

## VALIDAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA QUE INTEGRA O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO À ARGUMENTAÇÃO PARA A LICENCIATURA EM QUÍMICA

Helen de Jesus Borges<sup>1</sup>; Marina Martins<sup>2</sup>; Breno de Matos de Jesus<sup>3</sup>; Cristiane Martins da Silva

<sup>1</sup>Graduanda em Licenciatura em Química. Discente da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB/Brasil)

<sup>2</sup>Doutora em Educação (ênfase no Ensino de Química) pela Universidade Federal de Minas Gerais. Professora da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB/Brasil)

<sup>3</sup>Graduando em Licenciatura em Química. Discente da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB/Brasil)

<sup>4</sup>Doutora em Ensino das Ciências pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Professora da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM/Brasil)



98

### Validation of a Sequence Integrating Inquiry-Based with Argumentation for a Chemistry Teacher Training Program

#### ABSTRACT

**Palavras-chave:**

Validação de Sequência; Ensino por Investigação; Argumentação; Ensino de Química.

**Keywords:**

Validation of Sequence; Inquiry-Based Teaching; Argumentation; Chemistry Education

**E-mail:** [marinamartins@ufrb.edu.br](mailto:marinamartins@ufrb.edu.br)

The present article presents the process of validation process of a sequence that integrates Inquiry-Based Teaching and Argumentation, intended for future implementation in Chemistry Teacher Training Program. We invited three licensed Chemistry teachers holding a Doctor in Education or Chemistry Teaching, and possessing expertise in Inquiry-Based Teaching and Argumentation. These teachers assessed the sequence based on the adapted framework of Guimarães and Giordan, analyzing its structure and organization, problematization approach, capacity to promote argumentation, content and concepts, teaching methodology and evaluation, as well as its feasibility for remote teaching. The analysis highlighted positive aspects of the sequence, as well as areas for improvement. This process resulted in a sequence that holds the potential to enhance the teaching and learning process, aligning Inquiry-Based Teaching and Argumentation in the context of Chemistry Education.

#### INTRODUÇÃO

Pesquisadores da área da Educação em Ciências/Química têm destacado a importância de alfabetizar cientificamente os indivíduos na sociedade (SANTANA; MOTA, 2022; SILVA; SASSERON, 2021; VALLADARES, 2021). Essa alfabetização científica visa incentivar o uso do conhecimento científico e o desenvolvimento do pensamento crítico, permitindo que as pessoas estabeleçam conexões entre esses conhecimentos e questões sociais, políticas, econômicas, éticas e ambientais. Dessa forma, elas podem ser capazes de se posicionar de forma crítica, ativa e engajada diante dos problemas e desafios do cotidiano, propondo soluções fundamentadas cientificamente (VALLADARES, 2021).

Uma das possibilidades que pode contribuir para a formação citada acima é o Ensino por Investigação (CARVALHO, 2013; HODSON, 2014; LEE; BROWN, 2018; MOURA; SILVA, 2019; SILVA;

CABRAL; MALHEIRO, 2020; VONTOBEL; CASTRO; FLORES, 2020; SANTOS; MACHADO, 2021). Essa abordagem se configura como uma estratégia metodológica de aprendizagem que visa estimular os estudantes a pensar, questionar e discutir assuntos em sala de aula, a partir de situações-problema ou até mesmo casos (CARVALHO, 2013). Ela pode levar à aprendizagem de diferentes conhecimentos, tais como: i) a compreensão do conhecimento científico conceitual (SILVA; CABRAL; MALHEIRO; 2020; VONTOBEL; CASTRO; FLORES, 2020); ii) o entendimento mais amplo sobre a própria ciência, que engloba não apenas aspectos relacionados à Filosofia, História e Metodologia científica, mas também consciência das intrínsecas interações que existem entre as ciências e a sociedade (HODSON, 2014; LEE; BROWN, 2018) e iii) habilidades relativas à investigação, como coletar e analisar dados e argumentar (MOURA; SILVA, 2019; SANTOS; MACHADO, 2021; MARTINS, 2022).

Contudo, de acordo com Osborne (2014), o Ensino de Ciências não deve ser baseado exclusivamente na abordagem de Ensino por Investigação, pois isso pode levar à confusão em relação aos objetivos da ciência em produzir novos conhecimentos e aos objetivos de aprendizagem dos estudantes sobre as ideias estabelecidas nesta cultura. O autor sugere que é mais apropriado ensinar aos estudantes sobre o processo de construção, avaliação e validação do conhecimento científico do que utilizar predominantemente a investigação como ferramenta metodológica no ensino de Ciências.

Além disso, muitos professores têm uma visão equivocada de que o Ensino por Investigação se concentra apenas na aprendizagem de conhecimentos relativos a como realizar experimentos. Isso pode contribuir para que os estudantes desenvolvam concepções inadequadas sobre Ciências, limitando sua construção de conhecimento e o desenvolvimento de outras práticas científicas, como elaborar explicações para os fenômenos investigados, analisar dados, comunicar as ideias fundamentando-se em argumentos (OSBORNE, 2016).

Com o objetivo de superar essas limitações e favorecer a alfabetização científica, pesquisadores têm defendido a integração das abordagens de ensino por argumentação e investigação (KRAJCIK; MERRITT, 2012; REISER; BERLAND; KENYON, 2012; BYBEE, 2011; FERRAZ; SASSERON, 2017). Nesse sentido, torna-se essencial a criação de materiais didáticos que articulem essas abordagens de ensino, assim como sua validação, uma vez que essa ação pode reduzir erros e ampliar o impacto significativo dos objetivos de aprendizagem dos estudantes.

Visando enriquecer essa discussão, neste estudo buscamos apresentar o processo de validação de uma sequência que integra o Ensino por Investigação à Argumentação para ser futuramente implementado em cursos de Licenciatura em Química. Para alcançar esse objetivo, adaptamos o instrumento de validação desenvolvido por Guimarães e Giordan (2011), a fim de favorecer que a sequência possua o potencial necessário para contribuir com os objetivos para os quais ela foi proposta.

Acreditamos que esta pesquisa pode ampliar as discussões relacionadas à validação de sequências, especialmente aquelas voltadas para o ensino investigativo e que oferecem suporte ao aprendizado de ciências e ao envolvimento ativo em argumentação visando a alfabetização científica.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

## Ensino por Investigação e a Argumentação no Ensino de Ciências

Neste estudo, entendemos o Ensino de Ciências por Investigação como uma abordagem didática, como indicado por Ferraz e Sasseron (2017), isto é, com características que favorecem a ocorrência de interações discursivas. Estas ações podem ser facilitadas por meio de Sequências de Ensino por Investigação, um tipo específico de sequência didática, que possibilitam ao professor atuar como mediador do processo de ensino-aprendizagem. Isso ocorre em virtude da estrutura desse tipo de sequência, que se inicia com um problema, seguido da busca por soluções a partir da elaboração e avaliação de hipóteses, delimitação das variáveis relevantes, estabelecimento de relações entre as variáveis e construção de explicações para o problema (FERRAZ; SASSERON, 2017).

Em relação à Argumentação, esta é compreendida como uma atividade social, verbal, não verbal e racional, envolvendo movimentos de refutar, questionar, dar suporte a partir de argumentos, deliberar, compartilhar informações, entre outros (MARTINS; MACAGNO, 2022).

O uso do Ensino de Ciências por Investigação aliado à Argumentação pode promover de forma ativa a aprendizagem de conceitos (que seria a dimensão conceitual do conteúdo segundo Zabala (1998)), conforme evidenciado em um estudo conduzido por Kabataş Memiş (2014). Resultados semelhantes também foram obtidos em um estudo realizado por Burke *et al.* (2005) e Martins (2022), no qual os alunos formularam conceitos e ideias ao apoiar suas afirmações com dados, além de construírem novos conhecimentos com base em sua aprendizagem prévia.

Além da construção de conhecimentos conceituais, a integração articulada do Ensino de Ciências por Investigação à Argumentação tem contribuído para o desenvolvimento de diversas habilidades pelos estudantes (que abrange a dimensão procedimental do conteúdo de acordo com Zabala (1998)). No estudo conduzido por Kuhn e Pearsall (2000), por exemplo, os estudantes aprimoraram suas habilidades de planejamento investigativo, inferências, busca e avaliação de dados, assim como sua capacidade de interpretá-los. Já na pesquisa conduzida por Martins (2022), os estudantes desenvolveram habilidades relativas à argumentação.

O Ensino de Ciências por Investigação articulado à Argumentação também pode contribuir para o desenvolvimento de atitudes, valores e norma (que abarca a dimensão atitudinal do conteúdo com base em Zabala (1998)), como defendido por Sasseron (2015).

Mas para que essas aprendizagens possam ocorrer efetivamente, é crucial elaborar propostas didáticas que integrem essas abordagens e validá-las. Portanto, neste estudo, buscamos apresentar a validação de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) articulada à Argumentação, planejada com o intuito de promover não apenas a aprendizagem de conteúdos e conceitos específicos nas disciplinas científicas por meio do Ensino por Investigação, mas também o engajamento de licenciandos em Química na argumentação.

### A importância da validação de sequências didáticas

Diversos estudos (CAMPOS, 2009; BEGO; ALVES; GIORDAN, 2019; RIBEIRO; SOUZA; KUBO, 2019; JARDIM; MARCELINO, 2021) ressaltam a importância de realizar uma avaliação abrangente de sequências didáticas, examinando minuciosamente todos os aspectos relevantes. Ao envolver



um maior número de pessoas nessa avaliação, como ocorre em pesquisas científicas, é possível aprofundar os conteúdos e conceitos abordados nas sequências.

Além disso, essa avaliação pode exercer um impacto significativo no processo de ensino-aprendizagem, tanto para os professores quanto para os estudantes, permitindo a inclusão ou exclusão de atividades e recursos tecnológicos, entre outros aspectos. Portanto, é essencial que o professor submeta sua atividade a outros profissionais, a fim de permitir que contribuam para a análise, auxiliando na redução de erros e no aumento da confiabilidade e credibilidade da proposta. O tempo necessário para esse processo pode variar de alguns dias a meses, dependendo do acordo estabelecido entre o professor/pesquisador e os avaliadores.

Para realizar uma avaliação abrangente de uma sequência didática, conforme mencionado pelos pesquisadores supracitados, é essencial a construção, utilização e/ou adaptação de um instrumento específico com esse propósito. Neste estudo, optamos por utilizar e adaptar o instrumento de validação proposto por Guimarães e Giordan (2011), que abrange as seguintes categorias:

1. **Estrutura e Organização:** esta categoria busca avaliar a qualidade e originalidade da sequência didática, sua articulação com os temas da disciplina, a inteligibilidade da proposta, a adequação do tempo de acordo com as atividades propostas e sua viabilidade. Também examina se os referenciais teóricos e bibliografias foram adequadamente utilizados;
2. **Problematização:** nessa categoria, se busca avaliar a abrangência e o foco do problema presente na sequência didática, verificar a coerência interna desse problema em relação a todas as atividades da sequência, bem como a sua articulação com as perspectivas social e científica. Além disso, analisa-se a contextualização do problema ao longo da sequência e se as atividades contribuem para a sua resolução;
3. **Conteúdos e Conceitos:** esta categoria examina a inteligibilidade dos objetivos e a conexão desses com os conteúdos e a problemática, assim como avalia se as atividades e os conteúdos propostos são suficientes para atingir os objetivos estabelecidos para a sequência. Também é importante considerar a contextualização como ponto de partida para o desenvolvimento de conhecimentos científicos, assim como a organização e a sequência dos conteúdos nesta dimensão. Por fim, verifica-se se os conceitos desenvolvidos pela sequência didática fornecem elementos para a exploração do fenômeno proposto; e
4. **Metodologia de Ensino e Avaliação:** nesta categoria, analisa-se se as estratégias didáticas são variadas e adequadas para o avanço da questão-problema presente na sequência, bem como se examina a organização das atividades da sequência em relação à contextualização e os métodos de avaliação, considerando sua natureza integradora e formativa.

O uso desse instrumento permite a análise de diversos aspectos importantes de sequências didáticas, visando ao aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem. No entanto, para que o instrumento também possa abordar explicitamente os aspectos argumentativos atrelados ao ensino investigativo da sequência planejada, é necessário realizar uma adaptação. Na próxima seção, discutimos detalhadamente os outros aspectos desse processo.

## ASPECTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

O presente estudo adota os pressupostos de um estudo qualitativo, pois procura compreender elementos do processo de validação de uma SEI integrada à Argumentação que foram desenvolvidos a partir das interações sociais e de sua análise por pares (DESLANDES; GOMES; MINAYO, 2009). A seguir, apresentamos o panorama geral da SEI que incorpora a Argumentação. Isso visa proporcionar ao leitor uma visão abrangente da sequência, do instrumento de coleta de dados utilizado nesta pesquisa, da amostra selecionada para a análise da SEI, bem como dos procedimentos de análise de dados que fundamentaram este estudo.

### Instrumento de Coleta de Dados

A ficha avaliativa utilizada como instrumento para coletar dados foi amparada na proposta de Guimarães e Giordan (2011). No entanto, como mencionado na fundamentação teórica, algumas modificações foram feitas para alcançar os objetivos para os quais a SEI proposta foi desenvolvida. Essas modificações incluem:



- i. Inclusão ou adaptação das seguintes questões relacionadas à Estrutura e Organização, com foco na originalidade e qualidade da SEI no instrumento:
  - O título da SEI condiz com o tema?
  - O tema da SEI é original?
  - Existem outras propostas com temas idênticos a esta?
  - O tema proposto está adequado ao público alvo?
  - Com este tema será possível despertar o interesse dos discentes?
  - Os conteúdos abordados na SEI estão coerentes com o tema proposto?; e
  - O nível de aprofundamento dos conteúdos está adequado ao público alvo?
- ii. Inclusão ou adaptação das seguintes questões relacionadas à Estrutura e Organização, direcionado à clareza e inteligibilidade da SEI no instrumento:
  - A linguagem utilizada nas atividades/questões possibilita um bom entendimento para os estudantes?
  - Os objetivos das atividades são claros para os estudantes?
  - Os materiais de apoio têm uma linguagem clara para o entendimento sobre o tema da SEI?
- iii. Criação da categoria "Avaliação da capacidade da SEI para fomentar a argumentação" com o objetivo de analisar se o tema abordado, os objetivos estabelecidos, as questões propostas, as orientações fornecidas e o material de apoio disponibilizado nas atividades podem favorecer a argumentação. Essa categoria inclui as seguintes questões:
  - O tema norteador da SEI é capaz de proporcionar situações argumentativas?
  - O objetivo de cada atividade da SEI é capaz de favorecer que os estudantes se engajem na argumentação?
  - As questões de cada atividade da SEI têm a capacidade de incentivar os estudantes a se engajar na argumentação?
  - As sugestões de indagações/intervenção da SEI são capazes de favorecer que os estudantes se engajem na argumentação?
  - Os materiais de apoio fornecidos aos estudantes oferecem suporte para que eles se engajem na argumentação durante as atividades da SEI?

- iv. Criação da categoria "Questões Finais", com o objetivo de compreender se o professor-formador empregaria a sequência em suas aulas e avaliar a possibilidade de utilizá-la no ensino remoto. Essa categoria visa investigar a viabilidade de implementação futura da sequência também no ensino remoto, permitindo uma análise abrangente da sua utilização em diferentes modalidades de ensino. Essa categoria abarca as seguintes questões:

Você, professor, utilizaria a SEI em sua sala de aula? Justifique.

É possível utilizar a SEI também para o ensino remoto? Justifique.

É importante ressaltar que na ficha avaliativa, que adaptamos a partir do referencial de Guimarães e Giordan (2011), incluímos uma carta convite para a validação da SEI. Junto a isso, fornecemos uma explicação dos referenciais teóricos de Ensino por Investigação e Argumentação, os quais subsidiaram o planejamento da SEI. No mesmo sentido, destacamos que a SEI foi cuidadosamente construída para promover o desenvolvimento de diferentes conhecimentos e o engajamento de argumentação. Ademais, detalhamos os critérios avaliativos. Para cada item dentro das categorias de avaliação, é necessário avaliá-lo conforme os critérios já estabelecidos por Guimarães e Giordan (2011), como: **insuficiente**, quando a SEI não atende ao item, indicando a necessidade de mudanças; **razoavelmente suficiente**, quando a SEI aborda o item de maneira parcial, sugerindo que ajustes devem ser feitos para aprimorá-la; e **suficiente**, quando a SEI aborda o item de maneira satisfatória e completa, não demandando alterações. Por fim, a ficha disponibiliza um espaço destinado para os avaliadores registrarem seus comentários.



### Seleção da Amostra e Análise de dados

Para validar a SEI integrada a Argumentação, foram convidadas três professoras de Química/Ciências que lecionam em disciplinas relacionadas ao Ensino de Química no Ensino Superior em cursos de Licenciatura em Química.

A seleção das professoras convidadas seguiu alguns critérios com o objetivo de assegurar uma avaliação precisa, confiável e de qualidade. Sendo eles: i) experiência como docentes em cursos de Licenciatura em Química em universidades públicas brasileiras, garantindo assim um conhecimento do contexto acadêmico e das demandas específicas da natureza desse curso; ii) titulação de doutorado na área de Ensino de Ciências ou Educação em nível *stricto sensu*, o que demonstra uma formação acadêmica sólida e especialização na área do Ensino de Química; iii) conhecimentos em Química e Ensino de Química ou Ciências, além de experiência com Ensino por Investigação e Argumentação. Esses conhecimentos são essenciais para avaliar adequadamente a integração da SEI à argumentação e sua relevância para o ensino superior e para o processo de ensino aprendizagem.

As fichas de avaliação foram enviadas a cada docente por e-mail, juntamente com a sequência a ser avaliada e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Neste e-mail, foi expresso que as avaliadoras teriam total liberdade para criticar e sugerir as possíveis mudanças na sequência. Após aproximadamente dois meses, as fichas foram preenchidas pelas docentes e entregues também por e-mail, contendo suas respectivas avaliações.

Por fim, foram realizadas análises minuciosas de cada item da ficha avaliativa, levando em consideração as ponderações e comentários fornecidos por cada avaliadora. Esse processo resultou

na produção de quadros que abrangem a análise das avaliadoras para cada uma das categorias presentes nas fichas avaliativas, adaptadas da ferramenta de Guimarães e Giordan (2011). As categorias com seus respectivos itens de avaliação são apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1:** Categorias e seus correspondentes itens de avaliação da SEI

Categorias	Itens
A. Estrutura e Organização na SEI	A1. Qualidade e originalidade, em que se busca avaliar se a sequência apresenta características de qualidade e se é original em relação a outras propostas similares. É importante verificar se ela traz inovações ou abordagens diferenciadas em relação ao tema abordado.
	A2. Clareza e inteligibilidade da proposta, no qual se avalia se a proposta é apresentada de forma clara e compreensível. Isso implica em garantir que o texto seja direto, sem rodeios, e contenha todas as informações necessárias para que o leitor possa compreender e aprofundar-se no assunto.
	A3. Adequação ao tempo de realização e discussão das atividades, em que se analisa se o tempo previsto para a realização das atividades é adequado de acordo com as metodologias empregadas. É fundamental garantir que o cronograma permita a execução das atividades, evitando pressa ou falta de tempo.
	A4. Uso adequado dos referenciais teóricos para a construção da SEI articulada à argumentação, ou seja, se os referenciais teóricos foram utilizados adequadamente na proposta apresentada.
	A5. Uso adequado do material de apoio para a realização das atividades, no qual se busca analisar se o material disponibilizado está de acordo com o público-alvo e se contribui para o desenvolvimento da proposta.
B. Problematização na SEI	B1. O problema, em que se avalia se a seleção e enunciação do problema foram desenvolvidas em conformidade com o tema proposto, se permanecem relevantes no contexto atual e, sobretudo, se a solução desse desafio, conforme delineado, se apresenta como uma necessidade ao longo da SEI.
	B2. Coerência interna da SEI, em que busca-se determinar se a apresentação do problema teve apenas a finalidade de introduzir questões a serem abordadas com base nos conceitos apresentados na aula ou se existe uma estrutura problematizadora que está interligada aos vários elementos da SEI.
	B3. A problemática nas perspectivas social e científica, em que se analisa se a problemática está intrinsecamente relacionada à realidade dos discentes e se ela facilita a análise da dimensão social com base em conhecimentos científicos, além de verificar se existe uma conexão entre a sociedade, o ambiente, a ciência e as implicações sociais do tema.
	B4. Articulação entre os conceitos e a problematização, no qual visa verificar se existe uma conexão entre o problema apresentado nas atividades e os conceitos fundamentais para resolvê-lo a fim de atingir os objetivos definidos para cada atividade.
	B5. Contextualização do problema, em que procura-se avaliar a integração do contexto para uma compreensão mais aprofundada do problema, resultando, por conseguinte, em uma melhor solução ao problema.
	B6. O problema e a resolução, em que avalia-se se as atividades e as propostas de discussões contribuem para a resolução do problema coletivamente e a construção de conhecimento científico.
C. Capacidade da SEI para fomentar a Argumentação	C1. O tema norteador da SEI é capaz de proporcionar situações argumentativas? Nesse item visa-se analisar se o tema pode favorecer a apresentação e discussão de diferentes hipóteses e soluções.
	C2. O objetivo de cada atividade da SEI é capaz de favorecer que os estudantes se engajem na argumentação? Isso implica em investigar se os objetivos das atividades podem encorajar os estudantes a formular e analisar hipóteses, bem como soluções para o problema em questão.
	C3. As questões de cada atividade da SEI têm a capacidade de incentivar os estudantes a se engajar na argumentação? Ou seja, busca-se analisar se as questões presentes na SEI contribuem para que os estudantes argumentem. Isso implica na coleta de dados, elaboração e investigação de hipóteses e soluções, utilizando argumentos, razões e evidências para fundamentar o processo.
	C4. As sugestões de indagações/intervenção da SEI são capazes de favorecer que os estudantes se engajem na argumentação?

	<p>Isto é, se as orientações para a condução de cada atividade direcionam os alunos na coleta de dados, elaboração e investigação de hipóteses e soluções com base em argumentos, razões e evidências convincentes.</p> <p>C5. Os materiais de apoio fornecidos aos estudantes oferecem suporte para que eles se engajem na argumentação durante as atividades da SEI? Isso implica em garantir que esses materiais contenham as informações essenciais para uma compreensão aprofundada do problema, possibilitando que os discentes desenvolvam e avaliem explicações com base em evidências. Isso, por sua vez, pode impulsionar a criação de argumentos e, conseqüentemente, o envolvimento na argumentação.</p>
D. Conteúdos e Conceitos na SEI	<p>D.1 Objetivo e conteúdo, em que se busca verificar se os objetivos são definidos e se estão diretamente relacionados aos problemas e conceitos apresentados, além de confirmar se estes estão voltados para promover a aprendizagem dos conteúdos e conceitos propostos.</p> <p>D.2 Conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, no qual analisa se as atividades e materiais apresentados são necessários e suficientes para construir conceitos (conhecimentos conceituais), habilidades (conhecimentos procedimentais) e atitudes e (conhecimentos atitudinais).</p> <p>D.3 Conhecimento Coloquial e Científico, em que avalia se a contextualização serve como ponto de partida para o desenvolvimento de conhecimentos científicos que possam dar suporte à investigação do problema, bem como para as propostas de possíveis soluções para um problema social.</p> <p>D.4 Organização e encadeamento dos conteúdos, no qual se analisa se os conteúdos estão organizados de maneira lógica e progressiva, assim como se a quantidade de conteúdo a ser abordado está em conformidade com o número de aulas disponíveis.</p> <p>D.5 Tema, Fenômeno e Conceitos, em que se avalia se os conhecimentos construídos ao longo da SEI oferecem a base necessária para discutir o problema proposto de acordo com a temática que permeia a SEI.</p>
E. Metodologia de Ensino e Avaliação na SEI	<p>E1. Aspectos Metodológicos, no qual busca-se analisar se os procedimentos de avaliação estão alinhados com os objetivos e conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais delineados na SEI.</p> <p>E2. Organização das atividades e a contextualização, em termos de se são apresentadas de maneira adequada aos alunos, bem como se favorecem a contextualização dos conhecimentos construídos e utilizados durante a SEI.</p> <p>E3. Avaliações Integradoras, em que visa analisar se a avaliação é incorporada ao longo de toda a SEI ou se apenas é apresentada no final da proposta.</p> <p>E4. <i>Feedback</i> da Avaliação, no qual se avalia se há instrumentos <i>feedbacks</i> para que os discentes acompanhem seu processo formativo durante a SEI.</p>
F. Questões Finais	<p>F1. Você, professor, utilizaria a SEI em sua sala de aula? Justifique. Neste item, busca-se compreender se o avaliador da proposta a implementaria em suas aulas.</p> <p>F2. É possível utilizar a SEI também para o ensino remoto? Neste tópico, avalia-se a possibilidade de implementação da proposta no ensino remoto.</p>

Fonte: Adaptado de Guimarães e Giordan (2011).

A avaliação dos resultados foi realizada por meio de uma análise crítica de cada parte examinada pelas avaliadoras, incluindo os seus comentários. A partir dessa análise, foram realizadas modificações na sequência inicial planejada. Para a discussão dos resultados, foram utilizados referenciais teóricos adotados no estudo, e, quando apropriado, foram incorporados escritos de outros autores para elucidar questões relativas aos resultados obtidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Panorama geral da Sequência de Ensino por Investigação que integra a Argumentação

A sequência inicialmente intitulada "Investigando os problemas Ambientais e de saúde de uma comunidade: um estudo de caso no município do interior da Bahia" foi desenvolvida para ser futuramente implementada em um curso de Licenciatura em Química, especificamente em disciplinas pedagógicas voltadas para o Ensino de Química. A SEI é direcionada a licenciandos que já tenham conhecimentos associados à química geral e química ambiental, bem como familiaridade com a temática agrotóxico e desmatamento. Ela foi planejada a partir da integração dos referenciais

de Ensino por Investigação, proposto por Carvalho (2013), e Argumentação de Martins e Macagno (2022).

Os objetivos principais dessa sequência, planejada inicialmente para ser implementada em 24 horas/aula, é promover o desenvolvimento da aprendizagem de conhecimentos científicos relacionadas à temática dos agrotóxicos e do desmatamento, estabelecendo uma articulação com aspectos sociais, políticos, econômicos e éticos, bem como incentivar a participação dos futuros professores na investigação e argumentação. Isso é feito por meio da análise e discussão de um caso fictício, baseado em fatos reais da região, que envolve os problemas de mortandade de peixes e questões de saúde enfrentadas por uma comunidade local no interior da Bahia.

Para resolver esse caso, na SEI planejada, sugerimos inicialmente que os estudantes de um curso de Licenciatura em Química sejam orientados a realizar uma série de atividades que visam aprofundar sua compreensão do problema e propor explicações e soluções fundamentadas em dados e conhecimentos construídos ao longo da SEI.

A *atividade 1: Pensando mais profundamente no problema*, por exemplo, foi desenvolvida para que os licenciandos fossem convidados a elaborar hipóteses explicativas embasadas em argumentos. Em relação à *atividade 2: Testando nossas hipóteses*, ela foi construída para que os futuros docentes testassem e justificassem suas hipóteses explicativas utilizando os dados disponíveis sobre os parâmetros de qualidade da água que foram medidos na amostra retirada do riacho onde os peixes foram encontrados mortos, além do uso de seus conhecimentos.

Por outro lado, a *atividade 3: Analisando as informações* foi planejada para que os professores em formação inicial em Química coletassem e analisassem as informações obtidas por um dos licenciandos de Química durante sua conversa com Arthur e sua família sobre os problemas em investigação. A partir disso, eles devem avaliar se as hipóteses explicativas apresentadas são capazes de dar conta de explicar o problema investigado e o porquê.

A *atividade 4: Avaliando nossas explicações* foi criada visando que os estudantes de um curso de Licenciatura em Química fossem novamente desafiados a testar suas hipóteses explicativas com base nos dados de resíduos de agrotóxicos encontrados na amostra retirada do riacho onde os peixes foram encontrados mortos, avaliando se elas ainda são capazes de explicar os problemas identificados no caso. No que diz respeito à *atividade 5: E as soluções, onde estão?*, ela foi construída para que os licenciandos elaborassem e justificassem possíveis soluções para resolver os problemas de mortandade de peixes e de saúde que tem afetado a comunidade local.

Já a *atividade 6: E as soluções atendem as demandas de Arthur e de sua comunidade?* foi desenvolvida para que os futuros professores testassem e justificassem as soluções propostas na *atividade 5*. Por fim, a *atividade 7: Compartilhando informações com Arthur, seus familiares e a comunidade local* foi planejada com o objetivo de que os estudantes elaborassem uma cartilha embasada em argumentos sobre os problemas de mortandade dos peixes e de saúde que têm afetado a comunidade local com as possíveis soluções para esse caso.

### **Avaliação da Sequência de Ensino por Investigação que integra a Argumentação**

A seguir apresentamos quadros contendo as avaliações das professoras em relação aos itens de cada categoria. Conforme mencionado anteriormente, cada item em cada categoria pode ser classificado como insuficiente, razoavelmente suficiente, ou suficiente. Nos quadros desta seção,

estão listadas as avaliações consideradas insuficientes (indicadas pelo símbolo (-)), razoavelmente suficientes (indicadas pelo símbolo (\*)) e suficientes (indicadas pelo símbolo (+)). As avaliações consideradas para determinado item como suficiente por todas as avaliadoras são detalhadas no texto, juntamente com as modificações realizadas com base nas respostas das avaliadoras quando classificadas como insuficiente ou razoavelmente suficiente. O Quadro 2 representa um resumo da avaliação da primeira categoria analisada. Para distinguir e identificar as professoras-avaliadoras, utilizamos a sigla "P" seguida de um número (P1, P2 e P3).

**Quadro 2:** Avaliação da Estrutura e Organização na SEI

Itens	P1	P2	P3
A1. Qualidade e originalidade	*	*	*
A2. Clareza e inteligibilidade da proposta da SEI	+	*	+
A3. Adequação ao tempo de realização e discussão das atividades	*	*	*
A4. Uso adequado dos referenciais teóricos para a construção da SEI articulada à argumentação	+	+	+
A5. Uso adequado do material de apoio para a realização das atividades	*	*	*

**Fonte:** Autores.

A avaliação feita pelas professoras-avaliadoras para a categoria Estrutura e Organização da SEI resultou em seis modificações na SEI. A partir dos comentários e sugestões das avaliadoras, revisamos a sequência e realizamos alterações no título, na proposta de condução, no público-alvo, nas definições de termos técnicos, no tempo para realização das atividades e também nos materiais de apoio.

Quanto ao título da SEI, antes denominado Investigando os problemas Ambientais e de saúde de uma comunidade: um estudo de caso no município do interior da Bahia foi alterado para: *Investigando e propondo soluções para a mortandade de peixes de uma propriedade rural de um município do interior da Bahia e os problemas de saúde dos moradores dessa região*. Essa mudança foi orientada pela avaliadora **P3**, que sugeriu um título mais direcionado ao problema enfrentado pela comunidade e chamativo aos leitores para que, dessa forma, o item **A1. Qualidade e originalidade** fosse contemplado.

Para atender adequadamente o público-alvo da SEI, item **A1**, e seguir a sugestão de evidenciar os pré-requisitos para os participantes, conforme avaliadoras **P2** e **P3**, adicionamos informações contendo os pré-requisitos básicos para acompanhar e desenvolver os conhecimentos relativos à temática abordada na SEI, na parte inicial da sequência.

Ainda sobre o público-alvo, Guimarães e Giordan (2011) enfatizam que uma sequência didática deve estar relacionada com o Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola, mas como nossa sequência é voltada para um curso de Licenciatura em Química, levamos em consideração Propostas Pedagógicas Curriculares do respectivo curso.

No que se refere à **Clareza e Inteligibilidade**, item **A2**, alteramos a condução do Caso apresentado na *atividade 1: Pensando mais profundamente no problema*, para orientar o professor-formador a perguntar aos licenciandos em Química se já tinham ouvido falar sobre algum relato de mortandade de peixes em suas respectivas regiões, pois é um dos problemas apresentados no texto introdutório da SEI. Essa mudança foi realizada para favorecer a contextualização, conforme sugerido pela avaliadora **P2**.

Sobre a contextualização, a avaliadora **P2** vai ao encontro do que é proposto por Carvalho (2013), quando orienta que na SEI deve haver atividades de contextualização do conhecimento com

o dia a dia dos discentes, tornando-o mais significativo por ser compreendido a partir de algo familiar a eles. Em relação às definições dos termos técnicos, a avaliadora **P2** sugeriu que fosse feita uma breve definição dos termos mais técnicos presentes na *atividade 2: Testando nossas hipóteses*, para atender ao item **A2. Clareza e Inteligibilidade**. Assim, definimos os termos Turbidez, Oxigênio Dissolvido e Transparência.

Também fizemos ajustes no cronograma das atividades, considerando as contribuições das professoras-avaliadoras relacionadas ao tempo de condução das atividades da SEI, aspecto relativo ao item **A3. Adequação ao tempo de realização e discussão das atividades**.

Nesse ponto, a avaliadora **P1** faz uma observação importante sobre a necessidade de fornecer uma orientação explícita ao professor-formador quanto ao tempo de condução das atividades, a partir da seguinte fala: “A questão de tempo deve ser tomada apenas como referência. Deixar explícito no material do professor que algumas discussões podem ser mais demoradas.” (P1)

De forma semelhante, a avaliadora **P2** observou que o tempo alocado para algumas atividades, como a elaboração do questionário, pode ser insuficiente, como podemos observar em seu comentário: “Tempo de realização de atividades muito pouco. Introduzir na aula anterior a ideia de fazer questionários. Aumentar o tempo para 1h30min.” (P2)

No entanto, a professora-avaliadora **P3** vai em direção oposta ao tempo de realização e condução das atividades, divergindo das observações das **P1** e **P2**: “Diminuir o tempo de algumas atividades, deixar algumas atividades como extraclasse” (P3).

Após considerarmos os comentários das professoras-avaliadoras, propomos que a elaboração do questionário da *atividade 3*, intitulada *Analisando as informações*, seja realizada pelos participantes em casa, conforme solicitado por **P3**. Essa medida nos permitirá aumentar ou flexibilizar o tempo de realização e discussão das atividades, conforme recomendado pelas avaliadoras **P1** e **P2** e defendido por Guimarães e Giordan (2011).

Em relação aos materiais de apoio, promovemos modificações para atender ao item **A5. Uso adequado do material de apoio para a realização das atividades**. Com base nas orientações das professoras-avaliadoras, percebemos que os materiais apresentavam extensão excessiva, abarcando um volume significativo de informações. Esse fator pode resultar na possibilidade de os discentes encontrarem dificuldades em selecionar e empregar as informações pertinentes para resolver o caso, potencialmente afetando o engajamento deles na SEI. Essa observação ecoa a perspectiva de que, como ressaltado por Cruz (2008). Esse autor expressa que o excesso de informações pode dificultar os estudantes no seu processo de aprendizagem. Por essas razões, reestruturamos os materiais, tornando as informações mais precisas, diretas e organizadas em um formato sugestivo para o professor-formador, podendo optar por usá-los ou não. Adicionalmente, incluímos pequenos artigos que fornecem informações suficientes para o caso em questão.

Por outro lado, o item **A4. Uso adequado dos referenciais teóricos para a construção da SEI articulada à argumentação** foi considerado pelas as avaliadoras como satisfatório, visto que não houve sugestão de adaptação dos aportes teóricos utilizados na estruturação e elaboração da SEI integrada à argumentação. Na sequência, são apresentados os itens avaliados que se relacionam à segunda categoria, os quais são apresentados no Quadro 3.

**Quadro 3:** Avaliação da Problematização na SEI

Itens	P1	P2	P3
B1. O problema	+	+	+
B2. Coerência interna da SEI	+	+	+
B3. A problemática nas perspectivas social e científica	+	*	+
B4. Articulação entre os conceitos e a problematização	+	+	+
B5 Contextualização do problema	*	+	+
B6 O problema e a resolução	+	+	*

Fonte: Autores.

As modificações resultantes da avaliação da segunda categoria incluem: a expansão do caso/problema, a formulação de questionamentos preliminares direcionados aos licenciandos em Química, além dos ajustes no cronograma e nas propostas para a condução das atividades que constituem a sequência.

Em relação à **problemática nas perspectivas social e científica**, item **B3**, adotamos as sugestões apresentadas pela avaliadora **P2**. A mesma recomendou a ampliação do cenário relacionado à propriedade de Arthur, onde se registrava a mortandade de peixes, direcionando a problemática para a comunidade na qual essa propriedade está localizada. Podemos observar isso no seu seguinte comentário: “Ampliar caso da propriedade de Arthur para que não pareça que o caso é só de sua família. Incluir a comunidade afetada na tomada de decisão; fazer um encontro entre Arthur e a comunidade para mostrar o problema.” (P2)

Essas modificações foram implementadas a partir da inclusão de um líder comunitário e de uma associação comunitária ao longo dos textos fornecendo informações aos futuros professores. Isso expandiu o enfoque do problema, não se limitando apenas à mortandade de peixes na propriedade de Arthur, mas abrangendo toda a comunidade. O que pode aumentar o engajamento e o interesse dos estudantes na resolução dos problemas, bem como na tomada de decisões relacionadas aos problemas apresentados no caso (SÁ; QUEIROZ, 2010). Além disso, essa ampliação do escopo do caso é de suma importância, uma vez que a população não apenas consome os peixes, mas também depende da água local e enfrenta questões de saúde conectadas.

Essa recomendação da avaliadora **P2** está em consonância com a abordagem proposta por Carvalho (2013) para o Ensino de Química. Essa autora enfatiza que o Ensino de Ciências deve favorecer os alunos a tomar decisões. Para isso, os conteúdos científicos devem estar interligados e contextualizados com a realidade social do discente, como ocorre no caso desta SEI.

Com o objetivo de atender ao item **B5. Contextualização do problema**, foi sugerido e incluído na SEI que o professor-formador inicie com questionamentos prévios aos professores em formação inicial de Química para compreender se eles já vivenciaram ou têm conhecimento de casos semelhantes ao apresentado na SEI visando aproximar o caso da realidade dos discentes, como defendem Carvalho (2013) e Sá e Queiroz (2010). Essa alteração, além de estar alinhada com as sugestões da professora-avaliadora P1, também está em consonância com a visão de P2 para o item **A2. Clareza e Inteligibilidade** do Quadro 02, em relação ao enfoque das perguntas sobre o entendimento dos licenciandos acerca do problema de mortandade de peixes.

Nesse sentido, a flexibilização do tempo de realização das atividades e das propostas de condução com a sugestão de atividades para serem feitas em casa, constituem mudanças que não apenas atende ao item **B6. O problema e a resolução**, conforme indicado pela avaliadora **P3**, mas

também incorporam as recomendações fornecidas por todas as avaliadoras em relação ao item **A3** do Quadro 2.

Como observamos, as avaliações de itens de uma categoria podem direcionar mudanças relevantes na avaliação de itens de outra categoria. Compreendemos que todas as contribuições, independentemente da categoria ou da avaliadora, contribuíram para alterações significativas na sequência avaliada. Por outro lado, os itens **B1. O problema; B2. Coerência interna da SEI e B4. Articulação entre os conceitos e a problematização** não requerem ajustes ou modificações, uma vez que não houve sugestões ou recomendações por parte das professoras-avaliadoras. Esses itens foram considerados suficientes. A seguir, no Quadro 4, são expostos os itens avaliados para terceira categoria Avaliação da Capacidade da SEI para fomentar a Argumentação.

**Quadro 4:** Avaliação da Capacidade da SEI para fomentar a Argumentação

Item	P1	P2	P3
C1. O tema norteador da SEI é capaz de proporcionar situações argumentativas?	+	+	+
C2. O objetivo de cada atividade da SEI é capaz de favorecer que os estudantes se engajem na argumentação?	+	+	+
C3. As questões de cada atividade da SEI têm a capacidade de incentivar os estudantes a se engajar na argumentação?	+	+	+
C4. As sugestões de indagações/intervenção da SEI são capazes de favorecer que os estudantes se engajem na argumentação?	*	+	+
C5. Os materiais de apoio fornecidos aos estudantes oferecem suporte para que eles se engajem na argumentação durante as atividades da SEI?	+	+	+

Fonte: Autores.

A partir da avaliação realizada para a terceira categoria, procedemos a ajustes em resposta as recomendações da avaliadora **P1** relacionadas ao item **C4. As sugestões de indagações/intervenção da SEI são capazes de favorecer que os estudantes se engajem na argumentação?** Fizemos a criação de novas perguntas, refinamos as orientações para a condução das atividades e propusemos textos adicionais para suporte ao engajamento dos futuros professores de Química na argumentação durante SEI.

A avaliadora **P1** propôs direcionar as perguntas para a investigação das hipóteses formuladas pelos estudantes. Em concordância com essa orientação, optamos por incorporar esse enfoque, gerando novas indagações na *atividade 1: Pensando mais profundamente no problema*. Essas novas perguntas foram criadas com o propósito específico de favorecer a análise de hipóteses alternativas fundamentadas em justificativas e argumentos, aspecto que pode favorecer o desenvolvimento de habilidades argumentativas segundo Kuhn (1991) ou o do processo argumentativo como defendido por Martins e Macagno (2022). A fim de ilustrar a natureza das alterações realizadas, exemplificamos com a seguinte questão modificada: "Dentro das explicações apresentadas, qual pode ser considerada como a mais adequada para explicar os problemas enfrentados pela família de Arthur e a comunidade local? Justifique."

Além disso, realizamos alterações nas sugestões de orientações de condução da *atividade 3: Analisando as informações*, com base no seguinte comentário da avaliadora **P1**: "É importante deixar explícito para os professores que eles podem sugerir outras perguntas de acordo com a demanda exigida." (P1). A partir desse comentário, recomendamos que o professor-formador crie novas perguntas, caso julgue necessário, para enriquecer o processo de desenvolvimento da SEI.



Ademais, introduzimos novos textos para a *atividade 4: Avaliando nossas explicações*. Essa mudança foi motivada pelo comentário da avaliadora **P1**, que apontou que os materiais de apoio apresentavam extensão excessiva e informações dispostas de maneira desorganizada. Como resposta a esses aspectos, produzimos um texto embasado em artigos científicos, que serve para fornecer aos professores em formação inicial de Química as informações necessárias para uma compreensão do problema e para que eles possam formular e avaliar explicações fundamentando-se em evidências, o que pode fomentar o desenvolvimento de habilidades relativas à argumentação como defendido por Kuhn (1991) ou o engajamento no processo argumentativo conforme sustentado por Martins e Macagno (2022).

Reconhecemos que o item **C4** desencadeou algumas alterações em nossa sequência, as quais têm o potencial de contribuir para o seu melhor desenvolvimento. Por outro lado, a maioria dos itens presentes nessa categoria, como o **C1. O tema norteador da SEI é capaz de proporcionar situações argumentativas?**; **C2. O objetivo de cada atividade da SEI é capaz de favorecer que os estudantes se engajem na argumentação?**; **C3. As questões de cada atividade da SEI têm a capacidade de incentivar os estudantes a se engajar na argumentação?** e finalmente o **C5. Os materiais de apoio fornecidos aos estudantes oferecem suporte para que eles se engajem na argumentação durante as atividades da SEI?** - não recebeu sugestões feitas pelas avaliadoras que as consideraram suficientes para o desenvolvimento da SEI. A Avaliação dos Conteúdos e Conceitos na SEI foi também a quarta categoria analisada durante esta validação, conforme mostrado no Quadro 5.



**Quadro 5:** Avaliação dos Conteúdos e Conceitos na SEI

Item	P1	P2	P3
D1. Objetivo e conteúdo	+	+	+
D2. Conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais	+	+	+
D3. Conhecimento Coloquial e Científico	+	+	+
D4. Organização e encadeamento dos conteúdos	+	+	*
D5. Tema, Fenômeno e Conceitos	+	+	+

Fonte: Autores.

Ao examinarmos as avaliações das professoras-avaliadoras quanto aos conteúdos e conceitos, um aspecto crucial que emergiu foi a questão do tempo para a implementação da SEI, abordada no Item **D4. Organização e encadeamento dos conteúdos**. Esse ponto diz respeito à relação entre a quantidade de conteúdo a ser abordada e o tempo disponível. Essa observação pode ser encontrada no seguinte comentário: “A SEI é muito extensa e possui pouco conteúdo para uma disciplina, buscando novos conteúdos para serem trabalhados.” (P3)

A SEI foi inicialmente planejada para ser implementada em um curso de Licenciatura em Química, especificamente em disciplinas pedagógicas voltadas para o Ensino de Química, direcionada a licenciandos com conhecimentos associados à química geral e química ambiental, bem como familiaridade com a temática. Geralmente, tais disciplinas possuem uma carga horária de 60 horas. Contudo, concordamos com a avaliação da avaliadora P3 em relação à extensão da SEI, pois em nosso planejamento, a SEI seria implementada ao longo de 24 horas/aula. Por esse motivo, adotamos medidas para reduzir o tempo de desenvolvimento das atividades e ajustar as propostas de condução, como destacado nos itens **A3. Adequação ao tempo de realização e discussão das**

**atividades**, Quadro 02, e **B6. O problema e a resolução**, Quadro 03. Isso resultou em uma redução significativa no número de aulas, ou seja, de 12 horas/aula.

No entanto, em relação à quantidade de conteúdo, consideramos que talvez a avaliadora não tenha lido as informações apresentadas antes de iniciar o processo de avaliação. Deixamos explícito e explicado que nosso intento não era apenas abordar aspectos conceituais relativo à química geral e ambiental, mas também contemplar outras formas de conhecimento, como os conhecimentos procedimentais relacionados às habilidades investigativas, como a argumentação, e atitudinais referentes a tomadas de decisões, conforme destacado por Zabala (1998) e apoiado por Carvalho (2013).

Além dessas mudanças, um outro ponto que foi repensado no intuito de corroborar para a diminuição do tempo de execução da SEI, além dos aspectos já mencionados anteriormente, foi a redução do número de questões presentes tanto nas atividades quanto nas orientações para a condução das mesmas. Isso decorreu da compreensão de que, embora as questões desempenhem um papel fundamental no engajamento dos estudantes durante o processo investigativo de construção do conhecimento (SASSERON, 2013), a superabundância delas poderia prolongar o desenvolvimento das atividades e sua condução, o que, por sua vez, poderia desmotivar os licenciandos em Química ao longo da construção de conhecimentos para resolver os problemas apresentados na SEI. Assim, diante dos comentários apresentados nesta e em categorias anteriores, consideramos que algumas questões poderiam ser excluídas da SEI.

Os demais itens avaliados relacionados à categoria **Avaliação dos Conteúdos e Conceitos na SEI** foram julgados suficientes pelas professoras-avaliadoras, portanto, não foram objeto de alterações. Sendo eles: **D1. Objetivo e conteúdo**; **D2. Conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais**; **D3. Conhecimento Coloquial e Científico**; **D5. Tema, Fenômeno e Conceitos**. Na sequência, são apresentadas as análises dos itens que se relacionam à quinta categoria nomeada Metodologia de Ensino e Avaliação.

**Quadro 6:** Metodologia de Ensino e Avaliação na SEI

Itens	P1	P2	P3
E1. Aspectos Metodológicos	+	+	*
E2. Organização das atividades e a contextualização	+	+	+
E3. Avaliação Integradora	*	+	+
E4. <i>Feedback</i> da Avaliação	*	+	+

Fonte: Autores.

Por meio dos comentários e sugestões das professoras-avaliadoras promovemos uma ampliação na abordagem do conteúdo, indo além dos textos escritos na SEI, assim como refinamos a explicitação das metodologias de avaliação, tanto para os futuros docentes quanto para o professor-formador, e aprimoramos os instrumentos de *feedback*. Contudo, é importante ressaltar que apenas uma sugestão não foi implementada: a utilização de experimentos em laboratórios.

Em resposta ao seguinte comentário da avaliadora **P3** para o item **E1. Aspectos Metodológicos**:

Pensar em outras maneiras de trabalhar o conteúdo, como através de vídeos e documentários que se relacionam com o tema. Seria importante também buscar alguns documentários ou reportagens que mostram situações semelhantes em outros locais do país ou até mesmo do dia a dia. (P3)

Optamos por diversificar ainda mais a abordagem do conteúdo. Um exemplo concreto disso é a inclusão da exibição e discussão coletiva do trailer do filme *O preço da verdade*, após a conclusão da atividade 7: *Compartilhando informações com Arthur, seus familiares e a comunidade local*.

Avaliamos que essa decisão de mudança tem o potencial de proporcionar aos licenciandos em Química uma compreensão mais abrangente dos problemas abordados na SEI relacionados ao uso de agrotóxicos, em termos de eles perceberem que a problemática não se restringe apenas ao âmbito local, mas é uma questão que transcende fronteiras geográficas, como é demonstrado no trailer do filme *O preço da verdade*. Julgamos que isso pode enriquecer as discussões, fortalecer conexões e aprofundar o conhecimento dos discentes sobre o tema central da SEI, levando-os a uma contextualização mais ampla, como defendido por Carvalho (2013).

Em contrapartida, não concordamos integralmente com a sugestão da avaliadora **P3** de incluir atividades experimentais a serem feitas em laboratório, como mencionamos anteriormente. A razão para essa discordância baseia-se na própria estrutura da SEI, que foi concebida para ter a possibilidade de ser implementada futuramente no ensino presencial e remoto. Dessa maneira, incorporar atividades experimentais laboratoriais poderia desviar-se um pouco da proposta original da SEI.

Visando atender as observações destacadas no item **E3. Avaliação Integradora** pela avaliadora **P1** sobre explicitar a metodologia avaliativa para o desenvolvimento da SEI, apresentamos ao longo de toda SEI, nas orientações destinadas ao docente, que este avalie seus discentes de maneira contínua e processual, levando em consideração os aprendizados construídos nas três dimensões de conhecimento propostas por Zabala (1998). Decidimos aderir a essa sugestão, pois está em consonância com a perspectiva de Carvalho (2013), que enfatiza a avaliação como um processo contínuo que leva em conta a evolução do aprendizado do aluno ao longo de sua trajetória.

Em relação ao item **E4. Feedback da Avaliação**, a avaliadora **P1** apresentou a seguinte sugestão: “Deixar mais explícito na descrição da SEI e nas orientações para o professor, quais são os instrumentos de *feedback* para os alunos.” (P1). Reconhecemos a pertinência da sugestão apresentada por P1, pois pode contribuir para os professores em formação inicial de Química regularem o processo de sua própria aprendizagem, isto é, o que já sabem, o que precisam compreender/estudar durante a atividade e sua discussão, conforme defendido também por Carvalho (2013).

Assim, em consonância com essa perspectiva, introduzimos diretrizes na SEI para instruir o professor-formador a oferecer *feedbacks* aos licenciandos. Esses momentos de *feedback* estão planejados para cada atividade, assim como nas orientações de discussão das atividades. O intuito é garantir que os estudantes recebam *feedbacks* avaliativos ao longo do processo da vivência da SEI, contribuindo para a autorregulação de suas aprendizagens (CORREIA; CID, 2021).

No que diz respeito ao item **E2. Organização das atividades e a contextualização**, todas as três professoras-avaliadoras o avaliaram como suficiente, não apresentando quaisquer comentários específicos em sua análise. Como etapa final da avaliação da SEI, temos o Quadro 7, em que se buscou analisar se as professoras-avaliadoras utilizariam a SEI e a potencialidade de ela ser implementada também no ensino remoto.

**Quadro 7: Questões Finais**

Item	P1	P2	P3
F1. Você, professor, utilizaria a SEI em sua sala de aula? Justifique.	+	+	*
F2. É possível utilizar a SEI também para o ensino remoto?	*	+	+

Fonte: Autores.

Sobre o item **F1. Você, professor, utilizaria a SEI em sua sala de aula? Justifique** a avaliadora **P3** apresentou a seguinte comentário:

Diminuir a carga horária da SEI, repensar em uma SEI menor, acrescentar a SEI em uma disciplina que aborde alguns conteúdos trabalhados na sequência, como uma atividade avaliativa. A Sequência poderia fazer parte da disciplina, mas dentro dessa disciplina outros conteúdos poderiam ser acrescentados. (P3)

Esse comentário remete ao que já foi discutido pela mesma avaliadora para os itens: **A3. Adequação ao tempo de realização e discussão das atividades**, Quadro 02; **C4. As sugestões de indagações/intervenção da SEI são capazes de favorecer que os estudantes se engajem na argumentação?**, Quadro 04; e **D4. Organização e encadeamento dos conteúdos**, Quadro 05. Essas sugestões foram essenciais para que a versão atual da SEI fosse planejada para utilizar 12 horas/aula, uma vez que inicialmente havíamos planejado a utilização de 24 horas/aula.

Em relação ao item **F2. É possível utilizar a SEI no ensino remoto?**, a avaliadora P1 fez uma consideração importante, como podemos ver a seguir: “Saber a realidade da turma antes de realizar a atividade caso ela seja realizada no ensino remoto.” (P1). Concordamos com a avaliadora P1 e, portanto, incluímos orientações para que o professor-formador possa compreender a realidade da turma caso a SEI seja implementada na modalidade de ensino remoto. Isso inclui considerar se todos os discentes e docentes possuem as tecnologias adequadas e conhecimento de como utilizá-las e os desafios impostos à essa modalidade, conforme apontado por Privado (2021).

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo apresentamos o processo de validação de uma sequência que integra o Ensino por Investigação à Argumentação para ser futuramente implementado em cursos de Licenciatura em Química. O processo de validação revelou que nenhum dos itens avaliados foi considerado insuficiente pelas professoras-avaliadoras na versão original da SEI.

Além disso, esse processo revelou que a maioria dos itens de cada categoria já havia sido devidamente atendidos na versão original da SEI. Isso engloba a utilização apropriada de referências teóricas na construção da SEI, em articulação com a argumentação, bem como a qualidade e a consistência da integração do problema ao longo da SEI. Ainda, destaca-se o potencial inerente ao tema, aos objetivos, as questões e aos materiais de apoio presentes nas atividades da proposta para fomentar o engajamento dos futuros professores na argumentação. Os objetivos de cada atividade também foram devidamente definidos e relacionados aos problemas apresentados na SEI, em sua versão original, bem como as atividades e os materiais foram bem organizados. Isso pode propiciar o desenvolvimento progressivo de diversos tipos de conhecimento, incluindo os conceituais, procedimentais e atitudinais.

A contextualização já presente na versão original da SEI, segundo as avaliadoras, desempenha um papel fundamental no suporte à construção dos conhecimentos científicos



necessários para a investigação e resolução dos problemas apresentados. Para mais, a SEI, em sua versão original, já pode demonstrar, conforme apontado pelas professoras-avaliadoras, um grande potencial para ser implementada no contexto de ensino remoto, assim como pode suscitar interesse em ser utilizada por professores-formadores em diversas regiões do Brasil com as devidas adaptações e ajustes.

Por outro lado, o processo de validação conduzido pelas professoras-avaliadoras contribuiu também para realizarmos várias melhorias na SEI. Primeiramente, ajustamos o título da SEI para que se alinhasse com os problemas apresentados no caso em questão. Em seguida, ampliamos o cenário abordado na SEI, reformulamos os questionamentos e as orientações para intervenções, com o objetivo de enriquecer a contextualização e promover o engajamento dos licenciandos no processo argumentativo, ao mesmo tempo em que reduzimos o tempo necessário para a realização das atividades da SEI.

Adicionalmente, desenvolvemos novos materiais de apoio, contendo informações mais precisas, para fornecer um suporte ao processo de aprendizagem, ao engajamento argumentativo e à resolução dos problemas explorados no caso. Também realizamos ajustes no cronograma de algumas atividades e sugerimos que algumas delas fossem realizadas em casa, a fim de reduzir o número total de aulas necessárias para a implementação da SEI.

Por último, introduzimos orientações específicas para o professor-formador para que ele possa oferecer *feedback* formativo aos licenciandos, enriquecendo ainda mais a experiência de aprendizado. Assim, a partir dos resultados obtidos e das mudanças que fizemos julgamos que a versão atual da SEI planejada possui o potencial não apenas para favorecer a aprendizagem de conteúdos e conceitos científicos, mas também para promover o engajamento dos licenciandos em Química na argumentação.

Mas para que possamos avaliar adequadamente a contribuição desta SEI, torna-se imprescindível sua implementação em um curso de Licenciatura em Química, particularmente em disciplinas pedagógicas direcionadas ao Ensino de Química para licenciandos que possuam conhecimentos em química geral e química ambiental, bem como familiaridade com a temática. Este é um objetivo que planejamos alcançar em um futuro próximo.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia pelo valioso suporte financeiro concedido.

## Referências

- BEGO, A. M.; ALVES, M. GIORDAN, M. O planejamento de sequências didáticas de química fundamentadas no Modelo Topológico de Ensino: potencialidades do processo EAR (Elaboração, Aplicação e Reelaboração) para a formação inicial de professores. **Revista Ciência & Educação**, v. 25, n. 3, p. 625-645, 2019.
- BURKE, K. A.; HAND, B.; POOCK, J.; GREENBOWE, T. Using the science writing heuristic. **Journal of College Science Teaching**, v. 35, n. 1, p. 36-41, 2005.
- BYBEE, R. W. Scientific and engineering practices in K–12 classrooms: Understanding a framework for K–12 Science Education. **The Science Teacher**, v. 79, n. 9, p. 34-40, 2011.

- CAMPOS, M. M. Para que serve a pesquisa em educação? **Cadernos de Pesquisa**, v. 39, n. 136, p. 269-283, 2009.
- CARVALHO, A. M. P. Ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CORREIA; S. J. E; CID, M. P. C. Avaliação das aprendizagens nas aulas de ciências naturais e biologia e geologia: das percepções às práticas. **Revista Brasileira de Educação**, v. 26, p. 1-21, 2021.
- CRUZ, J. M. O. Processo de ensino-aprendizagem na sociedade da informação. **Educação & Sociedade**, v. 29, n. 105, p. 1023-1042, 2008.
- DESLANDES, S. F.; GOMES, R.; MINAYO, M. C. S. Pesquisa Social: teoria, método e criatividade. 28. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009.
- FERRAZ, A. T; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.
- GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Instrumento para construção e validação de sequências didáticas em um curso a distância de formação continuada de professores. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2011.
- HODSON, D. Nature of Science in the Science Curriculum: Origin, Development, Implications and Shifting Emphases. In: MATTHEWS, M. R. (org.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. New York and London: Springer, 2014.
- KABATAŞ-MEMİŞ, E. Elementary students' ideas about on implementation of argumentation based science learning approach. **Kastamonu Education Journal**, v. 22, n. 2, p. 400-418, 2014.
- KRAJCIK, J.; MERRITT, J. Engaging students in scientific practices: what does constructing and revising models look like in the science classroom? **Science Scope**, v. 35, n. 7, p. 6-8, 2012.
- KUHN, D. **The Skills of Argument**. New York: Cambridge University, 1991.
- KUHN, D.; PEARSALL, S. Developmental origins of scientific thinking. **Journal of cognition and Development**, v.1, n.1, p. 113-129, 2000.
- LEE, E. A.; BROWN, M. J. Connecting inquiry and values in Science Education: An Approach Based on John Dewey's Philosophy. **Science & Education**, v. 27, n. 1, p. 63-79, 2018.
- JARDIM, C. A. C. R.; MARCELINO, V. S. A relevância da validação de uma sequência didática sobre gravidez na adolescência baseada na metodologia da problematização. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 12, n. 4, p. 1-21, 2021.
- MARTINS, M. Analysis of High School Students' Argumentative Dialogues in Different Modelling Situations. **Science & Education**, online, p. 1-38, 2022.
- MARTINS, M.; MACAGNO, F. An analytical instrument for coding and assessing argumentative dialogues in science teaching contexts. **Science Education**, v. 106, n. 3, p. 573-609, 2022.
- MOURA, F. A.; SILVA, R. O Ensino de Física por Investigação: a socioconstrução do conhecimento para medir a aceleração gravitacional. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 3, p. 1-12, 2019.
- OSBORNE, J. Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. **Journal of Science Teacher Education**, v. 25, n. 2, p. 177-196, 2014.
- OSBORNE, J. Defining a Knowledge base for reasoning in science: The role of procedural and epistemic knowledge. In: DUSCHL, R. A.; BISMARCK, A. S. (Org.). **Reconceptualizing STEM Education: the central role of practice**. New York: Routledge, 2016.
- PRIVADO, R. J. P. Uso remoto das tecnologias na educação escolar e acadêmica. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 8, p. 83838-83856, 2021.
- REISER, B. J.; BERLAND, L. K.; KENYON, L. Engaging Students in the Scientific Practices of Explanation and Argumentation Understanding a Framework for K-12 Science Education. **Science and Children**, v. 49, n. 8, p. 8-13, 2012.
- RIBEIRO, L. A.; SOUZA, C.M.; KUBO, A. T.V. Engenharia didática: abordagens praxeológicas na elaboração de sequências didáticas sobre atividades de linguagem. **Revista Diálogo das Letras**, v. 8, n. 3, p. 80-99, 2019.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de caso no ensino de Química**. Campinas: Editora Átomo, 2010.
- SANTANA, A. J. S.; MOTA, M. D. A. Natureza da Biologia, ensino por investigação e alfabetização científica: uma revisão sistemática. **Revista Educar Mais**, v. 6, p. 450-466, 2022.

SANTOS, A. C. G. G.; MACHADO, V. M. Atividades de investigação no ensino de astronomia: sequência didática sobre os movimentos e inclinação do eixo da terra nos anos iniciais do ensino fundamental. **Vidya**, v. 41, n. 2, p. 115-131, 2021.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SILVA, L. E.; CABRAL, R. E. S.; MALHEIRO, J. M. S. Índícios de Alfabetização Científica durante uma Sequência de Ensino Investigativo em um Clube de Ciências. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 7, p. 1-14, 2020.

SILVA, M. B.; SASSERON, L. H. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio: Pesquisa em Educação e Ciências**, v. 23, p. 1-20, 2021.

VALLADARES, L. Scientific Literacy and Social Transformation. **Science & Education**, v. 30, p. 557-587, 2021.

VONTOBEL, C. S.; CASTRO, P. M.; FLORES A. S. Alfabetização ecológica na Amazônia: uma sequência de ensino por investigação. **Boletim do Museu Integrado de Roraima**, v. 13, n. 1, p. 104-122, 2020.

ZABALA, A. **A prática educativa como ensinar**. Porto Alegre: Penso, 1998.



## RESUMO

O presente artigo apresentamos o processo de validação de uma sequência que integra o Ensino por Investigação à Argumentação para ser futuramente implementada em cursos de Licenciatura em Química. Convidamos três professoras licenciadas em Química com titulação de Doutorado em Educação ou Ensino de Química, e expertise em Ensino por Investigação e Argumentação para validar a sequência. Essas professoras avaliaram a sequência com base no referencial adaptado de Guimarães e Giordan, analisando sua Estrutura e Organização, abordagem da Problematização, capacidade de fomentar a Argumentação, Conteúdos e Conceitos, Metodologia de Ensino e Avaliação, além de sua viabilidade para o ensino remoto. A análise destacou aspectos positivos da sequência, bem como pontos a serem aprimorados. Esse processo resultou em uma sequência a ser implementada com potencial enriquecedor para o processo de ensino e aprendizagem, alinhando-se o Ensino Investigativo à Argumentação no Ensino de Química.

**Palavras-chave:** Validação de Sequência; Ensino por Investigação; Argumentação; Ensino de Química.

## RESUMEN

En el presente artículo, presentamos el proceso de validación de una secuencia que integra la Enseñanza por Investigación a la Argumentación, con la intención de ser implementada en cursos de Licenciatura en Química. Invitamos a tres profesoras licenciadas en Química con titulación de Doctorado en Educación o Enseñanza de Química, y experiencia en Enseñanza por Investigación y Argumentación para validar la secuencia. Estas profesoras evaluaron la secuencia en base al marco adaptado de Guimarães y Giordan, analizando su Estructura y Organización, enfoque de la Problemática, capacidad para fomentar la Argumentación, Contenidos y Conceptos, Metodología de Enseñanza y Evaluación, además de su viabilidad para la enseñanza remota. El análisis resaltó aspectos positivos de la secuencia, así como puntos a mejorar. Este proceso resultó en una secuencia con potencial enriquecedor para el proceso de enseñanza y aprendizaje, alineando la Enseñanza Investigativa a la Argumentación en la Enseñanza de Química.

**Palabras clave:** Validación de Secuencia; Enseñanza por Investigación; Argumentación; Enseñanza de Química.