

Planejamento de uma Sequência de Ensino Investigativa para a Licenciatura em Química: uma proposta para um ensino contextualizado na formação inicial de professores-cidadãos

Planning an Inquiry-Based Teaching Sequence for a Chemistry Teacher Training Course: A proposal for contextualized teaching in the initial training of citizen-teachers

Planificación de una secuencia de Enseñanza Investigativa para la Licenciatura en Química: una propuesta para una enseñanza contextualizada en la formación inicial de profesores-ciudadanos

Breno de Matos de Jesus (brenodematos0@gmail.com)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Brasil
<https://orcid.org/0009-0004-4956-1201>

Marina Martins (marinamartins@ufrb.edu.br)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Brasil
<https://orcid.org/0000-0002-8659-8167>

Mara A. Alves da Silva (mara@ufrb.edu.br)
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB, Brasil
<https://orcid.org/0000-0001-8662-6159>

Resumo:

Este estudo apresenta e discute uma proposta de ensino a ser desenvolvida em um curso de Licenciatura em Química. O planejamento desta proposta didática fundamentou-se em um estudo qualitativo, com o objetivo de refletir sobre um ensino que integra os conhecimentos químicos ao contexto, utilizando os aspectos teórico-metodológicos do Ensino por Investigação propostos por Carvalho. A sequência planejada explora um caso fictício baseado em fatos reais ao abordar problemas de mortandade de peixes e de saúde em uma comunidade local do interior da Bahia. A proposta sugere proporcionar aos estudantes do curso de Licenciatura em Química a oportunidade de formular, testar e modificar hipóteses e soluções a partir da utilização e construção de conhecimentos químicos, relacionando-os aos aspectos sociais, políticos, econômicos, éticos e ambientais. Acreditamos que a sequência investigativa proposta pode ser utilizada em outros cursos de formação de professores em Química em diferentes regiões do Brasil, desde que a temática seja relevante e pertencente a realidade dos licenciandos envolvidos. Para isso, é crucial reconhecer que adaptações e ajustes devem ser realizados para que se possa atingir os objetivos para os quais foi elaborada. Além disso, ela pode ser ajustada para o ensino remoto, de acordo com as necessidades e especificidades da formação de professores, devido ao fato de ser constituída por textos e dados secundários.

Palavras-chave: Sequência de Ensino por Investigação; Formação inicial professores de Química; Ensino Contextualizado.

Recebido em: 13/06/2023

Aceito em: 14/12/2023

Abstract:

This study presents and discusses a teaching proposal to be developed in a Chemistry Teacher Training Course. The planning of this didactic proposal was based on a qualitative study and aimed to integrate chemical knowledge into the context through the use of theoretical and methodological aspects of Inquiry-Based Teaching proposed by Carvalho. The planned sequence explores a fictional case based on real facts and addresses issues of fish mortality and health concerns in a local community in the countryside of Bahia. The proposal can provides students in a Chemistry Teacher Training Course with the opportunity to formulate, test, and refine hypotheses and solutions through the use and development of chemical knowledge, connecting them to social, political, economic, ethical, and environmental aspects. We believe that the proposed investigative sequence can be used in other teacher training courses in different regions of Brazil, as long as the theme is relevant and pertinent to the reality of the involved students. For this purpose, it is crucial to recognize that adaptations and adjustments must be made in order to achieve the intended objectives. Furthermore, it can be adapted for remote teaching, according to the needs and specificities of teacher education, because it is composed of texts and secondary data.

Keywords: Inquiry-Based Teaching Sequence; Initial Training for Chemistry Teachers; Contextualized Teaching.

Resumen:

Este estudio presenta y discute una propuesta de enseñanza a desarrollarse en un curso de Licenciatura en Química. La planificación de esta propuesta didáctica se basó en un estudio cualitativo y busca una enseñanza que integre los conocimientos químicos con el contexto, utilizando los aspectos teórico-metodológicos de la Enseñanza por Investigación propuestos por Carvalho. La secuencia planeada explora un caso ficticio basado en hechos reales al abordar problemas de mortandad de peces y de salud en una comunidad local del interior de Bahía. La propuesta sugiere brindar aa los estudiantes del curso de Licenciatura en Química la oportunidad de formular, probar y modificar hipótesis y soluciones a partir de la utilización y construcción de conocimientos químicos, relacionándolos con aspectos sociales, políticos, económicos, éticos y ambientales. Creemos que la secuencia investigativa propuesta puede ser utilizada en otros cursos de formación de profesores en Química en distintas regiones de Brasil, siempre y cuando la temática sea relevante y esté relacionada con la realidad de los licenciados involucrados. Para esto, es crucial reconocer que adaptaciones y ajustes deben ser realizados para que se puedan alcanzar los objetivos para los cuales fue elaborada. Además, puede ser adaptada para la enseñanza remota de acuerdo a las necesidades y especificidades de la formación de profesores, dado que está compuesta por textos y datos secundarios.

Palabras-clave: Secuencia de Enseñanza por Investigación; Formación inicial de profesores de Química; Enseñanza Contextualizada.

CONTEXTUALIZANDO O ESTUDO

Atualmente, devido ao enorme volume de disseminação de notícias por meio das redes sociais, é essencial que as pessoas desenvolvam uma capacidade crítica e reflexiva em relação aos problemas sociais e às informações que as cercam a fim de tomar decisões bem fundamentadas com base na avaliação de sua credibilidade. Nesse sentido, o Ensino de Química pode ser entendido como uma das possibilidades de contribuir para essa formação crítica e reflexiva dos sujeitos. Isso, desde que seja planejada para promover a compreensão de conceitos e modelos essenciais da Química, além de explorar os processos de construção e difusão desse conhecimento científico, integrando-os com outras dimensões da sociedade (HODSON, 2003).

Em contrapartida, nos deparamos com um ensino tradicional de Química que possivelmente não promove o desenvolvimento de indivíduos críticos e reflexivos, uma vez que nesse modelo de ensino os estudantes são passivos e meros receptores de informações transmitidas pelo professor. Isso tem levado os discentes a limitar o seu aprendizado à memorização de fatos, equações e terminologias, pois o conhecimento químico declarativo, além de difícil e abstrato, é desprovido de contexto social dos alunos. Assim, a justificativa para o ensino e aprendizagem da Química se torna fragilizado tanto para os professores quanto para os alunos (SILVA, A. et al., 2019).

Dessa forma, esse tipo de ensino desempenha um papel na disseminação de uma perspectiva deformada sobre a ciência, retratando-a como um conjunto de conhecimentos fixos, inflexíveis, separados, que são objetivamente alcançados, portanto, considerados verdadeiros. Nesse cenário, a prática científica é retratada como uma sequência inquestionável de etapas a serem seguidas de forma única durante o processo de compreensão do fenômeno a ser estudado por meio da observação da natureza, frequentemente resumida como "o método científico" (CACHAPUZ et al., 2005).

Como consequência, devido a esse distanciamento com o seu contexto, é comum que os estudantes experimentem a sensação de não terem tido um contato significativo com conceitos químicos relevantes, os quais poderiam contribuir para solucionar os problemas que deparam em seu dia a dia. Nessa visão, a maioria dos professores dessa área de conhecimento não conseguem romper com a visão empírico-indutivista, descontextualizada e desprovida de contexto histórico acerca da Química, o que implica a apropriação e transmissão de visões distorcidas sobre a Ciência (COSTA et al., 2017).

A fim de garantir um Ensino de Química alinhado com os propósitos mencionados anteriormente, é necessário promover uma abordagem de ensino que estimule a investigação e esteja conectada com a realidade vivenciada pelo estudante e pelo educador. No que se refere a esse último aspecto, o Ensino de Química deve ser contextualizado e problematizado, ou seja, precisa estabelecer relação entre o conteúdo aprendido em sala de aula e as situações do dia a dia dos seus estudantes, buscando que eles comecem a pensar/refletir criticamente sobre o seu contexto e entender a relevância do conhecimento científico para uma tomada de decisões informadas e bem fundamentadas. Desse modo, é possível formar um aluno-cidadão que seja capaz de refletir, compreender, debater e atuar de forma consciente na sociedade (SANTOS; SCHNETZLER, 2014; CARVALHO, 2013; MARTINS, 2022).

No entanto, antes de analisar o sistema educacional nas escolas, é preciso considerar a formação inicial de um professor-cidadão, pois sem uma base sólida nessa perspectiva durante sua graduação, esse profissional estará propenso a perpetuar o ciclo do ensino tradicional (MALDANER, 2013; SILVA, M., 2016). Dito de outra forma,

[...] educar para a cidadania é preparar o indivíduo para participar em uma sociedade democrática, por meio da garantia de seus direitos e do compromisso de seus deveres. Isso quer dizer que educar para a cidadania é educar para a democracia” (SANTOS; SCHNETZLER, 2014, p. 30-31).

Por isso, a Química não pode ser ensinada como um fim em si mesma, mas sim articulada com o contexto dos docentes na formação inicial.

Para viabilizar essa mudança, torna-se crucial planejar abordagens que possibilitem a formação de futuros professores capazes de desenvolver uma visão crítica e reflexiva em relação às problemáticas sociais e às informações que as rodeiam, a fim de embasar suas decisões em uma avaliação criteriosa da credibilidade dessas informações a partir de diferentes conhecimentos, incluindo o científico.

Visando contribuir com a formação-cidadã de Licenciandos em Química por meio da contextualização, neste estudo apresentamos o planejamento de uma sequência de ensino investigativo. Essa estratégia é centrada em um caso que aborda a mortandade de peixes e questões de saúde enfrentadas por uma comunidade local no interior da Bahia com sugestões de orientações para a sua implementação no curso de Licenciatura em Química.

Tal sequência visa integrar conhecimentos químicos a aspectos sociais, ambientais, políticos dentre outros, oferecendo, assim, uma alternativa diferenciada para o ensino tradicional na formação inicial de professores.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma das possibilidades de favorecer a contextualização é partir do ensino por meio da investigação, o qual pode ser promovido por meio das Sequências de Ensino por Investigação (SEI) (CARVALHO, 2013).

De acordo com Carvalho (2013), as SEI consistem em um conjunto de atividades direcionadas a um tema ou tópico específico do plano curricular escolar. Elaboradas com atenção aos materiais e às interações pedagógicas, essas atividades têm como propósito central oferecer aos estudantes a oportunidade de construir novos conhecimentos partindo de suas compreensões anteriores. Isso implica em uma progressão que os conduz do conhecimento espontâneo (aquilo que os alunos trazem consigo para a sala de aula) em direção ao conhecimento científico (CARVALHO, 2013).

Conforme Carvalho (2013), a situação problemática inserida em uma SEI pode ser definida como uma indagação ou desafio inicial. A autora ressalta que a criação e organização desse problema devem ocorrer por uma série ordenada de etapas, visando conceder aos alunos, chances para a formulação e teste de hipóteses explicativas e soluções, bem como para a manipulação de dados primários (obtidos a partir de um problema experimental, como análises dos parâmetros físico-químicos de água, em laboratório) ou secundários (obtidos por um problema não-experimental, como análises de tabelas ou gráficos). Tais oportunidades desempenham um papel crucial na promoção do desenvolvimento do pensamento crítico. Além disso, é crucial que o problema proposto esteja alinhado com a realidade e o contexto dos estudantes, uma vez que isso pode incentivar sua participação nas atividades e possibilitar uma compreensão ampla da relevância e significado dos conhecimentos construídos e estudados para suas vidas. Assim sendo, o ensino por meio da investigação pode favorecer a contextualização.

Pesquisas da área da Educação em Ciências demonstram que o referencial de Carvalho (2013) traz contribuições promissoras para potencializar a aprendizagem de

conceitos científicos (SUART; MARCONDES, 2018), bem como para favorecer que estudantes participem ativamente das práticas científicas, refletindo sobre seus resultados e compreendendo como o conhecimento científico se constrói e se dissemina (MONTEIRO, et al., 2022; SOLINO; SASSERON, 2018). Adicionalmente, esse mesmo referencial tem exibido contribuições para estimular uma postura crítica e fundamentada nos estudantes. Isso pode prepará-los para tomar decisões embasadas em conhecimentos científicos associados aos de outras naturezas quando se deparam com problemas de sua realidade (SOLINO; SASSERON, 2018).

Diante das discussões apresentadas, estamos convencidos de que o referencial de Carvalho (2013) pode contribuir para o planejamento de uma SEI que possa favorecer a formação cidadã de Licenciandos em Química. Isso porque pode incentivar os futuros professores a utilizar conhecimentos científicos e pensamento crítico, relacionando-os a questões sociais, políticas, econômicas, éticas e ambientais. Essa integração pode viabilizar uma melhor compreensão e resolução dos desafios diários que esses licenciandos enfrentam. Além disso, a implementação da SEI, quando realizada, pode contribuir para que os futuros docentes construam conhecimentos pedagógicos que os auxiliem a planejar propostas didáticas visando um ensino que rompe com o tradicional e que contribua para os aspectos mencionados neste parágrafo (LEITE; RODRIGUES; MAGALHÃES JÚNIOR, 2019).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Este estudo se baseia em uma abordagem qualitativa e de caráter exploratório que busca estabelecer uma conexão entre a realidade e o indivíduo (LÜDKE; ANDRÉ, 2013). O objetivo principal é contribuir para a formação cidadã de Licenciandos em Química por meio da contextualização, através do planejamento de uma SEI centrada em um cenário que aborda a mortandade de peixes e as preocupações de saúde enfrentadas por uma comunidade local no interior da Bahia. Além disso, são oferecidas sugestões e orientações para a implementação dessa estratégia, com o intuito de integrar conhecimentos químicos a aspectos sociais, ambientais, políticos, entre outros.

O planejamento da SEI se fundamentou no referencial de Carvalho (2013), como justificamos anteriormente. Portanto, ao planejar as atividades, identificamos os elementos fundamentais de uma SEI de acordo com esse referencial, com o propósito de

estruturar e direcionar a organização e criação da nossa sequência. Nesse sentido, levamos em consideração os seguintes princípios teórico-metodológicos delineados por Carvalho (2013), os quais devem contemplar uma ou mais atividades:

- i. problemas a serem solucionados que sejam próximos à realidade dos participantes;
- ii. problemas de natureza experimental ou não experimental;
- iii. oportunidades para elaborar e testar hipóteses;
- iv. organização do conhecimento construído e utilizado durante a SEI;
- v. possibilidades para desenvolver e testar soluções para o problema; e
- vi. momentos avaliativos para compreender o aprendizado a partir da SEI

Ademais, o referencial teórico Carvalho (2013) contribuiu para propor sugestões de orientações para o professor conduzir cada uma das atividades que compõem a SEI.

A SEI foi planejada para ser implementada em cursos de Licenciatura em Química, especificamente em disciplinas pedagógicas voltadas para o Ensino de Química, explora um caso fictício, criado a partir relatos de fatos reais. Para solucionar este caso, estudantes do curso de Licenciatura em Química devem ser convidados a investigá-lo. A centralidade desse problema está no uso de agrotóxicos por agricultores pecuaristas, bem como o desmatamento feito por esses agentes. As soluções para este caso devem considerar o conhecimento científico atrelado aos sociais, políticos, econômicos e éticos. Além disso, os licenciandos devem ter alguns conhecimentos associados à química geral e química ambiental, bem como familiaridade com o caso.

APRESENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO COM ORIENTAÇÕES PARA A SUA IMPLEMENTAÇÃO

O CASO

O discente Arthur é estudante do curso de licenciatura em Matemática de uma Universidade no interior da Bahia e é morador da zona rural do município onde essa Instituição de Ensino Superior (IES) é localizada. Ele mora com seus pais e irmãos em uma propriedade que se destaca pela sua paisagem. A propriedade está localizada em uma região cheia de montanhas e encobertas pela Mata Atlântica. Seus vizinhos, em sua maioria, são grandes pecuaristas, enquanto a sua família desenvolve outras

atividades rurais como a piscicultura (criação de peixes).

Arthur e sua família são beneficiados diretamente por esta atividade, pois uma boa parte da renda familiar vem da venda dos peixes. Desta forma, os seus pais conseguem ajudá-lo com os gastos que ele tem para poder cursar a faculdade. Contudo, ele e sua família vêm passando por alguns problemas, pois a produção de peixes vem sendo afetada por uma mortandade misteriosa, que até agora não existe uma explicação plausível para o problema. Para piorar a situação, a maior parte da comunidade local, que consome seus peixes, está se queixando de problemas de saúde (vômito, diarreia, dor de cabeça e falta de ar). Um deles chegou a questionar se eles estariam passando por um desses problemas, e um outro cliente sugeriu que as adversidades sofridas foram em decorrência do consumo dos peixes.

A família ficou preocupada com a situação, pois eles também estão passando por alguns problemas de saúde similares aos de seus clientes. Assim, nota-se que Arthur e sua família se encontram em uma situação delicada, e por isso, eles precisam encontrar a causa que está levando a mortandade dos peixes, assim como avaliar se estes estão causando os problemas de saúde da população local. Arthur, inquieto com a situação descrita, começou a pensar em alguém que pudesse ajudá-lo na resolução desse problema. Tendo em vista que ele e sua família estão sem condições financeiras de contratar um especialista, ele pensou e decidiu pedir ajuda aos discentes do curso de Licenciatura em Química. Ele confia na criatividade e conhecimentos desses licenciandos para resolver o problema em questão: por que os peixes estão morrendo e a população está tendo problemas de saúde?

Após a apresentação do caso, construímos a seguinte sugestão para o professor mediar a proposta: *Para a realização de todas as atividades da SEI, sugerimos que sejam feitas em grupo, uma vez que essa estratégia pode favorecer aos discentes expressar suas ideias, discuti-las com os colegas, modificar suas visões e construir significados. Recomendamos também que os grupos sejam constituídos por, no mínimo, quatro pessoas, para que haja mais discussões e visões distintas e, no máximo, seis componentes, para que o foco das discussões não seja perdido. Ademais, indicamos ao professor, avaliar de forma processual e contínua ao longo do desenvolvimento da sequência, a participação, assiduidade e comprometimento dos licenciandos na aula e durante a realização das atividades a serem desenvolvidas durante a proposta.*

Inicialmente, após o caso e visando favorecer a contextualização, sugerimos que o professor formador, pergunte aos futuros professores se os relatos apresentados no caso já tinham sido ouvidos em algum momento de suas vidas. Entendemos que a ocorrência de mortandade de peixes e dos problemas de saúde citados não são exclusivamente de uma localidade e por isso, talvez, os estudantes possam apresentar alguns outros problemas/relatos que corroborem para o desenvolvimento da SEI. Após isso, a Atividade 1 poderá ser apresentada.

Atividade 01: Pensando mais profundamente no problema

Questão 01: Pensando na situação apresentada por Arthur, construa uma possível **explicação** para a mortandade de peixes e para os problemas de saúde que afetam a comunidade a partir de seus conhecimentos. Após isso, **justifique** a sua resposta.

Sugestões para a mediação didática: Os objetivos dessa atividade são que os discentes proponham uma possível hipótese fundamentada em razões ou argumentos que vise explicar a mortandade de peixes e os problemas de saúde que afetam a comunidade.

Nesse contexto, recomendamos ao professor, reservar um determinado tempo para os grupos pensarem e dialogarem a respeito, construindo suas hipóteses. Além disso, sugerimos que transite entre os grupos para se certificar da compreensão deles acerca dos objetivos da atividade e tirar possíveis dúvidas. Os licenciandos podem possivelmente apresentar explicações superficiais. Se isto acontecer, proponha algumas questões para potencializar as ideias e procure explorá-las a partir dos pontos centrais apresentados pelos grupos.

Após os futuros professores terem finalizado a atividade, sugerimos que os grupos socializem suas hipóteses. Esse é um momento em que a ideia de um colega pode contribuir para que os outros pensem e reflitam sobre a coerência de suas próprias respostas. Sugerimos também que o professor formador conduza o processo de ensino sem fazer correções abruptas, mas sim contribuições construtivas para estimular os discentes a participar da discussão. Essas ações podem também serem feitas nas demais atividades da SEI, caso houver necessidade. Ao final desta discussão e com sua condução, espera-se que os licenciandos percebam a necessidade de testar suas hipóteses.

Após o compartilhamento de ideias e discussões da Atividade 1, sugerimos que o docente comece a envolver a turma para buscar mais informações para a solução do caso. Por isso, deverá apresentar ao grupo as demais atividades elaboradas dentro da SEI para que os licenciandos possam ser protagonistas da solução do caso. Isso também proporcionará um momento formativo de construção, reflexão e utilização crítica dos seus conhecimentos científicos.

Para o desenvolvimento dessa atividade, julgamos que 1h/aula seja suficiente, pois envolve apenas expressão de ideias prévias dos estudantes.

Atividade 02: Testando nossas hipóteses

Na atividade anterior, você juntamente com seus colegas, apontou uma (ou algumas) possível(is) explicação(es) para os problemas de mortandade de peixes e de saúde que têm afetado a comunidade. Nessa atividade, o grupo terá a oportunidade de testar sua hipótese! Para isso, segue o Quadro 1 com alguns valores de parâmetros físico-químicos encontrados na água da propriedade de Arthur com os valores recomendados para uma água de qualidade.

Quadro 1: Valores de parâmetros físico-químicos da água recomendados pela resolução CONAMA nº 357/2005 e Embrapa (2021), e os encontrados na propriedade de Arthur.

Parâmetros	Valor recomendado	Valor encontrado
Transparência (Cm)	30 - 45	20
Turbidez (uT)	≤ 100	130
Oxigênio dissolvido (O.D.) (mg L ⁻¹)	5 -10	3,1

uT= Unidade de Turbidez; mg L⁻¹ = miligrama por litro.

Fonte: Autores.

A partir dos dados disponibilizados no Quadro 1, responda as seguintes perguntas:

Questão 1: Os valores da transparência, turbidez e oxigênio dissolvidos na água propriedade de Arthur **estão dentro do recomendado**? O que isto pode significar em termos **ambiental e social** (para a população)? Caso houver necessidade faça uma busca na internet ou em outra fonte de dados que achar necessário.

Questão 2: A hipótese explicativa que propôs na atividade 1 **é capaz explicar** os dados relativos à qualidade da água da propriedade de Arthur, e conseqüente os problemas de mortandade de peixes e de saúde que têm afetado a comunidade? **Por quê?**

Questão 3: Caso a resposta seja negativa para questão 2, reelabore a **hipótese** e em seguida expresse como ela **é capaz de explicar** os dados de parâmetros físico-químicos da água encontrados pela equipe de estudantes de Química, e conseqüentemente os problemas apresentados no caso.

Após disponibilizar a Atividade 2, sugerimos os seguintes procedimentos: *Os objetivos dessa atividade são para testar e avaliar as hipóteses a partir dos dados físico-químicos da água apresentados. Caso as ideias iniciais não sejam viáveis, novas hipóteses devem ser reelaboradas. Nesse contexto, recomendamos ao professor reservar um determinado tempo para os grupos fazerem a atividade. É possível que os licenciandos tenham dificuldade de analisar os dados sobre os fatores responsáveis por alterar os padrões físico-químicos da água. Caso isso aconteça, os auxilie nesse processo de interpretação de dados.*

Diante das informações e das discussões anteriores, os futuros professores ainda podem permanecer com as hipóteses apresentadas na Atividade 1, bem como podem associar algumas delas, como por exemplo, água poluída por esgoto ou contaminada por agrotóxicos ou outro contaminante aos processos erosivos como os possíveis responsáveis por alterar os padrões físico-químicos da água.

Após os licenciandos terem finalizado a atividade, os grupos podem socializar suas ideias. Com a discussão e a mediação do professor formador, espera-se que os futuros docentes reflitam e avaliem as suas explicações, considerando os dados disponibilizados, a mortandade de peixes e os problemas de saúde da comunidade.

Nessa atividade, sugerimos que você, professor, disponibilize 2 horas/aula para sua realização, uma vez que os discentes precisam interpretar os dados, analisá-los e avaliar suas hipóteses iniciais, o que pode levá-los a reelaborá-las.

Atividade 03: Analisando as informações

Nesta atividade, o grupo deverá analisar as informações obtidas por um dos estudantes de Química a partir de um diálogo que ocorreu com Arthur e sua família. Leia atentamente a continuação do caso:

Um dos estudantes de Química vai até à propriedade de Arthur e sua família para obterem mais informações para solucionar o caso:

Estudante: Arthur, o que você e família fornecem para alimentar os peixes?

Arthur: A alimentação dos peixes é feita com uma ração indicada por um amigo que também trabalha com peixes. Utilizamos essa ração há muito tempo e nunca tivemos problemas.

Estudante: Arthur, como são os aspectos geográficos da localidade em que você e sua família moram?

Arthur: A paisagem de nossa cidade é bem atraente e diversificada. Têm localidades em que a vegetação é a caatinga e o solo plano, mas na maior parte do território as montanhas são encobertas pela mata atlântica. Eu e minha família moramos em uma região distante do centro da cidade e conseqüentemente longe do saneamento básico.

Estudante: E como vocês lidam com esse problema de saneamento?

Pais de Arthur: Para tentar superar, pensamos em um sistema de fossa séptica, em que todo esgoto da propriedade passa por ela evitando a contaminação da água, sabe? O sistema foi pensado porque o terreno da propriedade é bem acidentado e logo surgiu a preocupação de que o esgoto poderia contaminar a água da fonte.

Estudante: Realmente, a contaminação da água é um ponto muito forte.

Pais de Arthur: Sim, nos preocupamos bastante, e é o ambiente dos peixes, né? Os “responsáveis” pela nossa renda. Mas ainda não resolvemos tudo. Boa parte da mata ciliar foi desmatada ou danificada/consumida pelo gado e têm acontecido frequentes incêndios na região.

Estudante: A população tem descartado lixo ou outros resíduos nos rios?

Pais de Arthur: Não. Já há algum tempo a nossa população tem se conscientizado dos problemas acarretados pelo descarte inadequado de resíduos e rios. Isso foi feito a partir de campanhas da prefeitura, de ações educativas sobre esse tema nas escolas e de incentivos financeiros para manter os rios e a cidade mais limpos.

Estudante: Vocês notaram alguma mudança no cheiro, sabor ou na cor da água?

Pais de Arthur: O cheiro e gosto da água estão normais, mas as vezes quando chove, ela fica um pouco diferente. É sempre assim, estamos acostumados.

Estudante: O que muda quando chove?

Pais de Arthur: A cor muda, fica com a cor de barro. Isso é normal... Acho que

acontece em todos os lugares. Não tem como controlar a enxurrada da água da chuva.

Estudante: Ah, tá. Entendi. Rapaz, como funciona a economia da cidade, mesmo?

Arthur: A economia do município gira em torno do comércio e das atividades rurais, principalmente as de cacauicultura¹. Mas minha família, por exemplo, procura outros meios para ajudar nas despesas de casa: somos produtores de cacau, banana e mandioca.

Estudante: Bom que vocês não ficam dependentes de uma atividade só, né? Apesar da atividade com os peixes gerar uma maior contribuição financeira para vocês.

Arthur: Sim, sim. A cacauicultura é uma atividade muito comum na nossa região. O clima é propício e o solo é favorável para esse tipo de atividade. Minha família confiou no provável potencial da propriedade e começou a preparar o solo para plantar o cacau. Desmatamos uma parte da mata, como é de costume local. Meu pai queimou a área que hoje plantamos. Um dos vizinhos até recomendou o usar calcário para garantir uma boa plantação. E a gente seguiu o conselho.

Estudante: E a plantação se desenvolveu bem?

Arthur: Ah, mais ou menos. Teve uns altos e baixos. Lembro que no início aconteceu um ataque de formigas nas mudas, então a gente aplicou inseticidas, mas o resultado veio rápido. Com alguns anos, a plantação já começou a dar frutos, o que ajudou e muito a minha família. Mas a um certo tempo a produção diminuiu muito, apareceram outros insetos. Aí a gente aplicou outros inseticidas para acabar com plantas daninhas.

Estudante: Poxa, é bastante complicado isso de aplicar veneno constantemente. Além desses produtos citados, vocês fizeram ou fazem o uso de algum outro tipo de produto químico na plantação de cacau?

Arthur: Sim. A gente usa o quimifol no cacau. Ele é bastante utilizado aqui na região. Quando a gente usa esse produto, aumenta a produção das plantas e acelera o processo de floração.

Estudante: Mas, e as outras atividades feitas na região?

Pais de Arthur: Tem a pecuária. É muito comum ver grandes fazendas com centenas de gado. É o caso de nossos vizinhos! Eles são grandes investidores dessa atividade.

¹ É uma atividade agrícola relativa à plantação de cacau.

Minha família tem uma tímida criação. Temos apenas duas vacas e três bois (risos). A intenção é deixar o dinheiro aplicado e aproveitar a disponibilidade de água. Já pensamos em aumentar a criação, mas não temos dinheiro suficiente. Além disso, teríamos que desmatar mais um pouco da mata que resta na propriedade. E eu não concordo com isso.

Estudante: Agradecemos por ter nos fornecido várias informações importantes que podem auxiliar na resolução do caso.

A partir desse diálogo e das informações presentes nas atividades anteriores, responda:

Questão 01: Quais informações são relevantes para investigação do problema/caso? **Por que** essas informações são relevantes?

Questão 02: A hipótese que propôs na Atividade 2 é **capaz de explicar** também as informações apresentadas nessa atividade? **Por quê?**

Questão 03: Caso a resposta seja negativa para questão 2, reelabore a **hipótese** e em seguida expresse como ela é **capaz de explicar** as informações e dados dessa atividade e das atividades anteriores, bem como os problemas de mortandade de peixes e de saúde que têm afetado a comunidade.

Após essa atividade, sugerimos a seguinte mediação didática: *Os objetivos desta atividade são compartilhar informações, analisá-las e testar as hipóteses propostas anteriormente. Caso as hipóteses não sejam capazes de explicar os problemas investigados, elas devem ser reelaboradas.*

Durante a realização da atividade, o professor formador pode fazer algumas perguntas visando orientar e conduzir o processo de investigação como estas:

- Para **quais** finalidades o desmatamento é feito?
- Vocês conhecem alguém que costuma fazer isso?
- **Como** as queimadas podem interferir na qualidade da água de rios, nascentes, represas, etc.? **Explique quimicamente.**
- Com **quais** finalidades o calcário, quimifol e inseticida para formigas são utilizados?

- *Vocês acham que o calcário, o quimifol e inseticida para formigas podem influenciar nos parâmetros da qualidade da água? Como?*

Após os futuros professores terem finalizado a atividade, sugerimos que os grupos socializem suas ideias.

Com a discussão e o seu direcionamento, espera-se que os licenciandos passem a considerar as hipóteses explicativas: processos erosivos e/ou uso de agrotóxicos como as mais válidas, dentre as disponibilizadas por eles na Atividade 2.

Sugerimos 2horas/aula para o desenvolvimento dessa atividade.

Atividade 04: Avaliando nossa(s) explicação(es)

Na atividade 3, você juntamente com seus colegas, apontou uma (algumas) possível(is) explicação(es) para os problemas da mortandade de peixes e de saúde que têm afetado a comunidade. Nessa atividade, você terá a oportunidade de avaliar se sua(s) explicação(es) solucionam o caso. Para isso, leia a continuação do caso:

Os estudantes retornaram à propriedade de Arthur e sua família para conversarem sobre o que será feito. O pai de Arthur os recebeu com ânimo:

Pai de Arthur: Eita, os cientistas voltaram!

Estudante 1: Voltamos sim. Como já passou alguns dias, conversamos um pouco e achamos que está na hora de dar um retorno a vocês.

Estudante 2: É, mas não um retorno com respostas definitivas, viu? Na verdade, trazemos um serviço para todos nós.

Estudante 1: Então, temos algumas suspeitas com o caso de vocês, mas a gente acredita que o certo seja analisar outros aspectos da água para podermos entender melhor, e depois bater o martelo, sabe?

Arthur: Poxa, eu também andei pensando nisso, viu?

Mãe de Arthur: E vai analisar a água procurando o quê mesmo?

Estudante 2: A necessidade agora é de analisar se existem contaminantes na água.

Mãe de Arthur: Misericórdia!

Pai de Arthur: Fiquem à vontade aí.

Estudantes: Então pessoal, mão na massa, ou melhor, na água.

Após algumas semanas, a equipe de estudantes de Química obteve os seguintes resultados das amostras de água da propriedade de Arthur (Quadro 2), comparados com os valores limites que podem ser encontrados dos mesmos nesse fluido de acordo com a resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de 2005.

Quadro 2: Resíduos de agrotóxicos encontrados nas amostras de água da propriedade de Arthur com valores limites desses resíduos segundo a resolução do CONAMA nº 357/2005.

Agrotóxicos	Valores limites	Valores obtidos
Clorpirifós	0,1 $\mu\text{g L}^{-1}$	0,2 $\mu\text{g L}^{-1}$
Thiodan	0,056 $\mu\text{g L}^{-1}$	0,5 $\mu\text{g L}^{-1}$
Glifosato	65 $\mu\text{g L}^{-1}$	80 $\mu\text{g L}^{-1}$

$\mu\text{g L}^{-1}$ = Um micrograma equivale à milionésima parte do grama, ou 1/1.000.000 g.

Fonte: Autores.

Questão 1: Os valores de resíduos dos agrotóxicos Clorpirifós, Thiodan e Glifosato encontrados na água da propriedade de Arthur **estão dentro do recomendado**? O que isto pode significar em termos de **impactos ambiental e social**?

Questão 2: As hipóteses que propôs após todos os dados apresentados (parâmetros físico-químicos da água; as informações obtidas no caso, e os resíduos de agrotóxicos) são capazes de explicar os problemas de mortandade de peixes de saúde que têm afetado a comunidade local? **Por quê?**

Questão 03: Caso a resposta seja negativa para questão 2, reelabore a **hipótese** e em seguida expresse como ela **é capaz de explicar** as informações e dados apresentados nas atividades anteriores e nesta atividade, e conseqüentemente os problemas apresentados no caso.

Sugestões para a mediação: *O objetivo dessa atividade é que os futuros professores avaliem se suas hipóteses são capazes de explicar os problemas relatados no caso a partir de novos dados. Caso não sejam, elas devem ser reelaboradas.*

Após finalizar a atividade, os grupos podem socializar suas conclusões para o caso juntamente com discussões coletivas.

Espera-se que os licenciandos expressem que uso de agrotóxicos associados aos processos erosivos são os responsáveis pelos problemas apresentados no caso.

Professor, construímos o texto de apoio (link: <https://drive.google.com/file/d/1XLWCaDY7bW7mzpFb-YsEA-kRZc1gJlFd/view>) para ajudá-lo no processo dessa condução.

Para essa atividade, acreditamos que 2 horas/aulas sejam necessárias devido aos motivos já apontados na Atividade 2.

Atividade 05: E as soluções, onde estão?

Recebido em: 13/06/2023

Aceito em: 14/12/2023

805

Após o grupo de estudantes de Química terem comunicado o que estava acarretando a mortandade de peixes de Arthur e seus familiares e os problemas de saúde da comunidade local, Arthur disse:

Arthur: Agradeço, em nome também de meus pais, pelo que fizeram. Mas o que podemos fazer? Que soluções podemos adotar para mudar o quadro atual? Gostaria que nos orientassem.

Agora, o grupo tem um novo desafio, pensar nas possíveis soluções para resolver os problemas de Arthur e de sua comunidade.

Questão 1: Proponha uma solução(es) para resolver os problemas de mortandade de peixes e de saúde que têm afetado a comunidade local. Essas soluções devem ser **detalhadas e justificadas**.

Sugestões para a mediação docente: *O objetivo dessa atividade é possibilitar a elaboração de possíveis soluções para resolver os problemas do caso abordado e discutido. Nesse momento, é importante que o professor formador deixe os discentes construírem suas próprias soluções, haja vista que eles terão oportunidade de avaliá-las.*

Após a elaboração das soluções, os grupos podem socializá-las para turma. Nesse momento, eles podem expressar diferentes soluções, como, por exemplo, reduzir ou erradicar o uso de agrotóxicos a partir de orientações de especialista, fazer sistemas Agroflorestais, criar barreiras de contenção para reduzir os danos dos processos erosivos, plantar árvores e plantas, cercar as margens do riacho para evitar pisoteamento pelo gado, fazer rodízio nos pastos, conciliar as plantações ou pastagem com as matas, fazer exames laboratoriais com frequência para identificar possíveis problemas de saúde, alfabetizar cientificamente a população a partir de seminários, palestras, entre outras.

Espera-se que nessa atividade os licenciandos não abordem todas dimensões: científica, social, econômica, política e ambiental e de forma aprofundada. Se isto acontecer, não há problema, pois eles terão oportunidade de testar suas soluções. Por isso, acreditamos que 1 hora/aula seja suficiente, pois os futuros professores apenas irão apresentar suas primeiras ideias.

Atividade 06: E as soluções atendem as demandas de Arthur e de sua comunidade?

Agora que você já apresentou as propostas de soluções, vamos avaliar se elas conseguem atender as demandas da família de Arthur e da comunidade.

Questão 01: A(s) solução(es) que propôs é(são) capaz(es) de resolver os problemas de mortandade de peixes e de saúde que têm afetado a comunidade local? **Por quê?**

Questão 02: A(s) solução(es) que propôs **leva(m) em consideração** o custo de implementação dessas medidas/soluções, os riscos de ter algum impacto ao meio ambiente, a comunidade local, os aspectos políticos e éticos? **Como?**

Questão 03: Caso a(s) solução(es) que propôs **não leva(m) em consideração** um ou mais aspectos apontados na questão 2 da Atividade 6, reformule a(s) solução(es) e **justifique** porque ela(s) é(são) capaz(es) de explicar esses pontos.

Sugestões para mediação da SEI: *O objetivo dessa atividade é avaliar as soluções propostas pelos licenciandos na atividade 5. Caso a(s) solução(es) não considerem os aspectos apresentados na questão 2, os discentes devem reformulá-las.*

Durante a discussão da atividade, você, professor, pode solicitar que cada grupo responda as questões da atividade para a turma. A partir disso, problematizar e analisar coletivamente as soluções visando avaliar se elas levam em consideração os aspectos levantados na questão 2.

Considerando as ações envolvidas nessa atividade, avaliamos que sejam necessárias 2 horas/aula.

Atividade 07: Cartilha para Arthur e seus familiares e comunidade local

Nesta atividade, você deve elaborar uma cartilha sobre os problemas de mortandade de peixes da família de Arthur e de saúde da comunidade local, assim como as possíveis soluções que podem ser adotadas, considerando os aspectos científicos, econômicos, ambientais, sociais, políticos e éticos. Use e abuse de sua criatividade!

Sugestões para conduzir a atividade: *Esta atividade tem o objetivo de os discentes utilizarem os conhecimentos desenvolvidos durante a SEI. A atividade pode ser feita em casa, devido ao tempo disponível. Caso tenha dúvidas sobre como orientar seus estudantes a construírem uma cartilha, você, professor, pode ler o artigo denominado “Processo metodológico de elaboração de uma cartilha educativa socioambiental e suas possíveis aplicações na sociedade” (ALVES; GUTJAHR; PONTES, 2019).*

Por fim, sugerimos que você, professor, disponibilize 1 hora/aula para os grupos apresentarem para turma suas propostas. Esse será um momento em que elas podem ser ampliadas e melhoradas.

Essas propostas podem ser divulgadas para a comunidade, caso esta vivencie situações similares ao caso apresentado neste estudo, mas com as devidas adaptações para o contexto em que se está. Caso isso seja feito, é importante avaliar juntamente com os grupos se as propostas possuem uma linguagem adequada para o público a que se destina com informações necessárias e suficientes. É preciso esse cuidado, pois um volume pequeno ou grande de informações pode não contribuir para o processo de aprendizagem e reflexão dos sujeitos, bem como para não os sensibilizá-los sobre os problemas sócio-político-ambientais e para possíveis mudanças de comportamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, apresentamos o planejamento de uma Sequência de Ensino Investigativo centrada em um caso que explora a mortandade de peixes e questões de saúde enfrentadas por uma comunidade local no interior da Bahia. Junto com as sugestões de orientações para sua futura implementação em cursos de Licenciatura em Química, especificamente em disciplinas pedagógicas voltadas para o Ensino de Química, direcionado a licenciandos com conhecimentos associados à química geral e química ambiental, bem como familiaridade com a temática, com o intuito de promover a contextualização.

Essa sequência almeja favorecer que os futuros professores utilizem e integrem conhecimentos químicos a diversos contextos, tais como sociais, ambientais, políticos, entre outros e em um contexto próximo de sua realidade. A estratégia tem o objetivo de enriquecer alguns conhecimentos e habilidades em direção a uma formação crítica e reflexiva, fundamentando-os a tomar decisões informadas diante dos desafios que enfrentam em seu dia a dia. Com isso, busca-se contribuir para a formação inicial de professores-cidadãos.

Além disso, acreditamos que a futura implementação desta sequência possa estimular discussões posteriores entre os licenciandos acerca de conhecimentos pedagógicos direcionados ao Ensino de Química. Isso, dentre outros fatores, podem

auxiliá-los no planejamento de propostas didáticas que rompam com um ensino tradicional.

Também avaliamos que esta SEI pode ser adaptada para ser utilizada em outros cursos de formação de professores em Química em diversas regiões do Brasil, desde que a temática e o caso sejam relevantes e pertencentes à realidade dos licenciandos envolvidos. Para isso, é essencial reconhecer que ajustes poderão ser necessários a fim de alcançar os objetivos para os quais a SEI foi planejada.

Finalmente, julgamos que a SEI pode ter a potencialidade de ser implementada futuramente no ensino presencial, bem como no ensino remoto a partir de ferramentas como Google Meet, Classroom, Google Team, entre outras, devido ao fato de a SEI ser constituída por textos e dados secundários.

Considerarmos que a viabilidade de planejar essa sequência não apenas para o ensino presencial é uma medida importante e necessária, especialmente diante do contexto que vivenciamos recentemente, marcado pela pandemia causada pelo vírus SARS-CoV-2, conforme destacado por Sari e seus colaboradores (2020). Acreditamos que para romper com as desinformações e notícias falsas, a formação inicial de professores torna-se um campo profícuo para que propostas como essa possam ser utilizadas na formação de um professor-cidadão.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Deus, e aos(as) avaliadores(as) e editoras pelo inestimável auxílio proporcionado na qualidade deste artigo. Por fim, os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo valioso suporte financeiro concedido.

REFERÊNCIAS

ALVES, Raynon Joel Monteiro; GUTJAHR, Ana Lúcia Nunes; PONTES, Altem Nascimento. Processo metodológico de elaboração de uma cartilha educativa socioambiental e suas possíveis aplicações na sociedade. **RevBEA**, v. 14, n. 2, p. 69–85, 2019.

CACHAPUZ, António.; GIL-PEREZ, Daniel; CARVALHO, Anna., PRAIA, João; VILCHES, Amparo. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

COSTA, Franciellen Rodrigues da Silva; ZANIN, Ana Paula de Souza; OLIVEIRA, Thais Andressa Lopes; ANDRADE, Mariana Aparecida Bologna Soares. As visões distorcidas da natureza da ciência sob o olhar da história e filosofia da ciência: uma análise nos anais dos ENEQ e ENEBIO de 2012 e 2014. **Actio: Docência em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 4-20, 2017.

HODSON, Derek. Time for action: Science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 6, p. 645-670, 2003.

LEITE, Joici; RODRIGUES, Maria Aparecida; MAGALHÃES JÚNIOR, Carlos Alberto de Oliveira. Ensino Investigativo: análise de sequências didáticas produzidas por professores (as) de Ciências em um contexto de formação continuada. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 2, n. 4, p. 43-61, 2019.

QUEIROZ, Julio; FRASCA-SCORVO, Célia.; FILHO, João.; TURCO, Patrícia; LOSEKANN, Marcos.; ISHIKAWA, Márcia.; ALVES, João. Recomendações práticas para avaliação da qualidade da água na produção de tilápia em tanques-rede. **Embrapa Meio Ambiente-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2021.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2013.

MALDANER, Otavio Aloisio. **A formação inicial e continuada de professores de química**. 4. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2013.

MARTINS, Marina. Analysis of High School Students' Argumentative Dialogues in Different Modelling Situations. **Science & Education**, 1–38, 2022.

MONTEIRO, Ercila Pinto.; LIBÓRIO, Renan Martins; BÁRBARA DA SILVA TEIXEIRA, Yana Bárbara da Silva; NASCIMENTO, Marcela da Silva. Ensino por Investigação em aulas de Química: Construindo a argumentação através da problemática “Por que as bananas escurecem?”. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 5, n. 1, p. 506-524, 2022.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2014.

SARI, Indah; SINAGA, Parlindungan; HERNANI, Hernani; SOLFARINA, Solfarina. Chemistry learning via distance learning during the Covid-19 pandemic. **Tadris: Journal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah, Indonesia**, v. 5, n. 1, p. 155- 165, 2020.

SILVA, Antônio; MONTEIRO, Aldayr; SILVA, Solonildo; JUCÁ, Sandro; PASCOAL, Caio. Reflexões sobre o ensino tradicionalista de Química e uma comparação entre as ferramentas de ensino: Visita técnica e softwares de simulações interativa. **Pesquisa Sociedade e Desenvolvimento**. V. 8, n. 8, p. 1-10, 2019.

SILVA, Mara A. Alves. **Ciência, tecnologia e sociedade, experimentação e formação inicial de professores de química: explorando possibilidades**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Jequié, BA, 2016.

SOLINO, Ana; SASSERON, Lúcia; Investigando a significação de problemas em sequências didáticas de ensino investigativa. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 104, 2018.

SUART, Rita; MARCONDES, Maria. O processo de reflexão orientada na formação inicial de um licenciando de química visando o ensino por investigação e a promoção da alfabetização científica. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, p. 1-27, 2018.