK, K. T. Otimização da transesterificação etílica do óleo de soja em meio alcalino. Dissertação de mestrado. UFPR, 123 p., 2004.

ANEXO K – ATIVIDADE LÚDICA: Caça-palavras ambiental – Proposta de L19

Conteúdo químico: Química orgânica – combustíveis

Caros estudantes, essa atividade foi elaborada como uma possibilidade de revisar alguns tópicos de química orgânica no que diz respeito às características químicas e ambientais dos combustíveis mais utilizados no dia a dia. Além disso, os textos abaixo destacam alguns direcionamentos para as questões socioambientais que permeiam os temas em questão. Para encontrar as palavras correspondentes às lacunas, leiam o texto com atenção. Bons estudos e boa diversão!

Texto 1: O petróleo é originado de processos de decomposição de milhares de anos – encontrado em jazidas nas camadas mais profundas de oceanos, mares e lagos, podendo ser encontrado também na terra. Caracterizado como fonte de energia natural não-renovável, pois a exploração desse recurso pode eliminar as reservas existentes. Essa mistura valiosa, influencia diretamente na economia e na política de uma nação devido ao seu potencial energético – usado principalmente como matéria-prima na produção da gasolina, óleo diesel e gás liquefeito de petróleo (GLP).

1. O óleo diesel é bastante utilizado no setor de transporte. A queima completa dessa substância produz dióxido de carbono (CO_2), um dos principais agentes promovedores do....., ocasionando mudanças climáticas, tsunamis, desertificação, chuva ácida, dentre outros problemas socioambientais.

2. O GLP (mistura de propano e butano) é um combustível essencial para cozinhar os alimentos, sendo utilizado pela maioria dos domicílios brasileiros, independente das condições socioeconômicas. Assim como os demais derivados do petróleo, o preço do “gás de cozinha” acompanha as questões políticas e econômicas de inflação. Com a alta dos preços, as famílias em situação de vulnerabilidade social, passam a não ter condições de adquirir esse combustível – essa condição, agrava o problema da fome, aumenta o devido ao uso de lenhas para cozinhar, além de causar acidentes de queimaduras pelo uso do etanol em fogões improvisados.

3. A qualidade da gasolina é definida de acordo com o índice de do combustível, sabendo-se que a gasolina é uma mistura de hidrocarbonetos que variam sua cadeia carbônica de quatro a doze átomos de carbono (gasolina automotiva) e de cinco a dez átomos de carbono (gasolina de aviação), a média de átomos de carbono geral das cadeias é de

Texto 2: Biocombustíveis são derivados de biomassa renovável que podem substituir, parcial ou totalmente, combustíveis derivados de e gás natural em motores a ou em outro tipo de geração de energia. Os dois principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são o etanol obtido a partir de e, em escala crescente, o biodiesel, que é produzido a partir de óleos vegetais ou de gorduras animais e adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis. Os biocombustíveis, apesar de serem fontes de energias e menos poluentes do que os combustíveis tradicionais, **também geram impactos negativos no meio ambiente** e para a sociedade, tais como: a cultivação agrícola intensiva em larga escala; aumento dos índices de desmatamento em áreas naturais (alterando a biodiversidade local, aumento de insetos nas áreas urbanas, apropriação de terras demarcadas para Povos Originários ou ribeirinhos, dentre outros); o avanço das monoculturas de espécie (tornando o solo infértil e improdutivo); a poluição do solo, do ar e da água fruto das plantações e do uso de agroquímicos; o crescimento do consumo de água para irrigação e o impacto na diminuição da produção de alimentos no mundo.

REFERÊNCIA

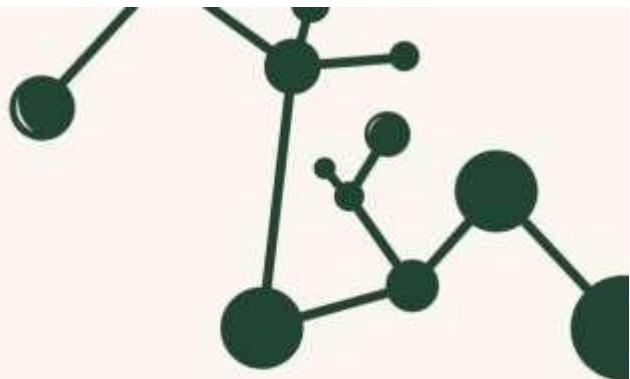
DANTAS, I. S.; SILVA, J. M. e BRAGA, C. F. Estratégias didáticas para o ensino de química: os biocombustíveis como tema gerador. Anais... XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), 2016. Disponível em: www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R2032-2.pdf Acesso em: 16 jun. 2019.

As palavras deste caça-palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, sem palavras ao contrário.



Chave de respostas para o Professor(a)

C O M B U S T Ã O		
R E N O V Á V E I S	O	
	C	
P	O	T C
E	I	A A
T	T	N N
R	O D E S M A T A M E N T O	
Ó	C G D	
L	M A	
E	E	
R		
O		
B	C	
O	Ú	
N		
C		
O		
A		
S	R	
A Q U E C I M E N T O G L O B A L		

ANEXO L – CAPÍTULO 4: Química Ambiental e Educação

QUÍMICA AMBIENTAL E EDUCAÇÃO

Wbiratan César Macedo de Oliveira
Andréia Francisco Afonso

PARTE 10

QUÍMICA AMBIENTAL E EDUCAÇÃO: CONTEXTUALIZAÇÃO PARA O ENSINO

Como visto no capítulo **da química das águas**, a questão ambiental é um tema que está em debate no mundo inteiro. Diferentes órgãos administrativos públicos e setores da sociedade buscam soluções para o atual cenário, que é marcado pela crescente degradação do meio ambiente. Essa degradação advém da exploração excessiva dos recursos naturais, que se dá a uma velocidade muito superior à capacidade de recuperação da natureza (Habib, 2010).

Outro fator que contribui para a degradação do meio ambiente é a industrialização, que se não for bem planejada, também causa problemas sociais (fome, desemprego, falta de saneamento básico, entre outros), especialmente às comunidades que vivem no entorno.

Esses e outros fatores têm levado a humanidade a repensar suas ações e seu modo de vida, calcados em uma relação com a natureza que não seja depredatória e insustentável (Bonotto, 2008). Para que essas ações fossem tomadas como atos de responsabilidade de diversos países, foram realizadas conferências, das quais destacamos três delas:

- 1 **Estocolmo (1972)**: na qual se colocou em xeque o uso desordenado dos recursos naturais pelo ser humano e estabeleceu metas de controle, destacando a importância da Educação como um meio para entender a relação ser humano-natureza;
- 2 **Tbilisi (1977)**: na qual estabeleceram os princípios orientadores da Educação Ambiental, ressaltando o seu caráter interdisciplinar, crítico, ético e transformador;
- 3 **Rio de Janeiro (1992)**: na qual os países participantes firmaram o compromisso de promover Educação Ambiental, tendo em vista o desenvolvimento de sociedades sustentáveis. Além disso, apontaram as necessidades de formação de educadores ambientais.

Em todas essas Conferências foram discutidos e elaborados documentos de caráter internacional que versavam sobre a preservação do planeta, na perspectiva da implementação da Educação Ambiental (EA).

Alguns anos após a Conferência realizada no Rio de Janeiro, foi instituída a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB) (Brasil, 1996), a qual passou a considerar a compreensão do ambiente natural como fundamental na Educação Básica. A partir dela, uma outra lei, a Lei 9.795/99 (Brasil, 1999), estabeleceu que a EA deve estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, valorizando a abordagem das questões ambientais nos âmbitos locais, regionais e nacionais, e incentivando a busca de alternativas curriculares e metodológicas na capacitação para a área ambiental e de iniciativas e experiências coletivas, o que inclui a produção de material educativo.

Ainda visando uma relação mais estreita entre a Educação Ambiental e a Educação, são promulgadas as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (DCNEA) (Brasil, 2012), para a qual a “EA é uma dimensão da educação, é atividade intencional da prática social, que deve imprimir ao desenvolvimento individual um caráter social em sua relação com a natureza e com os outros seres humanos, visando potencializar essa atividade humana com a finalidade de torná-la plena de prática social e de ética ambiental” (p. 2). Elas ressaltam, ainda, que a EA deve promover a construção do conhecimento através de uma responsabilidade cidadã, evitando conceitos despolitizados, pois a prática educacional deve direcionar-se à EAcritica: indispensável à participação da comunidade, à democracia e à emancipação socioambiental.

A perspectiva da EA-crítica aponta que é necessário que as pessoas questionem mais, por exemplo, porque se usa e a quem interessa o uso de pesticidas, ou entender a necessidade de fato de promover a coleta seletiva efetiva, pois não adianta somente separar os materiais, mas a quem isso pode prejudicar caso não seja feita. O lema “faça a sua parte, não polua, recicle”, é bem institucionalizado, mas não atende as necessidades atuais.

Com isso, ao ensinar Química, é preciso unir o conhecimento pedagógico ao conhecimento de conteúdo e relacioná-los ao cotidiano de forma mais crítica. Não basta apenas saber, por exemplo, a quantidade de gás carbônico que é emitida na atmosfera, a diversidade de defensivos agrícolas liberados nos últimos meses e suas consequências ou reafirmar que as árvores são importantes e que não deve jogar lixo nos rios. Essas ideias são discutidas há muito tempo. O conhecimento que falta é o

porquê dos fatos e como a Química, enquanto ciência, pode contribuir para melhorias nas questões ambientais.

Mas como abordar as questões socioambientais nas aulas de Química?

1 Para iniciar a reflexão, propomos a atividade a seguir:

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo a que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (PNE). Dentre as competências gerais definidas pelo documento, a BNCC defende a mobilização de conhecimentos e habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (Brasil, 2018, p. 7).

Consulte o texto da BNCC e verifique se as questões ambientais estão entre as competências e habilidades da área de Ciências da Natureza.

2 Pensando nas competências e habilidades citadas na BNCC e voltadas ao que se espera que os estudantes da Educação Básica desenvolvam, propomos a atividade 2:

Impacto ambiental

A poluição por gases não afeta apenas a qualidade do ar, mas também indiretamente a qualidade das águas (inclusive as subterrâneas), da terra, da vegetação, da floresta e do clima. Os poluentes do ar contaminam as nuvens e depois retornam à terra na forma de precipitação. Essas precipitações transportam poluentes do ar de volta para a terra, podendo contaminar o solo, rios e vegetação – a chuva ácida é um exemplo da consequência da poluição. Poluentes do ar, como SO₂ e NO_x causam danos diretos às plantas e árvores quando entram nos estômatos das folhas. A exposição contínua dos vegetais a poluentes do ar pode desfazer o revestimento ceroso, que previne a perda excessiva de água e danos causados por

doenças, pragas, secas e geadas. No centro-oeste dos Estados Unidos, por exemplo, as perdas de trigo, milho, soja, arroz e amendoim, devido aos danos causados pela deposição de ozônio e precipitações ácidas, chegam a cerca de US\$ 5 bilhões por ano.

Fonte: TAN, Z. **Air Pollution and Greenhouse Gases: From Basic Concepts to Engineering Applications for Air Emission Control**. Green Energy e Techonology. Nova Iorque: Springer, 2014.

Partindo do texto, descreva detalhadamente como você abordaria as questões socioambientais em suas aulas de Química.

Bibliografia consultada

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação**. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996.

BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. **Lei nº 9.795/99, de 27 de abril de 1999**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental**: CNE/CP. Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BONOTTO, D. M. B. Educação ambiental e educação em valores em um programa de formação docente. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.7, n.2, p. 313-336, 2008.

HABIB, M. Ambiente e sociedade na agenda da educação. **Ciências em Foco**, Campinas, v.1, n.3, p. 1-8, 2010.

PARTE 11

ÁGUA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: POSSIBILIDADES PARA A ABORDAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA

A água é considerada um elemento essencial para a vida dos seres vivos, já que compõe grande parte de seus organismos. A tabela 3 apresenta o percentual de água em órgãos do corpo humano:

Tabela 3. Percentual de água em órgãos do corpo humano.

Órgãos	Percentual
Fígado	86%
Cérebro	75%
Coração	75%
Músculos	75%

Fonte: MIRANDA, 2004.

Os percentuais de água nos órgãos mostram o quanto o ser humano é dependente da ingestão desse líquido na sua forma natural ou através dos alimentos para a sobrevivência. Miranda (2004) aponta que, além da alimentação (39%), o organismo obtém água também através da respiração celular (14%). Como forma natural, consideramos a água doce que chega até nossas casas, advindas dos rios, sendo o Brasil um dos países com maior disponibilidade desse tipo de água no mundo.

Porém, de acordo com os dados da Agência Nacional das Águas (ANA) (B, 2020), nosso país apresenta uma distribuição desigual desse recurso para atender a população. A região Norte, por exemplo, concentra aproximadamente 80% da quantidade de água disponível, mas possui apenas 5% da população brasileira. Já

as regiões próximas ao Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população, porém, menos de 3% dos recursos hídricos do país.

Assim, devemos entender a importância da preservação dos mananciais, em termos de acesso e disponibilidade da água. Na parte 2 dessa apostila, vimos que as atividades humanas geram poluentes por meio de fontes pontuais, que são aquelas que geram poluição de forma sistemática e em locais específicos, tais como: descarga de efluentes a partir de indústrias e estações de tratamento de esgoto, derramamentos acidentais e atividades de mineração; e por fontes difusas, que são aquelas cujas características as tornam de difícil identificação, pois são temporárias ou intermitentes (escoamento superficial urbano e de áreas agrícolas; e trabalhos de construção civil).

Diante desses fatores – poluição e distribuição irregular -, Tonson (2011, p. 29) aponta que “no campo das ‘água’s’, existem três distintas, porém interligadas, questões que se delineiam na perspectiva da Educação Ambiental (EA), que se afirma ser crítica, política, transformadora e popular”:

- 1 Há a degradação da água com a qual estabelecemos uma relação de uso: poluição (esgoto, metais tóxicos, entre outros), desperdício e concorrência com outras atividades humanas, igualmente importantes; contaminação de lençóis freáticos; assoreamento de leitos de cursos superficiais de água, destruição e descaracterização de suas margens, dentre outros exemplos. Apesar de, em média, a qualidade das águas no Brasil ser superior à da maioria dos países, na grande parte das comunidades, a degradação da água já chegou a diferentes graus. Interessante seria perceber que o que se degradou talvez não seja só o recurso água, mas, fundamentalmente, a própria relação que diferentes grupos sociais estabeleceram com o elemento água, esta sim, profundamente degradada;
- 2 Há uma relação extremamente destoante entre diferentes grupos sociais e a água. Além de uma desigual disponibilidade hídrica natural, existem outras questões (socioambientais) que se sobrepõem a esta. Seja entre países, grupos sociais ou diferentes atividades humanas, a disponibilidade e a facilidade de acesso são tão discrepantes que se pode falar em escassez em regiões com grandes ofertas de água, pela desigualdade de acesso entre

diferentes seres humanos. Estas diferenças são definidas por escolhas políticas, por concepções de prioridades que relegam a segundo plano, e atividades como acesso digno de água, diariamente, a todas as pessoas de uma cidade, por exemplo;

- 3 Há uma diferença do valor que o elemento água assume em diferentes culturas e grupos humanos. Nossa relação com a água é tão diferente que poderíamos dizer que ela tem valores totalmente distintos para distintos seres humanos. Água como recurso, que é pago, portanto usado como quiser; como elemento natural, desenvolvendo inúmeras funções nos ecossistemas naturais e antropizados; como bem para fruição ligado ao lazer; como recurso econômico que define e é definido pela sua apropriação e pelas relações de poder econômico; e como elemento cultural, religioso e espiritual, ligado aos valores e origens de diversos povos.

Firmados nessas questões, inserir o estudo da água nas aulas de Química nos leva a refletir e buscar ações tecnológicas, sociais, culturais e políticas sobre seu uso, manejo e gestão, especialmente diante de desastres ambientais tão graves, como foi a contaminação dos rios causada pelo rompimento das barragens das mineradoras Samarco em 2015, em Mariana, e da Vale em 2019, na cidade de Brumadinho (ambas em MG). Ações antrópicas como essas nos levam a acreditar que é preciso promover discussões, em sala de aula, que mostrem a importância da ciência na busca de melhorias e soluções para tais problemáticas e outras relacionadas ao mau planejamento e gestão dos rios, além da urbanização excessiva ao redor dos cursos d'água.

Aliados a Carvalho (2008), defendemos que a Educação Ambiental é essencial para que alunos e professores adquiram uma “mentalidade ecológica”, ou seja, um olhar crítico para tais questões. Não basta apenas saber que não devemos desperdiçar água, mas também desenvolver ações individuais e coletivas que preservem os rios.

Nesse sentido, destacamos uma habilidade presente na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a ser desenvolvida no Ensino Médio:

[...] avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos. (p. 541).

Ao propor atividades em sala, por meio do uso de práticas contextualizadas, o professor deve promover situações reflexivas acerca dos problemas ambientais e sociais que envolvem a água, uma vez que a preocupação com esse recurso está presente em qualquer instância. Para tanto, há sempre uma situação local que pode desencadear propostas para preservação da água.

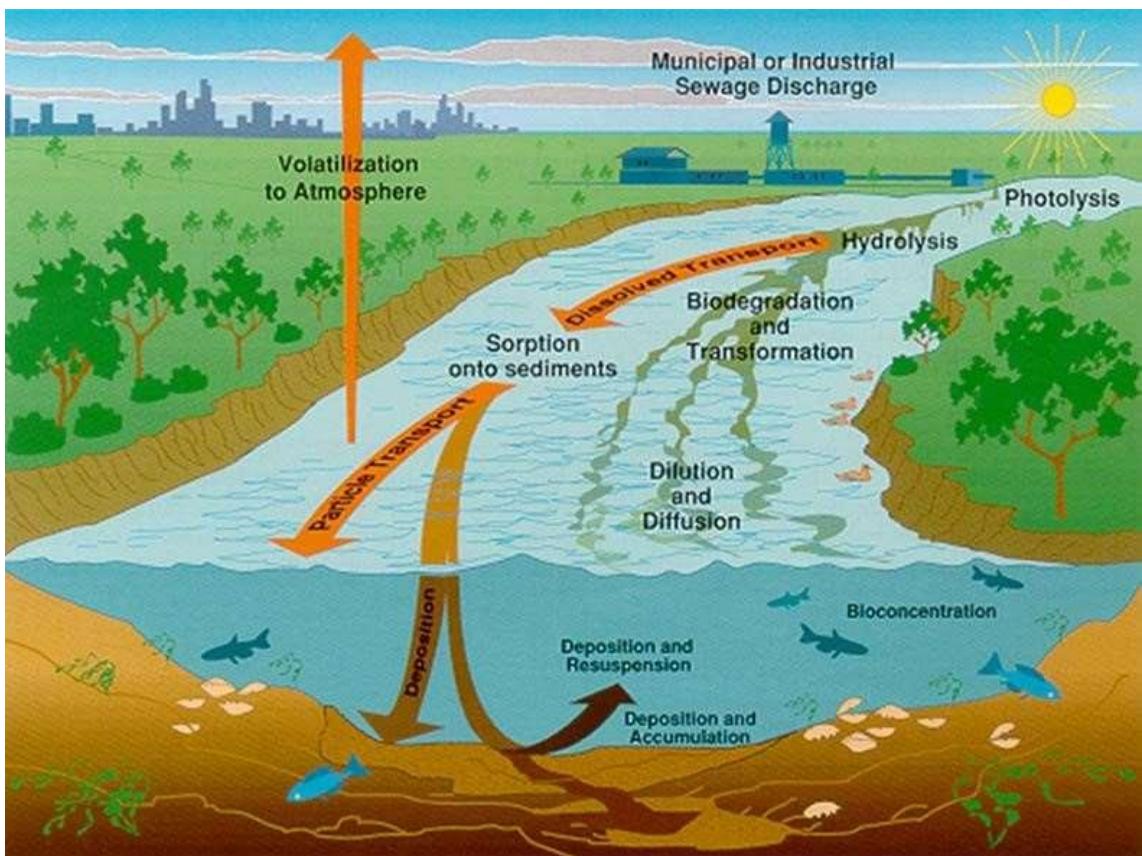
Proposta de abordagem

Pensando em uma discussão mais reflexiva, mostraremos uma possibilidade de como abordar a temática água, a partir da Educação Ambiental, por meio de um texto informativo:

Os compostos químicos orgânicos utilizados na fabricação de produtos de uso diário podem ser conhecidos como poluentes emergentes. Os materiais de higiene pessoal, pesticidas, medicamentos, dentre outros, descartados no esgoto doméstico, atribuem riscos ao meio ambiente e à saúde das pessoas. O destino desses materiais (e de seus metabólitos) deve ser mais bem compreendido.

A imagem abaixo mostra o processo e destino dos poluentes no curso de um rio:

Figura 27. Destino dos poluentes no meio aquático.



Fonte: U.S. Geological Survey.

A baixa volatilidade e reatividade de certos compostos/espécies químicas faz com que sua distribuição ocorra por transporte no ambiente aquático e também por dispersão na cadeia alimentar. Quando presentes nas estações de tratamento, pode ocorrer adsorção ou absorção desses resíduos pelos sólidos suspensos e, em alguns casos, degradação biológica. Tais fenômenos são dependentes da hidrofobicidade ou da hidrofilicidade das espécies e das interações eletrostáticas dos poluentes com as partículas do meio e com os microrganismos.

De acordo com o texto, com a imagem e considerando os conteúdos programáticos para a disciplina de Química, elabore uma proposta para cada um dos três anos do Ensino Médio, partindo do tema “água”.

- 1 Você pode considerar como proposta: sequências didáticas, roteiros experimentais, roteiros para trabalhar filmes, jogo lúdico, dentre outros. Lembrando que os fenômenos químicos envolvidos na temática “água” devem estar relacionados aos aspectos socioambientais;
- 2 Para cada atividade/aula elaborada, você deve fazer o plano de aula detalhado – modelo anexo;
- 3 Se possível, direcione a atividade para situações/problemas observados para alguma região específica da comunidade escolar.

ANEXO 1 – MODELO DE PLANO DE AULA

PLANO DE AULA
Data: (dia)/(mês)/(ano)
Tema da aula: Soluções
Tempo previsto: 2h/aulas (100 minutos)
Turma: 2º ano do Ensino Médio – (nome da Escola)
Objetivos: Relacionar a solubilidade do gás oxigênio na água com questões ambientais; compreender a relação de quantidade de matéria dos poluentes com os parâmetros de qualidade da água estabelecidos pela legislação; e despertar nos alunos o pensamento crítico para as questões socioambientais acerca do tema água.
Conteúdo: Estudo da solubilidade dos materiais; concentração das soluções (g/L, mg/L, µg/L, mol/L, m/m e m/v); educação ambiental e soluções aquosas.

Metodologia: (bem detalhada, citando os recursos didáticos que serão utilizados)
10 min – Levantamento das concepções prévias sobre o uso da água;
20 min – Leitura e discussão do texto sobre poluentes no meio aquático (texto sugerido);
20 min – Resolução das questões propostas em sala de aula (coloque quais questões você considera abordar);
50 min – Discussão sobre as questões e correção.
Recursos didáticos:
Material impresso ou digitalizado, quadro e giz.
Avaliação:
Participação na discussão e resolução de exercícios.
Referencial teórico:
BRASIL. Agência Nacional de Águas. Panorama das Águas no Brasil . Brasília: ANA, 2020. Disponível em: < https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/quantidadeda-agua/ >. Acesso em: 13 maio 2022.
Assinatura do Professor:

Bibliografia Consultada

BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Panorama das Águas no Brasil**. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/quantidadeda-agua/>. Acesso em: 13 maio 2022.

MIRANDA, E. E. **A água na natureza e na vida dos homens**. 1. ed. São Paulo – SP: Ideias e Letras, 2004.

TONSON, S. Diálogo e Educação Ambiental no campo das águas. In: JÚNIOR, F. P; MODAELLI, S. (orgs.). **Política das águas e educação ambiental**: processos dialógicos e formativos em planejamento e gestão de recursos hídricos. Brasília, 2011, p. 29-34.

U.S. Geological Survey. **Transport and fate**. Disponível em: http://toxics.usgs.gov/regional/emc/transport_fate.html. Acesso em: 13 maio 2022.

PARTE 12

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O DIREITO DE ACESSO À ÁGUA POTÁVEL

Como visto nas aulas anteriores, continuar promovendo discussões e ações socioambientais voltadas à preservação dos recursos hídricos faz-se essencial para manutenção da vida. Por ser tão importante à sobrevivência, as questões relacionadas à água foram pauta da agenda internacional na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, em 1972, e na Conferência de Mar del Plata, em 1977.

Nesta mesma década de 1970, os problemas relacionados ao seu uso e, consequentemente, à crescente poluição, já causavam incertezas quanto ao futuro. Além disso, o fornecimento de água potável e de saneamento básico foram considerados como essenciais, aos quais todos os povos deveriam ter acesso, quaisquer que fossem suas condições sociais e econômicas. É direito de todos o acesso à água, em quantidade e qualidade, à altura de suas necessidades básicas (Brasil, 1992).

Tal preocupação também foi assunto na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento – a Eco 92 -, realizada no Rio de Janeiro em 1992. Lá, foi proposta a “Carta a Terra”, documento ratificado em março de 2000. Nela, há apontamentos que garantem às pessoas “o direito à água potável, ao ar puro, à segurança alimentar, aos solos não contaminados, ao abrigo e saneamento básico seguro, distribuindo os recursos nacionais e internacionais requeridos” (Brasil, 2018, p. 98).

Dentre as propostas de ação para que o direito de todos seja garantido, as Conferências reconheceram como essencial projetos de desenvolvimento para uso e preservação de recursos hídricos, especialmente em relação aos fatores físicos, químicos, biológicos, sanitários e socioeconômicos envolvidos na política das águas.

Dentre as ações políticas que foram propostas no Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da Resolução nº 357, de março de 2005, dispõe

[...] sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências” e, considera “que a saúde, o bem-estar humano, bem como o equilíbrio ecológico aquático, não devem ser afetados pela deterioração da qualidade das águas”; aponta também, que “o controle da poluição está diretamente relacionado com a proteção da saúde, garantia do meio ambiente ecologicamente equilibrado e a melhoria da qualidade de vida, levando em conta os usos prioritários e classes de qualidade ambiental exigidos para um determinado corpo de água. (CONAMA, 2005, p. 1).

Além das disposições mencionadas acima, o CONAMA dispõe de orientações e definições em relação aos recursos hídricos, quanto à classificação das águas, à toxicidade, ao controle de qualidade, ao tratamento de efluentes e aos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e ecotoxicológicos – como visto na parte 3 desta apostila.

Diante do que foi exposto, percebe-se que a Educação Ambiental pode facilitar de forma crítica a disseminar o conhecimento sobre o meio ambiente a fim de ajudar a sua preservação e promover justiça social. Ou seja, assume uma perspectiva mais abrangente, não restringindo seu olhar apenas à proteção, mas ao uso sustentável de seus recursos naturais, incorporando fortemente a proposta de construção de sociedades mais justas – ligados aos aspectos da educação, da tecnologia e da Ciência.

Em relação aos aspectos da Ciência, ter noções básicas de Química instrumentaliza o cidadão para que ele possa tomar uma ação individual ou coletiva. Dessa forma, o conhecimento pode promover posicionamentos críticos (reivindicações, cobranças, fiscalização, posicionamento político e social) em relação à poluição das águas, ao monitoramento de qualidade, à distribuição justa dos recursos e à democracia.

Uma das formas de promover esse pensamento crítico se dá durante o processo de escolarização, tendo, portanto, a instituição escolar um papel fundamental, uma vez que tem como um de seus objetivos a preparação dos estudantes para a cidadania (Brasil, 1996). Por outro lado, essa instrumentalização depende de como os professores vão abordar essas questões em sala de aula. Vemos aqui um desafio duplo: a formação docente na perspectiva crítica ambiental e, posteriormente, a formação do estudante da Educação Básica.

Proposta de abordagem

Pensando na formação cidadã de forma ampla e reflexiva acerca dos parâmetros de qualidade da água e as questões socioambientais, realize as propostas abaixo:

- 1 Assista ao vídeo da reportagem jornalística de um programa de televisão sobre o uso de mercúrio em garimpos na Amazônia e, acerca das informações e das reflexões inferidas, APONTE quais conteúdos químicos e relações socioambientais poderão ser trabalhados em uma sala de aula do Ensino Médio, listando-os. Certifique-se de que seus apontamentos estão alinhados às competências presentes na BNCC.
- 2 Dentre os conteúdos listados no item anterior, escolha um e confeccione um plano de aula. Na proposta, você deve relacioná-lo às questões socioambientais. Também é preciso que seja descrita uma atividade de sua livre escolha (experimento, jogos, sequência didática, roteiro para filmes/vídeos, dentre outros).



Como questões socioambientais, você pode destacar ou fazer algumas indagações sobre o uso de mercúrio e suas consequências; possibilidades para substituição do mercúrio nos garimpos; a contaminação das águas e o consumo pelos indígenas; o manuseio do mercúrio sem equipamentos de proteção e suas consequências; os problemas causados pela contaminação à saúde das pessoas e ao meio ambiente; a ação da biota aquática na produção de compostos tóxicos; o ceticismo em relação aos problemas ambientais por parte das autoridades locais e da população; a legislação em relação aos garimpos, à proteção dos recursos hídricos e ao acesso à água potável; e o papel da educação ambiental e da ciência para propor soluções aos problemas apresentados.

- 3 Monte um experimento simples no qual possa ser verificada a qualidade da água de um rio/lago/córrego/nascente que passe próximo à escola, às residências dos alunos ou mesmo da torneira de sua residência. Procure

utilizar materiais de baixo custo e de fácil acesso. Deve haver instruções metodológicas e de segurança bem detalhadas. Dentre as análises, proponha determinação de: pH, turbidez e temperatura – como visto na parte 3 dessa apostila. A partir dos resultados, proponha discussões sobre os parâmetros de qualidade da água, quais as implicações socioambientais pelo consumo/acesso desse recurso em condições não ideais e pense em ações que visem amenizar os problemas em questão.

Para a realização das propostas acima, utilize como apoio os artigos e os documentos listados no quadro 1. Busque relacionar nas atividades os aspectos químicos, políticos e sociais, intrínsecos à Educação Ambiental. Além disso, é importante refletir sobre as contribuições e o papel do professor na formação de cidadãos críticos e ativos na sociedade.

Quadro 1 – Documentos oficiais e artigos selecionados para subsidiar na confecção das propostas.

Documentos/artigos
Política Nacional de Educação Ambiental – Lei de nº 9.795, de 27 de abril de 1999
Resolução do CONAMA nº 357 de março de 2005
Base Nacional Comum Curricular – BNCC – 2018
Base Nacional para Formação Inicial de Professores para a Educação Básica – 2019
GRASSI, M. T. As Águas do Planeta. Química Nova na Escola . Ed. Especial, mai. 2001. Disponível em: http://qnesc.sbn.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf . Acesso em: 13 maio 2022.
QUADROS, A. L. de. Água como Tema Gerador do Conhecimento Químico. Química Nova na Escola , v. 20, p. 26-31, nov. 2004. Disponível em:

<<http://qnesc.sbn.org.br/online/qnesc20/v20a05.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2022.

Fonte: Dos autores.

Bibliografia Consultada

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação**. Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, 1996.

BRASIL. **Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA**: documento básico. Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental; Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental. 5. ed. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento, capítulo 18, 1992. **Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos**: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/cap18.pdf. Acesso em: 13 maio 2022.

CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, 2005.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Declaração de Estocolmo sobre o Meio Ambiente Humano. In: **Anais** Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano. Estocolmo, 6 p., 1972.

PARTE 13

A IMPORTÂNCIA DA PRESERVAÇÃO DO AR ATMOSFÉRICO

Todos os seres vivos dependem do ar, assim como da água, para sobreviver. Por isso, é fundamental promover discussões e ações socioambientais voltadas também à preservação atmosférica, visto que a manutenção da vida no planeta depende do ar sem poluição. O ser humano, por exemplo, consegue ficar dois dias sem beber água, mas poucos resistem a dois minutos sem ar (Tan, 2014).

O ar é composto por diferentes gases. A tabela 4 mostra sua composição na atmosfera terrestre.

Tabela 4 – Composição do ar puro.

Gás	Fórmula/símbolo	Percentual (%)
Nitrogênio	N ₂	78,084
Oxigênio	O ₂	20,9476
Argônio	Ar	0,934
Dióxido de carbono	CO ₂	0,0314
Neônio	Ne	0,001818
Hélio	He	0,000524
Metano	CH ₄	0,0002
Criptônio	Kr	0,000114
Hidrogênio	H ₂	0,00005
Xenônio	Xe	0,0000087

Fonte: TAN (2014, p. 2)

Analisando a tabela 4, percebemos que, embora o gás oxigênio esteja em menor quantidade (em relação ao nitrogênio) ele é que garante o funcionamento de grande parte dos seres vivos. Já o nitrogênio participa do ciclo biogeoquímico, como visto na parte 7 desta apostila. Sendo assim, é importante que essa mistura gasosa esteja livre de poluentes, garantindo a qualidade do ar.

No Brasil, os padrões de qualidade do ar são estabelecidos pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), nº 491 de 2018 (versão atualizada), em seu Artigo 1º. Já no Artigo 2º, encontramos a definição de padrão de qualidade e de poluente atmosférico, que estão no excerto a seguir:

- 1 Poluente atmosférico: qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente para o bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade;
- 2 Padrão de qualidade: um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados em relação aos riscos de danos causados pela poluição atmosférica (CONAMA, 2018, p. 1).

Os principais poluentes são emitidos por veículos automotores, atividades industriais, queimadas, desmatamentos e na produção de energia, sendo eles o monóxido de carbono, o dióxido de enxofre, os óxidos de nitrogênio, compostos contendo chumbo e diversos tipos de materiais particulados. Sua presença em uma amostra traz indicativos da baixa qualidade do ar (CONAMA, 2018), que se baseia na análise de sua concentração, quantidade de referência e níveis de alerta para a poluição, presentes na Resolução nº 491 do CONAMA.

Visto que o ar puro é essencial para os seres vivos, monitorar a quantidade dos poluentes que são lançados na atmosfera é fundamental, uma vez que eles podem causar problemas irreparáveis à saúde humana e ao meio ambiente. Por exemplo, episódios com poluição aguda podem resultar em doenças respiratórias como a pneumonia, bronquite, problemas dermatológicos, cardíacos e, às vezes, levar à morte. Além disso, causam impactos na fauna e na flora por meio da formação das chuvas ácidas, de reações fotoquímicas catalisadas pela luz solar, do aquecimento global, dentre outros fatores (*vide* parte 7 desta apostila) que se convertem em problemas sociais e ambientais.

No sentido de mudar esse cenário, a Educação Ambiental no âmbito escolar é vista como uma possibilidade de promover reflexões acerca da qualidade do ar de forma menos pontual, ou seja, assume uma perspectiva mais crítica, abrangendo os aspectos locais, regionais e mundiais, sociais e políticos, científicos e econômicos, psicológicos e culturais (Brasil, 1999, 2012, 2018).

Nesse ensejo, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio (Brasil, 2018) propõe que os estudantes aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito do meio ambiente e suas relações sociais sob uma perspectiva de aplicação de conhecimentos e análise de seus efeitos sobre a saúde e a qualidade de vida das pessoas. Como competência específica, o documento direciona para a mobilização de estudos referentes a: “[...] poluição, ciclos biogeoquímicos, desmatamento, camada de ozônio, chuva ácida e efeito estufa; entre outros” (Brasil, 2018, p. 540).

Entretanto, vale ressaltar que o conhecimento pedagógico deve ser relacionado aos conteúdos químicos de forma a contemplar o entendimento dos fenômenos ocorridos no meio ambiente e, dessa forma, propiciar aos educandos a possibilidade de desenvolver habilidades que são recomendadas pela BNCC como, por exemplo, a de

Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida. (Brasil, 2018, p. 541).

Tais habilidades vão ao encontro de uma das competências gerais para docentes atribuídas pela Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação) (Brasil, 2019, p. 13):

Desenvolver argumentos com base em fatos, dados e informações científicas para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns, que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental, o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Proposta de abordagem

Considerando os direcionamentos da BNCC (Brasil, 2018), o ensino de Química e a Educação Ambiental devem estar articulados com as competências gerais da Educação Básica e com as da área de Ciências da Natureza e suas

Tecnologias, visando garantir aos estudantes o desenvolvimento de competência, sendo um exemplo

Analizar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global. (Brasil, 2018, p. 539).

Para cada competência, são indicadas habilidades a serem alcançadas. Com isso, analise as proposições abaixo, INDICANDO a habilidade correspondente a cada uma delas, o conteúdo e a série (ou as séries) escolar do Ensino Médio, dentre outros questionamentos. Também pode ser feita uma abordagem crítica da Educação Ambiental, ou seja, aquela que propõe uma discussão acerca dos problemas sociais e ambientais, em uma perspectiva histórica, econômica, política e social.

Proposição 1: Queima da cana-de-açúcar (produção sucroalcooleira)

Figura 29 – Reportagem sobre a queima da palha da cana

[A pedido do MPF, Justiça proíbe novas autorizações para queima da palha da cana na região de Campinas \(SP\)](#)



Licenças só poderão ser emitidas mediante apresentação prévia de estudos de impacto ambiental, conforme prevê legislação federal



Queima controlada da palha da cana emite grande quantidade de poluentes, com prejuízos ao meio ambiente e à saúde de trabalhadores e moradores do entorno (Imagem ilustrativa: ribeirao.usp.br)

A Justiça Federal proibiu que novas autorizações para queima controlada da palha de cana-de-açúcar sejam emitidas na região de Campinas (SP) sem a apresentação prévia de estudos ambientais. A liminar, válida para safras a partir de 2019, é resultado de uma ação civil pública do Ministério Pùblico Federal (MPF) contra a falta de exigências e de fiscalização na concessão das licenças para o emprego da técnica nas plantações.

Fonte: Ministério Pùblico Federal.

Habilidade da BNCC	
--------------------	--

Conteúdos químicos	
Série do Ensino Médio	
Problemas ambientais	
Problemas sociais	
Por que a queima da palha da cana causa poluição no ar?	
O que pode ser feito para minimizar os impactos causados?	

Proposição 2: Poema – Chuva ácida

Poema Chuva Ácida

A chuva está destruindo, preciso de uma explicação,
Destruindo tudo que toca, será uma maldição?!

Esta chuva está fazendo mal a população,
Talvez a causa disso seja a composição.

Dióxido de enxofre, de nitrogênio, além da queima do carvão,
Que no mundo causam consequências de montão.

No solo causa erosão,
O que dificulta a plantação,

No ser humano, causa várias dores no pulmão,
Nos animais aquáticos, a extinção.

Essa chuva corrói até construção,

A humanidade é causa da sua própria destruição.
 (Theus Gab)

Habilidade da BNCC	
Conteúdos químicos	
Ano escolar	
Problemas ambientais	
Problemas sociais	
O que causa a chuva ácida? Explique utilizando seus conhecimentos químicos.	
O que pode ser feito para minimizar os impactos causados?	

Bibliografia Consultada

BRASIL. Política Nacional de Educação Ambiental. **Lei nº 9.795/99, de 27 de abril de 1999**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental**: CNE/CP. Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL. **Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA**: documento básico. Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental; Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental. 5. ed. Brasília, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum para Formação de Professores da Educação Básica**: Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2019.

CONAMA. Resolução nº 491, de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Brasília, 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia-/asset_publisher/Kujrw0TzC2Mb/content/id/51058895. Acesso em: 13 maio 2022.

Ministério Público Federal. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/sp/sala-deimprensa/noticias-sp/a-pedido-do/mpf-justica-proibe-novas-autorizacoes-para-queima-dapalha-da-cana-na-regiao-de-campinas-sp>. Acesso em: 13 maio 2022.

TAN, Z. **Air Pollution and Greenhouse Gases:** From Basic Concepts to Engineering Applications for Air Emission Control. Green Energy e Techonology. Nova York: Springer, 2014.

PARTE 14

O CUIDADO COM O SOLO PARA A MANUTENÇÃO DA VIDA

“A fina camada de solo que forma uma cobertura remendada por sobre os continentes controla nossa existência e a de todos os outros animais terrestres.

Sem o solo, as plantas terrestres, como as conhecemos, não cresceriam, e sem plantas, nenhum animal conseguiria sobreviver.”
(Rachel Carson, 2010).

Nos capítulos anteriores, vimos a importância de estudar os conceitos químicos de forma contextualizada e na perspectiva da Educação Ambiental. Esse estudo possibilita a reflexão e a tomada de atitudes para a manutenção dos recursos hídricos e do ar com boa qualidade. Nesse mesmo sentido, devemos promover também discussões sobre os cuidados com o solo, pois ao compreendermos a sua função na natureza, poderemos contribuir para sua proteção de forma mais sustentável.

Rosa e Rocha (2003, p. 8) apontam que

[...] os solos possuem três fases – sólida, líquida e gasosa – cujas proporções relativas variam de solo para solo e, num mesmo solo, com as condições climáticas, a presença de plantas e manejo. Sendo que, no geral, na composição volumétrica porcentual de um solo, que apresenta condições ótimas para o crescimento de plantas, verificam-se 50% de fase sólida (45% de origem mineral e 5% orgânica), 25% de fase líquida e 25% de fase gasosa.

Em condições adequadas, o solo propicia ao meio ambiente e às pessoas condições favoráveis à sobrevivência. Nele, as plantas crescem e disseminam suas sementes, purificam o ar, ajudam na manutenção das nascentes de água, evitam erosão e são fontes de alimentos para os animais e para os seres humanos, que usufruem do ar, da água e do solo para a agricultura, mineração, produção de energia, dentre outras atividades.

Nesse sentido, o Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA) (Brasil, 2018), na atribuição dos Princípios Básicos para a Educação Ambiental, destaca a importância de “garantir o direito à água potável, ao ar puro, à segurança alimentar, aos solos não contaminados, ao abrigo e saneamento seguro, distribuindo os recursos nacionais e internacionais requeridos” (p. 98).

Essa relação entre o solo, a água e o ar também aparecem em uma das habilidades propostas pela Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio – área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, como aponta o trecho a seguir:

(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida. (Brasil, 2018, p. 541).

Com isso, devemos buscar meios para desenvolver ações mais sustentáveis, analisando e avaliando a relação ser humano-natureza no que tange o uso e apropriação do solo. Uma das formas mais direcionadas para promover essas ações pode estar nas discussões que buscam relacionar a ciência, os aspectos ambientais e a sociedade numa perspectiva menos pontual, ou seja, destacando os problemas sociais e ambientais de forma crítica em espaços formais ou não, sobretudo na sala de aula.

Pensando em propostas que possam ser aplicadas nas aulas de Química do Ensino Médio, elaboramos a atividade abaixo, buscando nortear outras ações que possam ser desenvolvidas junto aos estudantes.

Proposta de abordagem

Considerando a perspectiva crítica da Educação Ambiental, as orientações do ProNEA e os currículos vigentes da Educação Básica (Ciências da Natureza e suas Tecnologias), analise as proposições abaixo e responda o que se pede:

Hortas escolares e Compostagem

Hortas escolares e compostagem são propostas econômicas e ecologicamente sustentáveis. A compostagem utiliza os resíduos orgânicos domésticos que seriam enviados para os aterros sanitários ou descartados de forma inadequada, gerando adubo. O adubo produzido substitui o uso de agroquímicos, o que promove benefícios para saúde humana (alimentos saudáveis) e diminui a contaminação do solo.

Geralmente, nas escolas, essa proposta é feita de forma pontual, ou seja, a abordagem é direcionada apenas para as questões de reciclagem e de alimentação saudável – não que sejam menos importantes – sem a devida promoção da criticidade, logo sem que se discuta os problemas ambientais e sociais firmados aos princípios da justiça social e econômica.

1 Supondo que você seja professor em uma escola e tenha que propor uma atividade com hortas e compostagem:

- O que você faria para transformar a prática menos pontual em uma ação mais crítica?
- Destaque os conteúdos químicos que podem ser abordados na proposta e os anos do Ensino Médio que poderão ser atendidos.

2 Questão do ENEM 2019:

O processo de calagem consiste na diminuição da acidez do solo usando compostos inorgânicos, sendo o mais usado o calcário dolomítico, que é constituído de carbonato de cálcio (CaCO_3) e carbonato de magnésio (MgCO_3). Além de aumentarem o pH do solo, esses compostos são fontes de cálcio e magnésio,

nutrientes importantes para os vegetais. Os compostos contidos no calcário dolomítico elevam o pH do solo, pois

- a) São óxidos inorgânicos
- b) São fontes de oxigênios
- c) O ânion reage com a água
- d) São substâncias anfóteras
- e) Os cátions reagem com a água

Considerando que essa questão seja trabalhada por você em sala de aula, quais aspectos da Educação Ambiental Crítica podem ser aplicados para contextualizar e promover a criticidade?

3 Destino dos resíduos sólidos:

Em algumas cidades Brasileiras, os resíduos sólidos são depositados a céu aberto (nos lixões) sem nenhum controle sanitário ou ambiental, ocasionando problemas sociais e ambientais. Para fomentar uma reflexão acerca dessa situação, considere o poema de Manuel Bandeira:

O Bicho

Vi ontem um bicho
 Na imundície do pátio
 Catando comida entre os detritos,

Quando achava alguma coisa,
 Não examinava nem cheirava:
 Engolia com voracidade.

O bicho não era um cão,
 Não era um gato, Não
 era um rato.

O bicho, meu Deus, era um homem.

Desse poema, podemos inferir que os problemas ambientais e sociais têm a mesma origem, ou seja, em suas raízes percebe-se uma sociedade injusta e desigual (o que está por trás das questões socioambientais?).

Pensando em futura atuação docente, descreva como você promoveria uma discussão em sala de aula (aulas de Química) que abrangesse os aspectos da (in)justiça social e da desigualdade. Considere os itens abaixo:

- 1 Os danos causados pelo destino inadequado dos resíduos sólidos;
- 2 As condições subumanas das pessoas que vivem da reciclagem e/ou reaproveitamento de materiais;
- 3 A relação entre o espaço destinado às monoculturas no Brasil (produção de alimentos) e as pessoas que passam fome;
- 4 Qual o papel da Ciência para promover melhorias nessas situações.

4 Mineração:

Vivenciamos dois acidentes envolvendo a mineração no estado de Minas Gerais, repercutidos mundialmente. Além dos danos causados ao ambiente natural, vidas humanas, não-humanas e patrimônio material e imaterial dessas localidades foram devastados.

Promova uma discussão em duplas, com base nas propostas a seguir:

- 1 Recuperação do solo atingido pelos resíduos da mineração (com acidentes ou não);
- 2 A relação das questões minerais, tecnologia, desenvolvimento, sociedade e meio ambiente;
- 3 A relação histórica da mineração, política, economia e sociedade;
- 4 O papel da Educação, sobretudo o ensino de Química, para essas questões.

5 Monocultura e plantação de soja:

A soja é um grão que movimenta a economia do Brasil. Além do consumo interno, ela é exportada para outros países. Entretanto, sabemos que a monocultura, ao longo do tempo, causa o empobrecimento do solo.

Escreva uma reflexão sobre a permanência da monocultura da soja (ou de outros grãos), mesmo causando o esgotamento do solo. Em seu texto, você pode discutir sobre questões agroflorestais, da reforma agrária, da pecuária, dos ciclos biogeoquímicos, do uso de agrotóxicos, da sociedade, dentre outros aspectos.

Bibliografia Consultada

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL. **Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA**: documento básico. Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental; Ministério da Educação, Coordenação Geral de Educação Ambiental. 5. ed. Brasília, 2018.

CARSON, R. Os reinos do solo. In CARSON, R.: **Primavera Silenciosa**. Tradução Claudia Sant'Anna Martins. 1. ed. São Paulo, 2010, p. 57-64.

INEP. Ministério da Educação. **Exame Nacional do Ensino Médio**. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/provas-e-gabaritos>>. Acesso em: 13 maio 2022.

ROSA, A. H.; ROCHA, J. C. Fluxo de matéria e energia no reservatório do solo: da origem à importância para a vida. **Química Nova na Escola**, n. 5, p. 7-17, 2003.