



ASPECTOS DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES NO DESENVOLVIMENTO DE UMA ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE SOBRE USO DE MISTURAS CASEIRAS NA LIMPEZA

Aspects of teachers training in the development of Interdisciplinary Rationality Island about the use of homemade cleaning mixes

Tathiane Milaré [tmilare@ufscar.br]

*Departamento de Ciências da Natureza, Matemática e Educação
Universidade Federal de São Carlos – campus Araras
Rodovia Anhanguera, Km 174 SP-330, Araras, São Paulo, Brasil.*

Resumo

Este trabalho tem como objetivo identificar e analisar aspectos da formação de professores contemplados no desenvolvimento de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) em um curso de Licenciatura em Química. A IIR é uma proposta metodológica que contribui com o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica dos participantes e se desenvolve a partir de uma situação problema. No caso considerado na análise, a situação problema envolveu o uso de misturas caseiras para limpeza doméstica. Anotações de campo da professora-pesquisadora, o produto final e a produção textual dos licenciandos foram submetidos a uma Análise Textual Discursiva. Verificou-se que, por um lado, aspectos relacionados à epistemologia, História da Ciência e ao modo de pensar tecnológico precisariam ser mais aprofundados nas discussões durante a IIR. Por outro lado, a experiência proporcionou aos licenciandos reflexões sobre a construção do conhecimento e as possibilidades do uso da metodologia em sala de aula no sentido de promover um Ensino de Química mais comprometido com a formação cidadã.

Palavras-Chave: Alfabetização Científica e Tecnológica; Licenciatura em Química; Ensino de Ciências.

Abstract

This paper aims to identify and analyze aspects of teacher education contemplated in the development of an Interdisciplinary Rationality Island (IRI) in a degree course in Chemistry. The IRI is a methodological proposal that contributes to the process of Scientific and Technological Literacy of the participants and develops from a problem situation. In the case considered in the analysis, the problem situation involved the use of homemade cleaning mixes. Field notes of the researcher teacher, the final product and the textual production of the undergraduates were submitted to a Discursive Textual Analysis. It was found that aspects related to epistemology, the history of science and the technological thinking needed to be deepened in the discussions during the IRI. The experience provided the undergraduates with reflections on the construction of knowledge and the possibilities of using the methodology in the classroom in order to promote a chemical education more committed to the citizen formation.

Keywords: Scientific and Technological Literacy; teacher education; science education.

INTRODUÇÃO

A Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) é uma proposta metodológica que visa construir uma representação frente a um contexto e projeto específicos, de forma a contribuir para o desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica, da interdisciplinaridade e da contextualização no Ensino de Ciências (Fourez, 2005). É desenvolvida a partir de uma situação problema, por meio de diversas etapas, que podem ser adaptadas conforme o contexto, e da elaboração de um produto final. O trabalho é desenvolvido coletivamente, envolvendo ativamente os estudantes no processo de construção do conhecimento, de forma que vai ao encontro da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP, ou PBL do inglês *problem-based learning*) (Santos & Correia, 2009).

Constituem etapas da IIR: i) elaboração de clichê da situação estudada, tempestade de ideias em que são apresentadas questões e hipóteses para resolução do problema; ii) panorama espontâneo, quando são identificados os fatores relacionados ao problema; iii) consulta aos especialistas ou especialidades; iv) indo a campo, quando teoria e prática são articuladas; v) abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios interdisciplinares, que consiste no aprofundamento de conhecimentos de determinadas áreas; vi) esquema global da situação estudada, em que uma síntese do que foi estudado até o momento é elaborada; vii) abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas, quando os estudos são realizados de forma mais autônoma; viii) síntese da IIR produzida, que consiste na produção coletiva de um produto final, em resposta à situação problema (Fourez, 2005).

As IIRs têm sido propostas em diversos contextos, abrangendo temáticas como produção de energia e impactos ambientais (Silva, 2001), nanociência e nanotecnologia (Leonel, 2010), ciências forenses (Regiani, *et al.*, 2012), o conceito de proporcionalidade (Siqueira & Gaertner, 2015), ilusão de ótica (Silva & Porto, 2015), biomas mundiais (Hounsell, Vasconcelos, & Lawal, 2016), entre outros. Segundo Paiva (2016), as IIRs favorecem o ensino contextualizado, possibilitando uma ruptura com o ensino tradicional, em que o professor é o detentor de conhecimentos a serem transmitidos aos estudantes. Também contribui para a abordagem interdisciplinar, sem abandonar os aprofundamentos disciplinares, e para o desenvolvimento da autonomia, da comunicação e do domínio de conhecimentos e de habilidades como a criação de modelos e a realização de debates.

No âmbito da formação inicial de professores, Melzer e Donato (2015) apresentam cinco propostas de IIR para desenvolver o Ensino de Química e tratar temas da agricultura e do modo de vida camponês no contexto da Licenciatura em Educação do Campo. Para os autores, as IIRs possibilitam atender às orientações dos projetos pedagógicos do curso, além da abordagem interdisciplinar e da realidade social dos estudantes. Souza *et al.* (2016) analisam o uso da abordagem CTS por meio das IIR com licenciandos em Ciências Naturais, destacando sua potencialidade em estimular os estudantes a identificarem diferentes fenômenos em seu dia a dia que podem ser discutidos sob a perspectiva das ciências. Isso possibilita a percepção das diversas oportunidades de contextualização dos conteúdos de ciências nas situações cotidianas, o que nem sempre é visto como um processo fácil para os professores. Cunha e Rodrigues (2012), considerando o contexto de formação inicial de professores de Física, apontam como uma das potencialidades das IIRs a necessidade da participação ativa dos estudantes, o que permite a realização de uma avaliação contínua de toda a turma envolvida. As autoras propuseram a elaboração de um portfólio como instrumento na construção de algumas etapas da IIR e, também, como forma de avaliação.

Apesar das experiências apresentadas na literatura, as IIRs ainda são pouco estudadas, havendo ainda diversos aspectos a serem compreendidos (Cunha, 2016). Entre esses aspectos, verifica-se a necessidade de ampliar as investigações sobre as contribuições e limitações das IIRs na formação inicial de professores de Química. É nesse contexto que este trabalho pretende contribuir, buscando respostas à questão: quais são as contribuições e limitações do desenvolvimento de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade para a formação de licenciandos em Química? O objetivo é identificar e analisar aspectos da formação de professores contemplados no desenvolvimento de uma IIR.

Alfabetização Científica e Tecnológica e formação de professores

O termo Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) tem se constituído um slogan que abrange diferentes significados e metodologias para o Ensino de Ciências, o que revela a necessidade de busca por definições, critérios e habilidades que possam orientar o trabalho em sala de aula nessa perspectiva. Na revisão bibliográfica feita por Sasseron e Carvalho (2011), por exemplo, diferentes aspectos e habilidades necessárias aos alfabetizados cientificamente foram identificados, embora seja possível determinar aspectos congruentes entre eles. Um desses aspectos refere-se à ACT como objetivo central do Ensino de Ciências, no sentido de promover a compreensão e domínio da Ciência e da Tecnologia, articuladas a aspectos históricos, epistemológicos, políticos, econômicos, ambientais e éticos, possibilitando uma atuação responsável, crítica e cidadã em sociedade.

Promover o processo de ACT na Educação Básica não é algo que possa ser concebido e executado de forma simples e imediata. É um processo coletivo e derivado de políticas educacionais que se alinhem a esta perspectiva. É necessário, também, ter uma formação docente adequada, superando obstáculos epistemológicos decorrentes, principalmente, da formação tecnicista e disciplinar. Nesse sentido, alguns aspectos necessários no processo de formação de professores de Ciências, tanto na inicial quanto na continuada, são apontados por Fourez (2005), como a formação em epistemologia e em História das Ciências, formação interdisciplinar, conhecimentos sobre o modo do pensamento tecnológico, participação

de discussões interdisciplinares e políticas sobre o sentido do Ensino de Ciências e desenvolvimento da capacidade de analisar as relações entre a escola e a sociedade.

Qualquer trabalho desenvolvido no âmbito escolar requer reflexão sobre o papel da escola e suas relações com a sociedade contemporânea. Trata-se da necessidade de se reconhecer como o sistema escolar deve estar inserido no contexto social, compreendendo seu funcionamento, finalidade e representação, assim como seu próprio papel dentro da sala de aula. Fourez (2005) destaca três requisitos necessários aos professores nesse sentido: 1) bom conhecimento do conteúdo que se ensina, ou seja, da disciplina a ser ministrada e dos conhecimentos a serem abordados; 2) um bom conhecimento dos estudantes e do modo como aprendem, ou seja, possuir uma formação pedagógica e 3) um bom conhecimento das posturas e das razões pelas quais se oferece aos alunos determinada formação.

Além disso, há necessidade de clareza sobre as finalidades do Ensino das Ciências. Em outras palavras, é necessário saber o porquê, o que e para quem ensinar os conhecimentos científicos (Fourez, 2005). Porém essas questões nem sempre recebem atenção dos professores, da comunidade escolar ou nos cursos de Licenciatura. Não são raros, por exemplo, discursos propedêuticos, em que é necessário ensinar determinados conteúdos das áreas das Ciências da Natureza com o único objetivo de preparar os estudantes para as fases escolares posteriores ou para processos seletivos como os vestibulares. Consequentemente, há um sucateamento da formação dos estudantes, uma vez que, ao priorizar os níveis posteriores, os conhecimentos com aplicação imediata na vida ou no cotidiano ficam em segundo plano. Outra perspectiva recorrente é o Ensino de Ciências para cumprir as determinações do currículo, do programa escolar ou, ainda, os conteúdos apresentados nos livros didáticos, gerando uma preocupação em “vencer” a lista de conteúdos no tempo estabelecido (Milaré, 2008). Um caminho possível para a superação desses entraves no Ensino de Ciências passa pela organização curricular visando uma formação mais abrangente e significativa.

A abordagem de temas ou situações problemas em sala de aula favorece a articulação entre conhecimentos, a capacidade de análise e a tomada de decisões (Halmenschlager & Delizoicov, 2017; Moraes & Taziri, 2019). Entretanto, é compreensível que existam dificuldades de desenvolver trabalhos nessa perspectiva, principalmente, em consequência de uma formação muito específica e exclusivamente disciplinar, voltada "*para ver somente através das lentes de uma só disciplina*" (Fourez, 2005, p. 80). Isso se constitui um obstáculo nas relações entre conteúdos específicos da própria formação com os conteúdos de outras áreas. Diante disso, o autor propõe uma formação interdisciplinar e a condução de um projeto interdisciplinar na prática, para que os professores construam, ao menos uma vez, "*uma representação de uma situação integrando elementos físicos, ecológicos, biológicos, econômicos, éticos, jurídicos etc.*" (Fourez, 2005, p. 80). É importante ressaltar que não se pretende, nessa perspectiva, extinguir ou desvalorizar as disciplinas na formação do professor, tampouco na Educação Básica, pois são por meio das aproximações disciplinares que se obtêm conhecimentos padronizados, universais e utilizáveis em contextos diversos (Schmitz & Alves-Filho, 2004). A intenção é estimular a articulação dos diferentes conhecimentos e áreas para que uma dada situação, ou problema, seja tratada de maneira interdisciplinar, considerando toda sua complexidade.

Na interpretação de notícias diárias e nas decisões cotidianas, sejam elas decisões individuais, como estabelecer uma dieta alimentar para um determinado fim, ou coletivas, como discutir sobre qual fonte de energia utilizar, há uma demanda crescente não só pelos conhecimentos científicos, mas, também, pelos conhecimentos acerca da Tecnologia. A Ciência e a Tecnologia, à luz de aspectos culturais, são obras humanas desenvolvidas em um contexto social, político, econômico e ético. Nesse sentido, a formação científica e a tecnológica não estão separadas e por isso considera-se também a Alfabetização Tecnológica. Para Cajas (2001), a Alfabetização Tecnológica se relaciona e complementa a Alfabetização Científica, pois permite conhecer as principais características das tecnologias, avaliando os possíveis problemas e as restrições físicas e sociais implicadas em seu desenvolvimento e uso. Os aspectos sociais devem ser relacionados tanto com as tecnologias quanto com as ciências. É necessário compreender mecanismos técnicos, adquirir um nível de autonomia perante as tecnologias e saber negociar a respeito delas (Fourez, 2005). Todavia, a Alfabetização Tecnológica não deve ser vista como uma forma de ensinar apenas procedimentos para manusear produtos tecnológicos e nem de manutenção da tecnocracia. São necessários conhecimentos sobre o modo do pensamento tecnológico, sobre como as tecnologias influenciam as organizações sociais e como se situam nas dinâmicas históricas da humanidade.

Segundo Cachapuz *et al.* (2005), "*o conhecimento de epistemologia torna os professores capazes de melhor compreender que Ciência estão a ensinar, ajuda-os na preparação e na orientação a dar às suas aulas e dá um significado mais claro e credível às suas propostas*" (p. 73). Para promover o processo de ACT, a formação de professores deve abranger aspectos epistemológicos, de forma a reconhecer os

conhecimentos científicos e a Tecnologia como construções humanas, em um contexto social, político e econômico, influenciados por interesses e passíveis de erros. Visões distorcidas da Ciência e da Tecnologia são frequentes e, geralmente, são as mesmas em diferentes grupos (Cachapuz, *et al.*, 2005). Trata-se de uma consequência da falta de discussões sobre o assunto, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, constituindo-se como um ciclo que interfere diretamente na forma de se ensinar e aprender Ciência, mas que pode e deve ser revertido. Concordando com Cachapuz e colegas (2005), "é *perfeitamente possível evitar as visões deformadas que o Ensino de Ciências costuma transmitir por ação ou omissão*" (p. 62) e este seria um dos primeiros passos para tornar possível a ACT em sala de aula.

O estudo da História da Ciência contribui nesse sentido, pois permite conhecer sobre o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia de forma contextualizada, favorecendo uma reorientação epistemológica por meio da superação das histórias de grandes descobertas e cientistas à margem da sociedade e de suas influências e interesses. A formação em epistemologia e em História da Ciência aproxima-se de um dos eixos estruturantes da Alfabetização Científica apontados por Sasseron e Carvalho (2011), que está voltado para a "*compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática*" (p. 75). Uma formação nesse sentido deve permitir a compreensão de como os modelos científicos são construídos (Fourez, 2005), o que contribui para um ensino dos processos de construção do conhecimento, em detrimento do enfoque exclusivo em resultados.

Considerando que todos esses aspectos na formação favorecem a condução do Ensino de Ciências na perspectiva da ACT, eles orientarão a análise da IIR realizada. Antes da análise, será apresentado como a IIR foi planejada e desenvolvida em sala de aula.

ILHA DE RACIONALIDADE NO CONTEXTO DA LICENCIATURA

A IIR considerada neste trabalho foi desenvolvida com uma turma de 20 graduandos do curso de Licenciatura em Química de uma universidade pública, durante a disciplina de Metodologia do Ensino de Química. A situação problema foi elaborada considerando-se a potencialidade dos truques populares de limpeza doméstica para o Ensino de Química (Silva e Milaré, 2019) e foi apresentada aos licenciandos no formato de uma postagem de rede social feita pela personagem fictícia Luciana, com o texto transcrito a seguir.

Sou diarista, faço faxina na casa de muitas famílias faz tempo. Com a falta de emprego, tem muita gente oferecendo este trabalho, então, tenho pesquisado sobre como poderia me destacar e garantir meu serviço. Conversando com umas amigas, tivemos a ideia de oferecer meu trabalho levando todo o material necessário, aí as famílias não teriam que gastar tempo e mais dinheiro comprando produtos de limpeza. Além disso, eu evito ter crises de alergia porque eu não posso [ter contato] com alguns produtos. Fui pesquisar aqui no FB [Facebook] uns produtos que fossem baratos, fáceis e "leves" de eu carregar para o serviço e encontrei um post falando que vinagre, bicarbonato, limão e água oxigenada resolveriam tudo! Será que é verdade? Fiquei sabendo que aí na [universidade] tem curso de Química... quem faz curso de Química deve saber, né? O uso de misturas com vinagre, limão, bicarbonato de sódio e água oxigenada para limpar a casa realmente funciona? Por quê? Me ajudem!

Ah... link do post https://www.youtube.com/watch?v=_QSW2L4YiIA1.

Após a apresentação da situação problema, os licenciandos passaram por todas as etapas da IIR, descritas a seguir.

- *Apresentação da situação problema e elaboração do clichê da situação estudada* – Logo após a apresentação e explicação da situação problema, cada licenciando elaborou pelo menos uma questão relacionada à situação apresentada, de modo que sua resposta pudesse auxiliar na resolução da questão apresentada por Luciana. Estas questões foram avaliadas e reescritas, quando necessário, por pequenos grupos de licenciandos, ainda na mesma aula. São exemplos de questões apresentadas nesta etapa: "*Por que é utilizado*

1 O endereço eletrônico indicado na postagem é do vídeo "5 misturas caseiras e eficientes de limpeza (amo!)" do canal do Youtube "Organize sem frescuras". No vídeo, Rafaela Oliveira apresenta diversas dicas de limpeza doméstica utilizando diferentes misturas com vinagre, limão, bicarbonato de sódio e água oxigenada.

especificamente o bicarbonato de sódio? Por que não outro sal?"; "Qual o pH do suco de limão, vinagre de álcool, vinagre de maçã e qual costuma ser o pH dos produtos de limpeza?" e "De que forma a água oxigenada elimina as bactérias?".

- *Panorama espontâneo* – As questões foram categorizadas conforme sua natureza pelos licenciandos e foram sugeridas diversas formas para obtenção das respostas, como a realização de experimentos que possibilitassem a verificação da capacidade de limpeza dos produtos, a consulta a especialistas – como biólogos, farmacêuticos, médicos ou enfermeiros, químicos, professores e donas(os) de casa – e materiais – como livros, artigos, internet e rótulos de produtos.
- *Consulta aos especialistas e especialidades, abertura aprofundada de caixas-pretas e busca de princípios interdisciplinares* – Estas etapas foram contempladas durante o trabalho dos grupos, que tiveram autonomia para escolher a maneira com que desenvolveriam suas pesquisas. Nesse processo, alguns licenciandos procuraram professores da universidade para esclarecer dúvidas e debater sobre os modelos explicativos construídos. Em uma das aulas, foram explorados os recursos disponíveis na internet, como artigos, simulações, materiais didáticos, vídeos, entre outros, sobre os conceitos e temáticas envolvidos nas explicações em estudo.
- *Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas* - Nesta etapa, os licenciandos socializaram os resultados de suas pesquisas e discussões, evidenciando que os conhecimentos e informações sobre a situação problema não estavam disponíveis de forma pronta e acabada nas fontes de pesquisa, mas precisavam ser construídos. Para a obtenção de novos dados, foram criados roteiros experimentais de forma coletiva e dialogada.
- *Indo a campo* – Foram realizados os experimentos propostos pelos próprios licenciandos na etapa anterior, por meio de uma abordagem que buscou investigar a atuação do vinagre como emulsificante e em metais oxidados e a capacidade de limpeza de diferentes soluções em superfícies de plástico, metal e de granito engorduradas.
- *Esquema global da situação estudada* – Foram construídos Mapas Conceituais sobre a situação problema, organizando e relacionando as diversas informações e dados obtidos pelos grupos. Em outra aula, os licenciandos também sistematizaram os modelos teóricos explicativos elaborados, utilizando a lousa para apresentar suas principais conclusões.
- *Síntese da IIR produzida* - O produto final solicitado à turma foi um vídeo e um “post” em resposta ao problema apresentado pela Luciana. O vídeo, com 12 minutos de duração e organizado em quatro partes, foi produzido com desenhos, narrativas, experimentos e simulação de cenas com uma dona de casa. Na primeira parte, a avó de uma das estudantes desempenha o papel de uma dona de casa que questiona a eficácia do uso do vinagre, bicarbonato e limão. Na segunda parte, narradores explicam as propriedades e uso de cada um dos produtos enquanto são mostradas figuras produzidas pelos licenciandos. Na terceira parte, são realizados experimentos para verificar se as misturas são capazes de limpar parte de uma bancada engordurada com óleo e se o limão atua na remoção da oxidação de uma moeda. Na quarta e última parte, a avó reaparece surpresa com a eficácia do uso do limão. O “post” resposta, apresentado a seguir, também foi construído coletivamente e apresentado à professora-pesquisadora em um grupo de rede social, com acesso restrito à turma, para que o contexto de apresentação fosse mais condizente com o da situação problema.

Olá Luciana! Tudo bem com você? Nós somos os alunos do curso de química [da universidade] e vamos tentar esclarecer suas dúvidas. Em relação às alergias a esses produtos que sugeriu, mesmo sendo comuns e/ou naturais, podem causar irritações. Para evitar problemas, recomendamos o uso de luvas independente dos produtos de limpeza que você irá usar. Na questão do preço chegamos à conclusão que não haverá diferença no preço pago em produtos de limpeza industrializados ou alternativos, contudo, no caso de alergias aos produtos industrializados, a melhor alternativa seriam os sugeridos. Quanto ao peso dos produtos acreditamos que de fato os alternativos teriam menor peso para você carregar até a casa do cliente. Porém, conforme discutimos no vídeo abaixo a eficácia dos produtos

industrializados é maior do que a dos produtos naturais, por isso indicamos que você utilize-os. Sobre a utilização das misturas com produtos alternativos aconselhamos a não misturar limão e/ou vinagre com bicarbonato, pois a ação de limpeza deles será anulada. No vídeo demonstramos as diferentes formas de mistura e apresentamos visualmente seus potenciais de limpeza em algumas superfícies, bem como explicamos como isso tudo acontece. Esperamos que este vídeo possa te ajudar! Qualquer dúvida, estamos à disposição!!!

ANALISANDO A IIR: CAMINHOS METODOLÓGICOS

A análise realizada é de caráter qualitativo e orientada pelos pressupostos da Análise Textual Discursiva. Segundo Moraes (2003), esta análise

“pode ser compreendida como um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução dos textos do corpus, a unitarização; estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (p. 192).”

O *corpus* de análise foi constituído por anotações de campo da professora-pesquisadora, produto final (vídeo e “*post*”) e as produções textuais de dezenove licenciandos utilizadas como avaliação na disciplina. Embora vinte licenciandos tenham participado de todo o processo de desenvolvimento da IIR, um dos licenciandos não realizou a avaliação escrita. Essas produções textuais versaram sobre todas as atividades desenvolvidas na disciplina, sendo selecionados os trechos relacionados especificamente à IIR para este trabalho. A pesquisa desenvolvida é parte de projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos na Plataforma Brasil e os sujeitos de pesquisa aceitaram participar voluntariamente, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e o Termo de autorização de uso das atividades realizadas na disciplina. O acesso ao vídeo não é público para garantir o anonimato dos sujeitos de pesquisa que poderiam ser identificados por meio de suas imagens.

Uma vez definido o *corpus* de análise, os textos passaram por uma desconstrução e unitarização, “*que consiste num processo de desmontagem ou desintegração dos textos, destacando seus elementos constituintes*” (Moraes, 2003, p. 195). Dessa desconstrução, foram originadas as unidades de análise que foram definidas a partir dos aspectos relacionados à Alfabetização Científica e Tecnológica, especialmente aqueles voltados para a formação de professores descritos anteriormente:

- i. Formação em epistemologia;
- ii. Formação em História das Ciências;
- iii. Formação interdisciplinar e condução de um projeto interdisciplinar na prática;
- iv. Conhecimentos sobre o modo do pensamento tecnológico;
- v. Participação de discussões (interdisciplinares e políticas) sobre o sentido do Ensino de Ciências;
- vi. Capacidade de analisar as relações entre a escola e a sociedade.

Das unidades de análise, partiu-se para o processo de categorização, em que as unidades são comparadas e agrupadas por semelhança. As categorias foram se constituindo a partir dos seis aspectos apresentados anteriormente, mas sem restringir a possibilidade de emergência de categorias a posteriori, que auxiliassem na busca de respostas às questões de pesquisa.

A análise textual discursiva prevê, ainda, a construção de um metatexto por meio das categorias de análise, constituído por aspectos descritivos e interpretativos que representam a compreensão e a teorização do fenômeno investigado (Moraes, 2003). Os resultados desse processo de análise serão apresentados a seguir. Para garantir o anonimato dos sujeitos de pesquisa, cada licenciando(a) será indicado por um número, de 1 a 19, atribuído aleatoriamente às suas respectivas produções textuais. Trechos oriundos do produto final serão identificados desta forma entre parênteses ao final da transcrição.

2 Ocorre uma reação química entre o ácido e o bicarbonato de sódio em que um dos produtos é o gás carbônico. Assim, dependendo das quantidades utilizadas, o ácido é neutralizado.

ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES E LIMITAÇÕES DA IIR

Na categoria relacionada à primeira unidade de análise, **formação em epistemologia**, foram identificados aspectos relacionados à compreensão da situação problema, às atividades investigativas e ao papel da experimentação realizadas pela turma. Inicialmente, a situação problema parecia, para os licenciandos, algo simples de ser resolvido buscando-se respostas em livros e internet, como, geralmente, parecem fazer em trabalhos da graduação. Em geral, o Google é a primeira ferramenta de busca utilizada pelos estudantes para obter as informações iniciais. Assim, os estudantes apenas ampliam suas pesquisas para outras bases de dados, ou biblioteca, se essas informações forem insuficientes ou for inviável vasculhar um número grande de páginas obtidas como resultado (Shultz & Zemke, 2019). Na perspectiva dos licenciandos, a *“situação problema [...] nos parecia simples inicialmente, mas que se tornou mais difícil quando nos deparamos com uma literatura completamente vazia sobre o assunto”* (14). *“Não havia muitas literaturas que pudessem nos dar uma base, assim nos forçando a sair do cómodo Google”* (01). De fato, a literatura sobre o tema não é facilmente encontrada, pois as questões cotidianas nem sempre são investigadas pela Ciência. Uma das licenciandas justificou essa dificuldade, explicando que *“quando pesquisamos algo, temos o costume de receber a resposta pronta”* (18).

Na etapa relacionada à consulta aos especialistas, os licenciandos procuraram professores das áreas de Química da universidade em busca de explicações, certos de que esses professores teriam uma resposta imediata. No entanto, isso também não ocorreu. Os professores não tinham respostas sobre como os produtos poderiam ter uma ação desengordurante, por exemplo, que justificasse seu uso na limpeza doméstica, principalmente na cozinha. A turma demonstrou certa surpresa ao relatarem que os professores consultados não apresentaram respostas às suas questões, pelo contrário, alguns deles apresentaram hipóteses, apresentando possibilidades para uma linha de pensamento. Este comportamento e outros expressos nos trechos sugerem que o ensino tradicional ainda é algo muito presente na formação destes licenciandos que, além de não estarem acostumados a realizarem pesquisas mais amplas e profundas, enxergam os professores como os detentores do conhecimento. Os impactos negativos do ensino tradicional, entendido como um modelo pedagógico em que prevalecem concepções como a neutralidade da ciência, a transmissão de conhecimentos do professor ao aluno e a visão da educação como adaptação do estudante à sociedade (Fernandes, 2015), não são restritos a esse grupo, mas contribuem para posturas passivas dos estudantes em diferentes cursos e níveis de ensino (Garcia, Machado, & Daher, 2015; Freire, 2019).

Apesar desse obstáculo inicial no desenvolvimento da IIR, os licenciandos não se sentiram desmotivados, mas desafiados a enfrentar esse processo: não encontrar a resposta pronta *“desta vez me fez querer saber mais e correr atrás da resposta, me motivando e me animando com cada informação correta ou errada que encontramos através dos experimentos”* (18). Além da IIR *“proporcionar uma aproximação maior entre os estudantes”*, também fez com que eles se reconhecessem na *“posição de investigadores”*, fazendo-os se sentirem *“mais instigados para continuar as pesquisas e para buscar alternativas novas para a solução do problema”* (15).

Os licenciandos tiveram que realizar *“testes, experimentos, buscas em artigos, trazer informações vigentes e conceitos para responder a Luciana [...] Foi um trabalho intenso e muito investigativo, que trouxe diversas vertentes e modo díspar para chegar à conclusão”* (17). A elaboração dos próprios roteiros experimentais, baseando-se nas hipóteses e teorias iniciais, não é uma prática comum nos cursos de licenciatura, mas se aproxima da prática científica, trazendo uma perspectiva do conhecimento em construção.

Verificou-se que os licenciandos reconheceram e aceitaram o desafio de buscar novos percursos para a construção das respostas aos seus questionamentos. A natureza da situação problema, contextualizada fora da academia e que enfatiza uma situação cotidiana envolvendo a mistura de produtos e aspectos como saúde e trabalho, implicou na falta de respostas prontas, o que instigou os licenciandos a desenvolverem uma atitude investigativa. A elaboração de modelos teóricos explicativos, a proposição e a realização de experimentos são processos presentes na construção do conhecimento científico e foram vivenciados durante a IIR. No entanto, todo esse contexto se constituiu como elemento motivador para os estudantes desenvolverem as atividades, não sendo suficiente para problematizar suas concepções de Ciência e contribuir para a formação em epistemologia preconizada por Fourez (2005).

Para o autor, a formação em epistemologia é necessária aos docentes no sentido de promover uma compreensão sobre o processo de construção do conhecimento científico, evidenciando que as teorias científicas originam-se em uma determinada situação e que sua validade situa-se na capacidade de representação dos contextos nos quais foram desenvolvidas, de forma adequada e fecunda em relação a

projetos de ação e de comunicação (Fourez, 2005). Há necessidade dos professores superarem a visão empirista, concebendo a Ciência como um processo humano, coletivo e em transformação, e a atividade experimental como parte do processo, articulada a pressupostos teóricos anteriores, visão contrária à ideia da observação neutra e da comprovação empírica.

Em contrapartida, alguns trechos das produções textuais apresentam uma concepção empírica: “[...] *cada informação correta ou errada que encontramos através dos experimentos*” (18). Nesse sentido, os experimentos foram considerados por alguns licenciandos como fonte do conhecimento correto, que confirmaria as informações apresentadas. “*A turma se reuniu para fazer pesquisas, consultar professores e até mesmo **fazer experimentos para ter total certeza** dos resultados que seriam apresentados*” (15, grifo nosso). Foi por isso que alguns experimentos foram inseridos na produção do vídeo, pois, “*sem dúvida é uma forma de chamar a atenção e mostrar se o que estamos passando realmente funciona ou não*” (15). “*Alguns **experimentos foram feitos a fim de comprovar ou não** a eficiência destes produtos na limpeza de superfícies sujas*” (narradores no vídeo do produto final; grifo nosso). “*A partir dos experimentos [...] podemos concluir que o vinagre não é eficiente como desengordurante, pois não eliminou o óleo das diversas superfícies testadas. Percebemos somente que as sujeiras presentes nas superfícies metálicas foram eliminadas*” (Roteiro da elaboração do vídeo).

Nesses trechos, as hipóteses e as teorias estudadas pelos licenciandos parecem estar em segundo plano, ou são desconsideradas, perdendo sua importância mesmo quando diversas outras atividades na IIR tenham priorizado o estudo teórico da situação problema. Segundo Cachapuz *et al.* (2005), a visão empírico-indutivista de Ciência é a mais estudada e criticada na literatura, sendo perpetuada pelo ensino tradicional e pelas práticas experimentais do tipo “receita de bolo”, bastante frequentes na Educação Básica e superior. Por outro lado, atividades experimentais que relacionam observação e teoria, valorizando o caráter social da construção dos conhecimentos científicos, podem enriquecer o conhecimento dos estudantes sobre a natureza da ciência, incluindo o papel da experimentação (Gonçalves & Marques, 2006).

No caso da IIR, a vivência da experimentação investigativa não foi suficiente para colocar em xeque as concepções distorcidas do papel da experimentação na construção do conhecimento, indicando a necessidade de aprofundar as discussões nesse sentido durante a IIR. O estudo da **História da Ciência** também poderia contribuir nesse contexto. No entanto, a História da Ciência não foi contemplada no desenvolvimento da IIR, o que pode ser justificado pela natureza da situação problema apresentada, mais voltada ao cotidiano, e pelo não direcionamento das discussões nesse sentido pela professora-pesquisadora, uma vez que “*a situação problema precisa instigar os estudantes a buscarem conhecimentos nas áreas científicas e tecnológicas, sendo ainda papel do professor direcioná-los sobre o caráter epistemológico das Ciências*” (Paiva, 2016, p. 85).

O conhecimento da História e Epistemologia da Ciência é um dos aspectos fundamentais na formação de professores de ciências, sobretudo em relação à atuação docente que possibilite o desenvolvimento da Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação Básica (Oliveira, 2019). Ao longo do desenvolvimento da IIR, as discussões sobre a construção do conhecimento e os encaminhamentos feitos pelos licenciandos de forma fundamentada, coletiva e negociada, somadas com o desempenho e envolvimento dos mesmos em outras atividades durante a disciplina, sugeriam a superação de visões distorcidas da ciência, o que levou a professora-pesquisadora não direcionar o debate para um aprofundamento dos aspectos epistemológicos da experimentação. Nesse sentido, os licenciandos foram orientados, desde o início da disciplina, a levar em consideração a reflexão sobre um texto de referência (Malheiro, 2016) no planejamento e execução dos experimentos. Como consequência, o produto final evidenciou o papel crucial da experimentação como atividade que comprova o conhecimento, desconsiderando as teorias formuladas anteriormente, indicando que as discussões não foram suficientes e as vivências com atividades experimentais no contexto do ensino tradicional ainda orientavam as concepções dos licenciandos.

Em relação à categoria que considera **a formação interdisciplinar e condução de um projeto interdisciplinar na prática**, os licenciandos construíram uma representação envolvendo conhecimentos de áreas como Química, Bioquímica e Biologia ao considerarem a eliminação de microrganismos, como fungos e bactérias, para justificar a ação limpante e desinfetante das soluções. Alguns processos no corpo humano também foram considerados, como aftas bucais, queimação estomacal e ferimentos com sangue, para discutir o uso cotidiano de bicarbonato de sódio e água oxigenada, evidenciando a contribuição do processo para uma **formação interdisciplinar**. Apesar disso, os conhecimentos relacionados à Química foram predominantes no produto final, que se referiu a conceitos como ácidos, bases, metais, oxidação, soluções e reações químicas.

Os conceitos químicos e biológicos envolvidos foram estudados pelos licenciandos em etapas anteriores do curso, mas precisaram ser resgatados e ressignificados no contexto da IIR, o que foi feito por meio de apresentação de seminários e discussões coletivas em sala de aula, evidenciando compreensões equivocadas. Entre elas, estava a compreensão de que o vinagre, por ser composto por ácido acético que possui uma carboxila, teria ação surfactante e, conseqüentemente, seria um excelente desinfetante. Esta compreensão fez com que os licenciandos tentassem misturar óleo com água adicionando vinagre, mas não obtiveram os resultados esperados. Ao final da IIR, também foram discutidos dois erros apresentados no vídeo: a representação equivocada de estrutura molecular apresentada em uma das figuras, onde um carbono foi representado com cinco ligações, e o uso do termo ferrugem por uma das narradoras para se referir ao óxido formado em uma moeda de cobre. Assim, em diversos momentos, os conhecimentos mobilizados foram debatidos e reavaliados, contribuindo para a aprendizagem, mas sem esgotar as possibilidades de ampliação e aprofundamento que poderiam ser evidenciadas em outros percursos e processos de negociação.

Para Fourez (2005), a negociação alicerça as práticas científicas e técnicas, considerando não apenas a discussão e defesa de interesses e interpretações entre as pessoas, mas, também, processos que envolvam objetos como aparatos tecnológicos. No contexto disciplinar, a forma de abordagem de um problema ou situação, ou de estudo de um objeto, já é definida pelas características da própria disciplina. Nos trabalhos interdisciplinares, é necessário tomar decisões sobre quais pontos de vista disciplinares serão privilegiados em um processo de negociação. Trata-se de um processo político, pois a predominância de uma área de conhecimento não pode ser imposta (Fourez, 2005). Mesmo sem essa imposição nas orientações da IIR, na etapa panorama espontâneo, os licenciandos agruparam as questões apresentadas por eles inicialmente conforme os produtos aos quais se referiam, o que pode ser relacionado ao pensamento químico de avaliar os materiais conforme sua composição e propriedades. Deste modo, foram formados três grupos de questões: i) limão - ii) vinagre e iii) água oxigenada e bicarbonato. A configuração deste último grupo, agregando dois tipos de substâncias diferentes, decorreu de um número menor de questões a serem investigadas para cada um dos produtos. Os licenciandos tiveram a preocupação de formar grupos com aproximadamente a mesma quantidade de questões.

Além da eficácia dos produtos na limpeza, os licenciandos optaram por explorar as questões relacionadas à saúde, e essa escolha demandou conhecimentos das disciplinas voltadas para as Ciências Biológicas. É possível caracterizar esse enfoque como uma escolha dos licenciandos uma vez que esse foi o rumo que as discussões e pesquisas realizadas pela turma tomaram e, ainda, que essa temática não é a única sinalizada no texto da situação problema (*“eu evito ter crises de alergia”*). Outros trechos da situação problema indicam a possibilidade de explorar questões de outras áreas de conhecimento como Matemática, Economia (*“a falta de emprego”*; *“as famílias não teriam que gastar tempo e mais dinheiro”*; *“uns produtos que fossem baratos”*), Sociologia (*“faço faxina na casa de muitas famílias”*; *“como poderia me destacar e garantir meu serviço”*) e Ciências da Informação (*“fui pesquisar aqui no FB [Facebook] [...] encontrei um post”*). Dentre essas possibilidades, os licenciandos limitaram-se às Ciências da Natureza, suscitando a hipótese de que buscaram manter-se em áreas mais próximas de sua atuação e estudo, apesar das outras áreas também serem de extrema importância no curso de Licenciatura. Esta hipótese pode ser desdobrada em outras que podem problematizar visões de mundo dos estudantes, questões curriculares nos cursos de formação de professores, entre outros.

A relação entre os conhecimentos em função da situação problema tornou mais concreta as possibilidades do ensino contextualizado de ciências para os licenciandos, ampliando seu repertório de abordagens didáticas. *“No que se refere aos projetos, podem ser utilizados para integrar disciplinas, aos quais os estudantes não veem proximidade, podem ser temas que possam auxiliar na resolução de um problema da comunidade escolar, entre outros”* (05). *“Pode-se também relacionar os conceitos das disciplinas que serão ensinadas com o cotidiano do aluno, isso faz com que o aluno desenvolva um senso crítico e relacione o conteúdo com sua participação social, cultural e até política. Além da relação com o cotidiano, pode-se apresentar uma problemática com o tema da aula e fazer assim com que haja o desenvolvimento do conteúdo através dela”* (03). Mesmo não envolvendo conhecimentos de muitas áreas na elaboração do produto final, os licenciandos reconheceram que a proposta metodológica possibilita **a formação interdisciplinar e condução de um projeto interdisciplinar na prática**, além da problematização da realidade escolar, o que torna o ensino mais significativo para os estudantes.

Ao vivenciarem uma proposta metodológica na prática, os licenciandos consideraram seus papéis como estudantes e, também, como professores em formação, apresentando aspectos que contemplam as categorias de análise **sentido do Ensino de Ciências** e as **relações entre a escola e sociedade**. Na elaboração do produto final (resposta à diarista), ter que explicar para alguém que não tem conhecimentos químicos também foi considerado pelos licenciandos como um processo interessante. Segundo os relatos,

eles tiveram que adaptar a linguagem utilizada, o que foi um exercício para atuação no Ensino Médio, pois “o maior desafio foi como passar essas informações de forma simples e interativa” (Licencianda 15). A licencianda (05), por exemplo, explica que “a possibilidade de participar de um projeto, em que pude verificar a importância da Alfabetização Científica na Educação Básica [...], proporcionou uma experiência, não apenas com futuros docentes, mas também como estudantes de Química” (05). O licenciando (01) enfatizou suas aprendizagens escrevendo que “trabalhar em sala de aula a “base de resolução de problemas” foi muito efetiva em vista que realmente aprendi os conteúdos que eram os focos da problemática e que realmente vivi a experiência de uma metodologia não convencional e percebi como realmente é possível trabalhar com os alunos de inúmeros jeitos. Preparar os conteúdos também foi enriquecedor no quesito de experiência” (01). Durante a IIR, os licenciandos também puderam repensar seus conhecimentos, fazendo com que reconhecessem suas dificuldades e caixas pretas: “nós alunos tivemos que suprir nossas concepções alternativas, buscar a abertura de nossas caixas pretas através de pesquisa na internet, em livros e em nossa própria experiência” (Licencianda 16).

Ao final da IIR, durante discussão coletiva sobre a avaliação do processo, os licenciandos reconheceram as potencialidades da proposta no contexto da Educação Básica, principalmente na perspectiva da ACT e CTS. Ressaltaram que outras dicas e truques disseminados na internet poderiam ser utilizados, que a IIR foi uma proposta investigativa, em que os próprios estudantes deveriam escolher quais questionamentos iniciais deveriam ser investigados, auxiliando o desenvolvimento de uma perspectiva científica.

Os apontamentos dos licenciandos indicam suas reflexões sobre o **sentido do Ensino de Ciências**, que deve ser significativo e voltado para a compreensão da realidade e para a formação crítica dos estudantes, objetivos em consonância com a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT). Assim, um dos aspectos positivos da IIR, apontado pela licencianda (04), é que “quando elaborada corretamente, envolve os alunos de maneira que o conteúdo aprendido faça sentido para eles e não seja apenas para se “decorar” e ir bem na avaliação”. É nesse contexto em que também se inserem as **relações entre escola e sociedade**. “Aprendemos que devemos sempre buscar cumprir o que a Alfabetização Científica e Tecnológica almeja, independente do conteúdo, pois visamos à formação de cidadãos, seja qual for sua área de atuação” (07). A perspectiva CTS “no Ensino de Química se torna potencial para a formação crítica dos estudantes e para que eles se tornem de fato agentes que atuem fortemente nas questões sociopolíticas” (19). Para que os professores compreendam as posições e razões pelas quais determinada formação é colocada para os estudantes, é necessário analisar o sistema escolar na sociedade (Fourez, 2005). Em âmbito mais amplo, isso implica na análise crítica sobre o papel da educação na sociedade, que, na perspectiva CTS e ACT, tem um sentido de participação efetiva na tomada de decisões. No âmbito mais restrito do trabalho em sala e aula, essas compreensões orientam a atuação do professor na escolha e elaboração de metodologias de ensino, recursos e estratégias didáticas. As atividades realizadas com os licenciandos promoveram reflexões nesse sentido, como é possível perceber em suas produções textuais. Para o licenciando (07), “com esta abordagem, o professor adquire um papel crucial, o de direcionar os alunos, agora protagonistas no processo, a encontrarem as respostas desejadas (desejadas fervorosamente, em nosso caso), através de etapas mediadoras que contribuem para tal investigação”.

Conhecimentos sobre o **modo do pensamento tecnológico** constituem outro aspecto necessário na formação de professores na perspectiva da ACT considerado como categoria de análise. Para Fourez (2005), a abordagem da Tecnologia no ensino não se restringe a questões práticas, por exemplo, sobre como utilizar ou funciona determinado aparato tecnológico. É necessário identificar as múltiplas dimensões relacionadas ao desenvolvimento tecnológico. Uma das formas de pensar a formação em tecnologias é subsidiada pela negociação, em que um dos objetivos é compreender suficientemente bem o funcionamento do sistema tecnológico para selecionar o que será utilizado dele. Assim, “os usuários deixam de ser atores passivos aos quais a Tecnologia prescreve um comportamento” (Fourez, 2005, p. 146).

Na IIR realizada, os aspectos tecnológicos foram restritos às Tecnologias de Comunicação e Informação, pois a situação problema foi baseada em vídeos disponíveis e de grande circulação na internet, que deveriam ser avaliados, conduzindo reflexões sobre os impactos do uso das tecnologias no dia a dia das pessoas, principalmente em um contexto em que a Tecnologia tem ampliado o acesso e a difusão de informações muitas vezes equivocadas. Os licenciandos também utilizaram a internet para realizar pesquisas e as redes sociais para trocarem as informações. Assim, a IIR possibilitou reflexões sobre o impacto das Tecnologias de informação e comunicação na sociedade, sobretudo em relação à divulgação de vídeos com tutoriais para procedimentos cotidianos diversos, o que impactam diretamente a vida das pessoas e podem trazer sérias consequências à saúde, ao meio ambiente e à segurança pública. Segundo a Licencianda (18), “quando lida algo na internet, seja sobre os produtos de limpeza alternativos ou outros

assuntos, eu não “filtrava” a informação, apenas tomava o seguinte fato como verdade, e através da situação problema da Luciana e toda pesquisa por trás disso eu pensei em quantas coisas eu li, acreditei e nunca testei para saber se funcionava ou o porquê funciona, me fazendo mais crítica em tudo”.

O acesso a uma diversidade de conteúdos muitas vezes facilitado por meio das tecnologias tem exigido das pessoas a capacidade de avaliar e selecionar informações, na contramão da prática bastante comum atualmente de receber e compartilhar nas redes sociais sem, ao menos, ler e compreender do que se trata. No contexto de formação de professores, se o próprio docente não tem esse olhar crítico sobre como as tecnologias têm reorganizado as atividades sociais e sobre seu comportamento frente a elas, dificilmente esse debate chegará à Educação Básica. Do mesmo modo, é necessário que os professores formadores nas universidades considerem essas questões, o que ainda não é uma prática frequente. Schuhmacher *et al.* (2016) apontam em sua pesquisa sobre literacia mediática e informacional no Ensino Superior que *“o uso da Internet como forma de pesquisa é uma estratégia largamente utilizada entre os professores do ES [Ensino Superior], e que permite a ocorrência da aprendizagem, mas poucos são os professores que fazem uso desta metodologia de forma planejada e voltada para a aprendizagem”* (p. 10).

As dificuldades iniciais da turma no processo de pesquisa, discutidas anteriormente, indicam que, embora as tecnologias estejam presentes no dia a dia e sejam utilizadas com frequência e facilidade, o posicionamento dos licenciandos frente às Tecnologias de Informação e Comunicação era de usuários passivos. Na pesquisa de Schuhmacher *et al.* (2016), foi verificada situação semelhante com estudantes do primeiro ano de cursos de graduação em Química, em Biologia e em Matemática, que utilizam as tecnologias frequentemente em casa, na escola ou no trabalho, *“mas as competências necessárias para passar da destreza para o conhecimento sobre as tecnologias, ainda está muito abaixo do desejável, pois o uso hábil da Tecnologia não é garantia de que este possa resolver problemas com base na tecnologia”* (p. 12). Considerando que construir conhecimentos sobre a Tecnologia, no sentido de desenvolver o pensamento tecnológico, é consequência de um processo, que não finda em uma atividade ou disciplina, a contribuição da IIR realizada consistiu na problematização dos conteúdos digitais disponíveis na rede. O desenvolvimento de IIR tem se mostrado como um caminho potente para revelar e problematizar aspectos que antes não eram percebidos pelos participantes, mesmo quando presentes em situações cotidianas. Essa contribuição da IIR também foi evidenciada por Souza *et al.* (2016).

Ampliando as limitações já evidenciadas nas categorias de análise, o tempo e a comunicação foram apontados pelos licenciandos como os principais desafios da IIR. Em relação ao tempo, por ter sido uma atividade extensa no contexto da disciplina, apontaram a necessidade de elaborar situações problemas na Educação Básica que sejam mais simples e que tratem de assuntos relacionados ao currículo escolar. O tempo necessário para planejamento e desenvolvimento de uma IIR é um aspecto importante, e sua indicação pelos licenciandos revela suas reflexões sobre o trabalho docente. Nesse contexto, da mesma forma percebida por Oliveira (2019), a demanda de tempo é concebida como um desafio a ser considerado pelos professores e não como um elemento limitante a ponto de inviabilizar o desenvolvimento de uma IIR na Educação Básica.

Os licenciandos tiveram dificuldade de comunicação entre todos os estudantes da turma e em lidar com todas as informações, uma vez que encontraram muitas informações relacionadas ao problema, mas que deveriam ser avaliadas, fundamentadas e articuladas para a construção da resposta. Para Fourez (2005), a comunicação é uma das finalidades da ACT e deve envolver a negociação. O fato dos licenciandos terem apontado a comunicação como um dos obstáculos pode indicar, por um lado, a complexidade desse processo e, por outro, a falta de experiência com a condução de projetos coletivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do desenvolvimento da IIR no contexto de um curso de Licenciatura em Química indica que essa proposta metodológica pode ser bastante frutífera na superação das dicotomias e obstáculos históricos em relação ao distanciamento das disciplinas das áreas específicas de Química e as da área pedagógica. Isso porque, dependendo da natureza do problema proposto, os conhecimentos químicos podem ser indispensáveis na resposta à situação e construção do produto final. A problematização de misturas caseiras, para fins diversos além daqueles para os quais foram produzidos, tem sido promissora na mobilização de conhecimentos científicos. Na IIR analisada, os licenciandos mobilizaram seus conhecimentos, reavaliando-os, repensando algumas concepções alternativas, e, ainda, envolveram outros professores do curso no esclarecimento de dúvidas.

A IIR contribuiu para a promoção de discussões sobre o Ensino de Química, a escola e a sociedade, permitindo aos licenciandos vivenciarem propostas metodológicas diferenciadas e avaliarem formas de inseri-las no contexto da Educação Básica, com o objetivo de promover o processo de Alfabetização Científica e Tecnológica com os estudantes, o que contemplou o propósito da disciplina de Metodologia do Ensino de Química no curso de Licenciatura. A participação na IIR permitiu também que os licenciandos fizessem uma autoavaliação de seus conhecimentos, atitudes e aprendizagens. No início, os licenciandos imaginaram que seria suficiente reproduzir as informações encontradas, mas, nas etapas seguintes, verificaram que precisariam, de fato, muito mais que isso, precisariam construir conhecimentos e realizar uma transposição para uma linguagem acessível fora do ambiente acadêmico. Nesse processo, alguns licenciandos depararam-se com deficiências em sua própria formação, reveladas pela falta de domínio de alguns conceitos químicos e pela falta de senso crítico na busca de informações. Novas pesquisas poderiam aprofundar os estudos acerca da contribuição da proposta metodológica na aprendizagem dos conceitos científicos, além dos aspectos contemplados neste trabalho.

Alguns dos aspectos necessários à formação de professores considerados na análise precisariam ser mais bem explorados no desenvolvimento de outras propostas e pesquisas sobre a IIR. Paiva (2016) aponta que na maioria dos relatos sobre as IIRs em dissertações de mestrado não foram apresentadas questões políticas, epistemológicas e históricas. No caso da IIR analisada, as questões políticas e históricas também não foram contempladas e isso foi uma das limitações. Para garantir que aspectos da História das Ciências sejam contemplados, sugere-se que haja um direcionamento neste sentido na elaboração da situação problema ou durante as primeiras etapas, em que são feitos os questionamentos iniciais e definidas as estratégias subsequentes de investigação. As questões epistemológicas limitaram-se às reflexões sobre o processo de construção do conhecimento científico diante da necessidade de elaboração de modelos teóricos explicativos para lidar com a situação problema e ao papel da experimentação, mas poderiam ser ampliadas, incluindo questões relacionadas à natureza do pensamento tecnológico.

Os licenciandos enfatizaram o uso e propriedade das substâncias e misturas, embora pudessem ter incluído nas discussões questões sobre o trabalho da diarista e sobre a falta de emprego que contextualizaram a situação problema. As escolhas dos licenciandos mantiveram as discussões e atividades na área das Ciências da Natureza, articulando conhecimentos das Ciências Biológicas e da Química. Consequentemente, a abordagem interdisciplinar foi prejudicada, mas não anulada, embora as Ciências Humanas pudessem ser incluídas, as escolhas decorreram da negociação entre os participantes em função da situação problema.

Corroborando com os resultados obtidos em outros cursos de formação de professores (Cunha & Rodrigues, 2012; Melzer & Donato, 2015; Souza *et al.*, 2016), a IIR analisada contribuiu para a formação docente no que se refere à contextualização, à interdisciplinaridade e à abordagem de situações cotidianas ou de importância social, além de motivarem e promoverem a participação efetiva dos licenciandos em todo o processo de aprendizagem. Para além do que a literatura aponta, este trabalho evidenciou aspectos importantes da IIR relacionados à situação problema elaborada (reflexões sobre o uso da internet como fonte de pesquisa; a necessidade de avaliação crítica dos conteúdos digitais e a potencialidade da problematização de dicas e truques difundidos nas redes sociais para o Ensino de Ciências); à autoavaliação da aprendizagem pelos professores em formação (contraposição da ideia de que saber Ciência se restringe a saber conceitos) e ao produto final voltado para a divulgação científica (reflexões sobre o uso de linguagem e forma de explicações para um público leigo).

Trabalhos futuros que busquem lidar com as limitações e os desafios identificados nesta análise poderiam investigar possíveis intervenções do professor-formador no processo, os impactos de situações problemas que contemplem a História da Ciência, e o desenvolvimento da negociação e da interdisciplinaridade com grupos formados por estudantes de cursos de Licenciatura de diferentes áreas.

REFERÊNCIAS

- Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do Ensino de Ciências*. São Paulo, SP: Cortez.
- Cajas, F. (2001). Alfabetización Científica y Tecnológica: La Transposición Didáctica del Conocimiento Tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 243-254. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21737/21571>

- Cunha, K. S., & Rodrigues, K. C. (2012). A formação inicial de professores de física: reflexões sobre a prática de ensino em um núcleo de formação docente. In *Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino* (p.13). Campinas, SP, Brasil. Recuperado de <http://endipe.pro.br/ebooks-2012/3110c.pdf>
- Cunha, T. B. (2016). *Ilhota Interdisciplinar de Racionalidade: identificação e caracterização de estudos em periódicos brasileiros*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/175033>
- Fernandes, R. C. A. (2015). *Inovações pedagógicas no Ensino de Ciências dos anos iniciais: um estudo a partir de pesquisas acadêmicas brasileiras (1972-2012)*. (Tese de doutorado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. Recuperado de <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/253974>
- Fourez, G. (2005). *Alfabetización científica y tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias*. Buenos Aires, Argentina: Colihue.
- Freire, L. M. (2019). *Os desafios enfrentados por um professor de química na implementação de uma sequência de ensino sobre soluções e consumo de açúcar com enfoque CTS*. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização). Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil. Recuperado de <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/32755>
- Garcia, J. S., Machado, V. M., & Daher, A. F. B. (2015). Formação inicial de professores de Ciências para a Educação Científica. In *Anais do VII Encontro Regional de Ensino de Biologia*, (p. 1). Niterói, RJ, Brasil.
- Gonçalves, F. P., & Marques, C. A. (2006). Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no Ensino de Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(2), 219-238. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/494/297>
- Halmenschlager, K. R., & Delizoicov, D. (2017). Abordagem temática no Ensino de Ciências: caracterização de propostas destinadas ao Ensino Médio. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 10(2), 305-330. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n2p305>
- Hounsell, R. C. S., Vasconcelos, M. B., & Lawall, I. T. (2016). Proposta metodológica, à luz da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, no Ensino de Ciências em Ensino Bilingue. In *Anais do Colóquio Luso-Brasileiro de Educação*, (p. 420), Joinville, SC, Brasil. Recuperado de <http://www.revistas.udesc.br/index.php/colbeduca/article/view/8442/6110>
- Leonel, A. A. (2010). *Nanociência e nanotecnologia: uma proposta de ilha interdisciplinar de racionalidade para o ensino de física moderna e contemporânea no Ensino Médio*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/94571>
- Malheiro, J. M. S. (2016). Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. *Actio: docência em ciências*, 1(1), p. 108-127. Recuperado de <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/4796/3150>
- Melzer, E. E. M., & Donato, D. P. (2015). Reflexões e projeções sobre o uso da teoria de Ilhas de Racionalidade para a inserção do Ensino de Química em uma Licenciatura em Educação do Campo. *Scientia Plena*, 11(6). Recuperado de <https://www.scientiaplenua.org.br/sp/article/view/2554>
- Milaré, T. (2008). *Ciências na 8ª série: da Química disciplinar à Química do Cidadão*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/91456>
- Moraes, R. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação* (Bauru), 9(2), 191-211. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-73132003000200004>
- Moraes, V. R. A., & Taziri, J. (2019) A motivação e o engajamento de alunos em uma atividade na abordagem do ensino de ciências por investigação. *Investigações em Ensino de Ciências*, 24(2), 72-89. <http://dx.doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2019v24n2p72>

- Oliveira, A. C. D. (2019). *Alfabetização Científica e Tecnológica na formação inicial de professores de química*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de São Carlo, Araras, SP, Brasil. Recuperado de <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/11335>
- Paiva, C. (2016). *Avaliação da promoção da alfabetização científica e tecnológica em vivências de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade*. (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
- Regiani, A. M., Gomes, C. S., Souza, M. S., & Brito, C. H. (2012). Seguindo os passos de Sherlock Holmes: experiência interdisciplinar em encontro de divulgação científica. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(3), 185-198. <https://dx.doi.org/10.1590/1983-21172012140312>
- Santos, C. G. B., & Correia, P. R. M. (2009). Ilhas de Racionalidade: um modelo para desenvolver a aprendizagem baseada em problemas em um contexto interdisciplinar. In *Anais VII Encontro Nacional de Pesquisa e Educação em Ciências*. (p. 1). Florianópolis, SC. Brasil.
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em ensino de ciências*, 16(1), 59-77. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/246/172>
- Schmitz, C. & Alves-Filho, J. P. (2004). Ilha de racionalidade e a situação problema: o desafio inicial. In *Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física*, Jaboticatubas, MG, Brasil.
- Schuhmacher, E., Schuhmacher, V. R. N., Oliveira, L. R., & Pereira, C. M. G. F. F. (2016). A Literacia Mediática e Informacional em alunos de Ciências Exatas. *Revista Dynamis*, 22(1), p. 3-13. <http://dx.doi.org/10.7867/1982-4866.2016v22n1p3-13>
- Shultz, G. V., & Zemke, J. M. (2019). "I Wanna Just Google It and Find the Answer": Student Information Searching in a Problem-Based Inorganic Chemistry Laboratory Experiment. *Journal of Chemical Education*, 96(4), 618-628. <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00821>
- Silva, C. M., & Porto, J. F. B. (2015). Ilha Interdisciplinar da Racionalidade e o estudo de óptica no Ensino de Física. In *Congresso Nacional de Educação*, Campina Grande, PB, Brasil.
- Silva, L. A. R., & Milaré, T. (2019). Truques populares de limpeza doméstica: potencialidades para a alfabetização científica e tecnológica. *Scientia Naturalis*, 1(3), 355-368.
- Silva, R. N. (2001). *Ilhas de Racionalidade: o ensino de ciências através de projetos*. (Trabalho de Conclusão, Especialização). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.
- Siqueira, J. B., & Gaertner, R. (2015). Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade: conceito de proporcionalidade na compreensão de informações contidas em rótulos alimentícios. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 8(2), 160-175. <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v8n2.2985>
- Souza, J. R. T., Valente, J. A. S., Almeida, A. C. P. C., & Brito, L. P. (2016). Ilhas interdisciplinares de racionalidade no ensino de ciências: uma experiência didática no PARFOR na Ilha do Marajó, Pará, Brasil. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, 12(24), 85-98. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v12i24.3194>

Recebido em: 19.09.2019

Aceito em: 18.08.2020