

Proposal for validation of teaching and learning sequences: the study of a TLS of stoichiometry

Proposta de validação de sequências de ensino e aprendizagem: o estudo de uma SEA sobre cálculo estequiométrico

Propuesta de validación de secuencias de enseñanza y aprendizaje: el estudio de una SEA de estequiometría

Matheus Pires da Costa¹ , Natany Dayani de Souza Assai¹ , Viviane Arrigo² 

¹ Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.

² Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

Autor correspondente:

Natany Dayani de Souza Assai

Email: natanyassai@id.uff.br

Como citar: Costa, M. P., Assai, N. D. S., & Arrigo, V. (2022). Proposal for validation of teaching and learning sequences: the study of a sea of stoichiometry. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, 14(33), e17615. <http://dx.doi.org/10.20952/revtee.v15i34.17615>

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to elaborate and discuss aspects of validation of a teaching and learning sequence (TLS) on stoichiometric calculation, inspired by the research methodology of Didactics Engineering. It is about the elaboration of an TLS by a graduate in Chemistry under the guidance of the teacher-trainer, based on the following steps: i) previous analysis; ii) elaboration of the SEA on stoichiometric calculation in the CTSA perspective; and, iii) a priori validation of SEA. In the data analysis, the main focus was the a priori validation process, using a validation instrument based on the studies by Guimarães and Giordan (2013), answered by eight volunteers. The data analyzed from the evaluation items: structure and organization of SEA; problematization of SEA; SEA content and concepts; teaching methodologies; the school and SEA and; SEA and its relationship with the school's Political Pedagogical Project, helped to understand and provide feedback on the material prepared, as well as identify possible adjustments to be made in a future application. Overall, the organization of the SEA in a CTSA approach and the use of the Jigsaw cooperative learning methodology has the potential to contribute to citizen education. In addition, the discussions pointed out about the importance of the validation process of the teaching-learning sequences and the steps guided by Didactics Engineering promotes advances both for the school, for the students' learning, and for the Chemistry Teaching area.

Keywords: Teaching learning sequence. Validation. Didactic Engineering. Chemistry.

RESUMO

O objetivo da presente investigação residiu em elaborar e discutir sobre aspectos de validação de uma sequência de ensino e aprendizagem (SEA) sobre cálculo estequiométrico, inspirado na metodologia de pesquisa da Engenharia da Didática. Trata-se da elaboração de uma SEA por um licenciando em Química sob a orientação da professora-formadora, pautado nas seguintes etapas: i) análise prévia; ii) elaboração da SEA sobre cálculo estequiométrico na perspectiva CTSA; e, iii) validação a priori da SEA. Na análise dos dados o foco principal foi o processo de validação a priori, mediante um instrumento de validação baseado nos estudos de Guimarães e Giordan (2013), respondido por oito voluntários. Os dados analisados a partir dos itens avaliativos: estrutura e organização da SEA; problematização da SEA; conteúdo e conceitos da SEA; metodologias de ensino; a escola e a SEA e; a SEA e sua relação com o Projeto Político Pedagógico da escola, auxiliou na compreensão e feedback do material elaborado, assim como identificação dos possíveis ajustes a serem realizados em uma futura aplicação. De forma geral, a organização da SEA em uma abordagem CTSA e a utilização da metodologia de aprendizagem cooperativa Jigsaw tem o potencial para contribuir para uma formação cidadã. Além disso, as discussões apontadas acerca da importância do processo de validação das sequências de ensino aprendizagem e das etapas norteadas pela Engenharia da Didática promove avanços tanto para a escola, para a aprendizagem dos alunos, quanto para área de Ensino de Química.

Palavras-chave: Sequências de ensino-aprendizagem. Validação. Engenharia da Didática. Química

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue elaborar y discutir aspectos de validación de una secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA) sobre cálculo estequiométrico, inspirada en la metodología de investigación de la Ingeniería Didáctica. Se trata de la elaboración de un SEA por un licenciado en Química bajo la orientación del formador de docentes, a partir de los siguientes pasos: i) análisis previo; ii) elaboración del SEA sobre cálculo estequiométrico en la perspectiva CTSA; y, iii) validación a priori de SEA. En el análisis de los datos, el foco principal fue el proceso de validación a priori, utilizando un instrumento de validación basado en los estudios de Guimarães y Giordan (2013), respondido por ocho voluntarios. Los datos analizados a partir de los ítems de evaluación: estructura y organización de SEA; problematización de la SEA; contenidos y conceptos SEA; metodologías de enseñanza; la escuela y SEA y; La SEA y su relación con el Proyecto Político Pedagógico de la Escuela, ayudó a comprender y retroalimentar el material producido, así como a identificar posibles ajustes a realizar en una futura aplicación. En general, la organización de la SEA en un enfoque CTSA y el uso de la metodología de aprendizaje cooperativo Jigsaw tiene el potencial de contribuir a la educación ciudadana. Además, las discusiones apuntaron sobre la importancia del proceso de validación de las secuencias de enseñanza-aprendizaje y los pasos guiados por la Ingeniería Didáctica promueven avances tanto para la escuela, para el aprendizaje de los alumnos, como para el área de Enseñanza de la Química.

Palabras clave: Secuencia de enseñanza aprendizaje. Validación. Ingeniería didáctica. Chemistry.

INTRODUÇÃO

Uma sequência de ensino e aprendizagem (SEA) tem o intuito de promover e auxiliar o processo de ensino e aprendizagem acerca de um determinado conteúdo. Sendo assim, a SEA pode ser definida como um currículo curto de atividades em sequência, que por sua vez tem o objetivo de melhorar e potencializar o processo de ensino e aprendizagem dos alunos ao qual se destina (Menezes, 2016). No entanto, para que tal objetivo seja atingido com êxito é preciso uma organização e um planejamento prévio, para posterior desenvolvimento e avaliação.

Góis e Colaboradores (2012) ressaltam que o processo de elaboração da SEA deve englobar duas dimensões fundamentais: a dimensão epistêmica e a pedagógica. A dimensão epistêmica

compreende os processos de elaboração, método e avaliação do conhecimento científico e a sua relação com o mundo real. Já a dimensão pedagógica compreende os aspectos relativos ao papel do professor e do aluno, assim como as interações professor-aluno e aluno-aluno.

As sequências de ensino e aprendizagem buscam relacionar as tendências subjacentes ao ensino de Ciências e as práticas educacionais em sala de aula, de modo a transformá-las em conhecimentos práticos para a melhoria da aprendizagem dos estudantes, nesse caso na aprendizagem de Ciências/Química. Batista e Siqueira (2017) elaboraram e desenvolveram uma SEA sobre o conteúdo de Radioatividade, para ser aplicada em aulas de Física de cursos Técnicos. No que diz respeito a construção e disponibilização dos materiais, os autores ressaltaram a importância em disponibilizar as fontes necessárias para encontrar os planos de aula, questionários, textos, vídeos e todos os materiais que fazem parte da SEA, para auxiliar professores e, em especial, para a melhoria da aprendizagem científica dos estudantes.

Já Kazmierczak e Silva (2019) elaboraram e implementaram sequências de ensino e aprendizagem sobre Funções Orgânicas a partir da temática “Aromas e odores”, discutindo seus pontos positivos e negativos, vantagens e desvantagens. Além disso, ressaltaram que o processo de avaliação, redesenho e nova implementação da SEA ocorrem mediante um campo cíclico no contexto da aplicação, que permite a reflexão crítica de suas potencialidades e limitações, podendo ser identificadas possibilidades de reestruturação para sua melhoria.

A reflexão crítica compreende um processo de validação da SEA, que é discutido por autores como Artigue (1986; 1988; 1990), Méheut e Psillos (2004), Guimarães e Giordan (2013). Este processo implica em validar os objetivos, as estratégias de ensino, as atividades propostas, a organização do conteúdo, o tempo de duração, enfim, todos os aspectos que nortearam a elaboração da SEA, uma vez que, o preparo e a aplicação de uma sequência de ensino e aprendizagem sem uma validação prévia se torna irrelevante e pouco promissor para a aprendizagem dos alunos.

Já no que refere ao ensino de Química, Pozo e Crespo (2009) discutem algumas dificuldades enfrentadas pelos alunos na aprendizagem dessa disciplina, tais como: definição de conceitos como substância pura, elemento e moléculas; compreensão e aplicação do conceito de quantidade de matéria; estabelecimento de relações quantitativas entre massa, quantidade de substância, número de átomos, assim como dificuldades para interpretar uma equação química balanceada. Tais dificuldades podem constituir-se como barreiras para a aprendizagem de cálculo estequiométrico. Nesse viés, Santos e Silva (2014) corroboram as proposições de Pozo e Crespo (2009) ao estabelecerem as dificuldades encontradas para o ensino e aprendizagem de cálculos estequiométricos: abstração e transição entre os níveis de representação da matéria; a grandeza da Constante de Avogadro; a confusão entre mol/quantidade de matéria/Constante de Avogadro/massa molar e as dificuldades nos cálculos matemáticos. Portanto, a partir desse movimento analítico, ficou evidente a necessidade em propor atividades de ensino com vistas à aprendizagem do conteúdo de cálculo estequiométrico e da utilização de abordagens metodológicas de cunho temático e problematizador.

Neste caso, esta investigação está fundamentada na elaboração e na validação de uma SEA sobre o conteúdo de cálculo estequiométrico utilizando como tema o acidente de Brumadinho – MG. Para mais, além da elaboração da SEA serão discutidos os aspectos acerca da validação de sequências de ensino e aprendizagem de conteúdos químicos. Portanto, nosso objetivo residiu em elaborar e discutir sobre aspectos de validação de uma SEA sobre cálculo estequiométrico, inspirado na metodologia de pesquisa da Engenharia da Didática.

A VALIDAÇÃO DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

A elaboração da sequência de ensino e aprendizagem é a construção de um produto, como um conjunto de unidade curricular, na qual devem estar expostas as atividades e estratégias de ensino e aprendizagem, que por sua vez devem ser bem pesquisadas e adaptadas empiricamente ao raciocínio dos alunos. Já o momento da aplicação da proposta de ensino caracteriza-se por uma atividade de pesquisa interventiva sob o viés da prática de pesquisa-ação (Méheut & Psillos, 2004).

Méheut e Psillos (2004) consideram que as sequências de ensino e aprendizagem possuem um duplo caráter, pois possibilitam a investigação e a adequação das atividades de ensino mediante a análise dos problemas e objetivos do ensino e aprendizagem; assim como o desenvolvimento de atividades em situações reais. A partir disso Guarezi, Barros & Silva (2020) esclarecem que ao planejar e preparar uma SEA é necessário estabelecer os objetivos de aprendizagem, o que pode ser feito por meio de pesquisas bibliográficas, da própria experiência docente ou com base na troca de experiências com outros de profissionais da área. Além disso, conhecer o público-alvo e sua realidade pode ajudar a identificar as necessidades formativas dos alunos, estabelecer os objetivos de aprendizagens e elaborar as estratégias com a finalidade de potencializar a aprendizagem do conteúdo.

Assim Ranzani e Pessanha (2013, p. 2953) afirmaram que o planejamento de uma sequência didática, deve considerar “uma reflexão sobre o que se pretende fazer, como fazer e como avaliar, permitindo decidir quais as situações que são mais apropriadas para reconhecer e potencializar a aprendizagem dos alunos de um determinado modelo conceitual”. Assim, o desenvolvimento da SEA deve considerar o contexto educacional, as abordagens pedagógicas atuais, os pressupostos epistemológicos, características do domínio científico específico, as perspectivas de aprendizagem, além das pesquisas sobre as concepções dos alunos frente a temática e conteúdo a ser trabalhado, pois tais aspectos têm uma influência direta no processo de ensino e aprendizagem dos alunos (Méheut & Psillos, 2004).

Sob o ponto de vista da linha construtivista, o modelo da SEA considera o professor como mediador e facilitador das atividades dos alunos. Neste sentido cabe ao professor elaborar problemas a serem resolvidos, de tal forma que os alunos desenvolvam e se apropriem de novos conhecimentos epistemológicos a partir das interações pedagógicas (Méheut & Psillos, 2004). Autores como Artigue (1986; 1988; 1990), Méheut e Psillos (2004), Guimarães e Giordan (2013) pesquisam sobre o processo de validação de sequências didáticas, ressaltando que seu preparo e aplicação sem que ocorra uma análise e reflexão aprofundada se torna irrelevante e pouco promissor para a aprendizagem dos alunos.

Desta forma, apoiamos esta investigação na metodologia de pesquisa proposta pela Engenharia da Didática, encabeçada por Artigue (1988). A Engenharia da Didática teve início na década de 1980 a partir das pesquisas voltadas para o ensino de Matemática e apesar dessa metodologia de pesquisa ter surgido para o ensino dessa disciplina, Méheut e Psillos (2004) afirmam que a mesma pode ser ampliada a outros ramos das ciências exatas, como as disciplinas de Química e Física.

A metodologia proposta pela Engenharia da Didática está norteada por quatro principais eixos: **análise prévia, validação a priori, experimentação e análise a posteriori**. Na etapa da **análise prévia** os conceitos e definições sobre o objeto de pesquisa investigativa são apoiados por um quadro teórico geral, bem como levantamentos de trabalhos relacionados aos objetos de pesquisa que se deseja desenvolver (Artigue, 1988; Méheut & Psillos, 2004). A **validação a priori** tem como objetivo assegurar a capacidade do instrumento em intervir sob o problema de pesquisa, a partir da organização e o desenrolar das situações propostas na Sequência de Ensino e Aprendizagem (Artigue, 1988).

Neste eixo existe uma parte descritiva na qual estão dispostos os objetivos da situação de pesquisa, as escolhas didáticas realizadas considerando o local de nível regional a global, bem como as características que compõe tal problemática em estudo. Há ainda uma segunda parte na qual se busca prever de acordo com a característica da SEA, possíveis problemáticas reais que sejam mais interessantes aos alunos, o perfil destes frente aos recursos e metodologias propostos e, por fim, verificar se há possibilidade da construção do conhecimento de forma significativa a partir das propostas e manuseio do material elaborado (Artigue, 1988).

Já a **experimentação** é o momento em que a SEA é aplicada de forma interna ao seu público alvo de maneira que o docente faça suas observações e levante hipóteses ao longo das aulas, ressaltado as características da investigação científica. Isso permite a coleta e a análise dos dados advindos da sua aplicação, que podem constituir-se de observações da SEA, produção de atividades pelos alunos fora e dentro da sala de aula, questionários aplicados, atividade individual ou em grupo, etc. (Artigue, 1988; Guimarães & Giordan, 2013).

A etapa final, a **análise a posteriori**, é uma revisão dos objetivos de ensino na qual confrontam as análises externas (análise prévia e validação a priori) com as análises internas (experimentação) (Guimarães & Giordan, 2013). Por fim, ao executar o processo de análise a posteriori é possível verificar a validade das hipóteses levantadas e testadas a partir dos materiais de pesquisa construídos, além do diálogo entre os métodos de análise externa e interna, que permite concluir o processo de validação de uma sequência de ensino e aprendizagem.

METODOLOGIA

A proposta aqui apresentada foi desenvolvida por um licenciando em Química, mediante a orientação da professora-formadora em um curso de Licenciatura em Química de uma Universidade pública do Rio de Janeiro. A referida proposta consistiu na elaboração de uma SEA sobre cálculo estequiométrico, utilizando como temática o acidente de Brumadinho, que se refere ao rompimento de uma barragem na cidade de Brumadinho – MG, ocorrido em 2019. Para a elaboração e a validação da SEA foram inspiradas na metodologia de pesquisa proposta pela Engenharia da Didática e para isso os eixos que constituem tal metodologia foram adaptados, originando as seguintes etapas: **i) análise prévia; ii) elaboração da SEA sobre cálculo estequiométrico na perspectiva CTSA; e, iii) validação a priori da SEA.**

A primeira e a segunda etapa foram realizadas pelo licenciando em parceria com a professora-formadora, já a terceira etapa, a validação, foi realizada por especialistas (professores formadores) e por pares (professores da educação básica e licenciandos em Química). Vale destacar que, como o desenvolvimento da pesquisa ocorreu no ano de 2021, o eixo experimental (equivalente a aplicação da SEA) não foi realizado devido ao contexto pandêmico e o estabelecimento do Ensino Remoto Emergencial. A seguir são descritos os aspectos relativos a cada etapa:

Análise prévia

A análise prévia ocorreu mediante o levantamento de artigos de cunho qualitativo na Revista Química Nova na Escola, na qual são disponibilizados os cadernos Temáticos publicados no formato PDF a partir do ano de 2001. Desta forma, com pretensão de justificar a proposta desta investigação foi realizado um levantamento para verificar as características dos artigos publicados nos últimos 20 anos (2001-2021) sobre as principais dificuldades dos alunos na aprendizagem de cálculo estequiométrico, a abordagem CTS-CTSA como uma tendência para o ensino de conteúdos químicos e o uso de metodologias de aprendizagem cooperativa em aulas de Química.

Os resultados de tal levantamento indicaram a ausência de pesquisas sobre propostas de ensino para o estudo de cálculo estequiométrico com base na abordagem na CTS-CTSA. Além disso,

não foi encontrado nenhum artigo em que o acidente de Brumadinho como tema de estudo. Tais evidências apontam para a originalidade desta pesquisa (Costa, 2022).

Elaboração da SEA sobre cálculo estequiométrico na perspectiva CTSA

De acordo com Góis e Colaboradores (2012) uma sequência de ensino e aprendizagem deve contemplar duas dimensões: a dimensão epistêmica, na qual os processos de elaboração, método e avaliação do conhecimento científico tem relação com o mundo real; e a dimensão pedagógica, na qual são pensados aspectos relativos ao papel do professor e do aluno e as interações professor-aluno e aluno-aluno.

Para a primeira premissa (dimensão epistêmica) optou-se em elaborar uma SEA utilizando como tema gerador o desastre de Brumadinho ocorrido em 2019, que entendemos como um tema de interesse geral da população, pois exerceu grande impacto ambiental e repercussão nas mídias sociais. Além disso, é um tema que possibilita abordar o conteúdo de cálculo estequiométrico, objeto de estudo da SEA.

Considerando a segunda premissa (dimensão pedagógica), a SEA foi subsidiada pela metodologia de aprendizagem cooperativa intitulada *Jigsaw*¹, com o intuito de potencializar o aspecto coletivo e as interações entre professor-aluno e aluno-aluno. Assim, a SEA foi organizada conforme as atividades descritas no Quadro 1, com carga horária de 10 horas/aula:

Quadro 1 - Síntese da elaboração da SEA.

Aula 1 (2h/a)	
Objetivo	Problematização: Desastre de Brumadinho/MG.
Conteúdo	Composição química da lama de rejeitos.
Atividade realizadas	Discutir a Questão norteadora- Apresentar relatos reais de moradores.
Aula 2 (2h/a)	
Objetivo	Evidenciar mol como unidade de medida para a grandeza quantidade de matéria e definir massa atômica e massa molar.
Conteúdo	Avogadro e o estudo da quantidade de matéria.
Atividade realizadas	Atividades realizadas: Aplicação de exercícios.
Aula 3 (2h/a)	
Objetivo	Potencializar a aprendizagem no nível representacional, microscópico e macroscópico.
Conteúdo	Transformação Química, Balanceamento de Equações Químicas, Conservação de Massas e Lei de Proporção Constantes.
Atividade realizadas	Manipulação e demonstração do processo de transformação química nos três níveis.
Aula 4 (2h/a)	
Objetivo	Apresentar as relações entre as massas das substâncias, as quantidades de entidades elementares que existem nessas massas e as proporções que se estabelecem entre as quantidades de entidades elementares nos reagentes e nos produtos em uma reação química; informar sobre o caso do desastre de Brumadinho/MG.
Conteúdo	Cálculos Estequiométricos.

¹ O método Jigsaw trata-se de um tipo de aprendizagem cooperativa que envolve pequenos grupos de estudo, desenvolvida por Elliot na década de 1970. Sua sistemática de funcionamento se assemelha a de um quebra-cabeça, em que os alunos são organizados em grupos (grupos de base e grupos de especialistas) para estudar e discutir seus materiais. Para mais informações consultar: BROIETTI, F. C. D.; SOUZA, M. C. C. Explorando conceitos de Reações Químicas por meio do Método Jigsaw de Aprendizagem Cooperativa. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v.9, n.3, p.119-140, 2016.

Atividade realizadas	Simulação Virtual; Aplicação de exercícios; retomada da problematização e introdução da atividade cooperativa de <i>Jigsaw</i> .
Aula 5 (2h/a)	
Objetivo	Informar sobre o caso do desastre de Brumadinho/MG. Conhecer o papel do profissional responsável pela quantificação dos metais pesados no rio Paraopeba; Promover a aplicação dos conhecimentos sobre cálculos estequiométricos numa perspectiva transdisciplinar.
Conteúdo	Quantificação de metais pesados; Cálculos Estequiométricos.
Atividade realizadas	Aplicação da atividade cooperativa de <i>Jigsaw</i> ; Conclusão e apresentação dos resultados finais.

Fonte: Próprio Autor (2021).

Validação *a priori* da SEA

A validação da SEA foi realizada por meio de um questionário do *Google Forms* mediante um link enviado por e-mail. Foi disponibilizado juntamente ao e-mail, o material completo em PDF e um vídeo explicativo curto (duração 2 minutos) com as seguintes informações: apresentação do pesquisador, breve descrição do material e instruções para a avaliação. Vale ressaltar que os resultados provenientes desta etapa são os objetos de análise desta investigação.

No que tange o “plano piloto” de validação da SEA, participaram 8 voluntários, dos quais 2 são professores da Educação Básica, um é professor do Ensino Superior e 5 são professores em formação, ou seja, licenciandos em Química. Os professores da Educação Básica foram codificados como P1 e P2, ambos licenciados em Química. P1 atua na Educação Básica Quilombola no interior do Paraná e P2 atua na Educação Básica em um colégio público localizado no município de Barra Mansa-RJ.

O professor de Ensino Superior é licenciado em Química, Doutor em Ensino de Ciências, com experiência e atuação na área de Ensino de Química e formação de professores, portanto foi codificado como PF (professor-formador). Os licenciandos, codificados como L1, L2, L3, L4 e L5, cursam a Licenciatura em Química em uma Universidade pública do Rio de Janeiro, matriculados entre o 6º e 8º período do curso, ou seja, todos em vias de concluir o curso.

A etapa de validação da SEA foi inspirada na investigação de Guimarães e Giordan (2013), a qual está constituída por pressupostos teóricos que envolvem a “elaboração, as especificidades e dificuldades da realidade da sala de aula e também no que se refere às relações entre as intenções de ensino e a proposta educacional da escola” (Guimarães & Giordan, 2011, p. 4). Assim, com base em nossa proposta foram estabelecidos os seguintes itens avaliativos:

- **Estrutura e Organização da SEA:** Buscou a perspectiva dos entrevistados acerca da apresentação da SEA além de aspectos organizacionais da redação, clareza da proposta, componente temporal e bibliografias utilizadas no preparo do material.
- **Problematização da SEA:** Procurou investigar se a problematização na SEA, foi construída visando desenvolver um determinado conteúdo para a compreensão da problemática da realidade levantada.
- **Conteúdo e Conceitos da SEA:** A aprendizagem conforme entendido nesta avaliação como tudo aquilo que se deve aprender para que se alcancem os objetivos educacionais propostos, englobando as capacidades cognitivas e também as demais capacidades.
- **Metodologias de Ensino:** Na validação das metodologias de ensino, buscou analisar seu desenvolvimento em que as situações de aprendizagem se estabelecem e os agentes do processo ensino-aprendizagem (aluno, professor e conhecimento) se inter-relacionam.
- **A Escola e a SEA:** Buscou correlacionar a proposta elencada na SEA com aspectos gerais da realidade da organização escolar.
- **A SEA e sua Relação com o Projeto Político Pedagógico da Escola:** Buscou a avaliação da proposta de ensino articulada com as demandas educacionais da escola à qual se vincula os

entrevistados, comprometido com sua proposta pedagógica e preocupado com as demandas educacionais e sociais de seu público alvo.

Assim, o intuito é de que a validação ocorra por especialistas, professores pesquisadores e por pares, professores do mesmo nível de ensino para a qual a SEA foi planejada (professores que atuam na educação básica e licenciandos) (Guimarães; Giordan, 2013). Neste sentido os avaliadores tiveram que pontuar (1 a 5) e justificar tais pontuações para cada item avaliativo do formulário (Apêndices C e D), conforme a seguinte legenda: 1- Reformular; 2- Ausência de tópicos: ajustes grossos; 3- Ausência de tópicos: ajustes finos; 4- De acordo: com sugestões; 5- Plenamente de acordo: Sem ajustes.

Todos os participantes da pesquisa responderam ao formulário 1, apresentado no Quadro 2:

Quadro 2- Organização do formulário para validação da SEA

Estrutura e organização da SEA	Questões
Qualidade e originalidade da SEA e sua articulação com os temas da disciplina.	A SEA é original? Existem outras propostas muito parecidas? Promove o interesse dos alunos?
Clareza e intangibilidade da proposta.	As explicações na SEA são suficientes para um entendimento do que é proposto e como esta deve ser aplicada em sala de aula?
Adequação de tempo segundo as atividades propostas e sua execução.	O tempo designado é condizente com as atividades e metodologias elencadas?
Referencial Teórico/ Bibliográfico.	A bibliografia é suficiente para o desenvolvimento dos conteúdos propostos?
Problematização	Questões
Abrangência e foco do problema.	O problema foi construído segundo a temática proposta?
Coerência Interna da SEA.	A problemática se conecta com os diversos elementos de ensino que constituem as situações de tal aprendizagem?
A problemática nas perspectivas Social/Científica.	A problemática, conforme apresentada, fornece elementos para análise de situações sociais sob a perspectiva científica? É estabelecida claramente a relação entre a sociedade, o ambiente, a Ciência e as implicações sociais do tema?
Articulação entre os conceitos e a problematização.	Existe relação entre a problemática da SEA e os conceitos chaves? Tais conceitos são capazes de responder o problema apresentado, para que se alcancem os objetivos que tal a SEA se propõe?
Problematização	Questões
Contextualização do Problema.	O contexto está imerso na abordagem que se propõe ao problema? A contextualização promove o entendimento do problema e consequentemente uma melhor solução?
O problema e sua resolução.	O exercício busca envolver e motivar os alunos?

Conteúdo e conceitos	Questões
Objetivos e Conteúdos.	Os objetivos estão claramente informados e se vinculam com a problemática? E os conceitos apresentados estão direcionados a aprendizagem dos conteúdos e conceitos propostos?
Conhecimentos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais.	As atividades e conteúdos propostos pode alcançar os objetivos elencados na SEA?
Conhecimento científico.	A contextualização apresentada constitui o ponto de partida para o desenvolvimento de um conteúdo científico que sirva como elemento explicativo de determinada situação?
Organização e Encadeamento dos Conteúdos.	Os conteúdos estão encadeados de forma lógica e gradativa? A quantidade de conteúdo a serem desenvolvidos é condizente com o número de aulas?
Tema, Fenômeno, Conceitos.	Faz sentido trabalhar tal tema segundo organização apresentada na busca de responder a problemática construída?
Metodologias de Ensino	Questões
Aspectos Metodológicos.	Os aspectos metodológicos são adequados e suficientes para alcançar os objetivos planejados? As estratégias didáticas são diversificadas e apropriadas para o desenvolvimento da problemática proposta?
Organização das atividades e a contextualização.	A organização e contextualização das atividades será devidamente apresentada aos alunos e promoverá a contextualização também dos conteúdos a serem aprendidos?

Fonte: Próprio autor (2021)

No Quadro 3, encontra-se o formulário 2, respondido apenas professores da Educação Básica, pois refere-se à aplicação da SEA considerando o Projeto Político Pedagógico e a infraestrutura das escolas em que atuam.

Quadro 3- Organização do formulário 2 para validação da SEA

A Escola e a SEA	Questões
Proposta de Ensino X Público Alvo.	A sequência didática se adéqua ao alunado da escola a que se destina tal proposta?
Clareza da proposta.	As explicações necessárias para seu desenvolvimento estão condizentes com a proposta da escola para o ensino de Química?
Compatibilidade entre a infraestrutura da escola e as atividades propostas.	A infraestrutura da escola na qual se sugere que a SEA proposta seja desenvolvida é compatível com aquela que seria necessária para desenvolvimento das atividades previstas na SEA?
Acessibilidade aos Referencias bibliográficos propostos.	O referencial de pesquisa da SEA é condizente com o tipo e a quantidade de material disponível na escola?
A SEA e sua Relação com o Projeto Político Pedagógico da Escola	Questões

Planejamento Anual Escolar e a Sequência Didática.	As atividades propostas na SEA estão de acordo com as atividades anuais previstas pela comunidade escolar?
As atividades propostas e sua relação com as intenções educativas da escola.	A proposta apresentada está em acordo com as intenções educativas propostas pela escola? Esta proposta contribui na prática para a formação do perfil de educando que se pretende formar na escola?
Integração de diferentes áreas do conhecimento/ disciplinas.	A proposta da SEA, promove integração entre as diferentes áreas de conhecimento? Os mecanismos propostos para tal são passíveis se serem desenvolvidos na escola?

Fonte: Próprio Autor (2021).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estrutura e organização da SEA

No que diz respeito a estrutura e organização da SEA todos os participantes da pesquisa concordaram que a SEA é original, articula o tema (acidente de Brumadinho) com o conteúdo (cálculo estequiométrico) com qualidade e promove o interesse dos alunos. Concordaram também que as explicações na SEA são suficientes para um entendimento do que é proposto e a forma que deve ser aplicada em sala de aula e que a bibliografia é suficiente para o desenvolvimento dos conteúdos propostos.

Ainda no que tange a estrutura e organização da SEA, 25% dos entrevistados disseram que devem ser feitos ajustes finos na adequação de tempo segundo as atividades propostas e sua execução, enquanto que os outros 75% disseram estar completamente de acordo. Dos que estão completamente de acordo, 37,5% são os professores da Educação Básica e o professor-formador (P1, P2 e PF). Todos possuem mais de 5 anos de experiência de prática docente, o que pode ser uma justificativa para a divergência com os outros 25% dos entrevistados, os licenciandos, que ainda não possuem experiência. Entendemos que durante o exercício da docência o professor constrói conhecimentos práticos com base em diferentes experiências de ensino, sendo um deles a gestão de tempo. Assim, considera-se que a organização da SEA diante do tempo estipulado está satisfatória, mediante os resultados e grupos que corroboraram com essa informação.

Articulação entre o conteúdo, os conceitos e a Problemática

No que se refere a problematização, todos os entrevistados concordaram plenamente (sem ajustes) que o problema foi construído de acordo com a temática proposta, que a problemática se conecta com os diversos elementos de ensino que constituem as situações de tal aprendizagem, que foi estabelecida claramente a abordagem CTSA, que a contextualização da SEA promove o entendimento do problema e consequentemente uma melhor solução, e que o problema busca envolver e motivar o aluno.

Além disso como observado na Figura 6, 87,5% estão plenamente de acordo com a articulação entre os conceitos e a problematização, porém, 12,5% esteve de acordo com ajustes finos (L2), pois houve um questionamento do motivo pelo qual optou-se por utilizar a glicose como exemplo na aula 2, que objetivava melhorar o entendimento das relações matemáticas, pedindo que os alunos que calculassem, a quantidade de moléculas de glicose ($C_6H_{12}O_6$) presentes em uma amostra com 12 g de açúcar. L2 acredita que esse exemplo não tem relação com a problemática. Tal observação faz sentido, pois esse exemplo pode desviar o foco da temática principal da aula elaborada. Em contraponto, a utilização desse outro exemplo cotidiano (glicose) poderia possibilitar tecer relações do conteúdo com outras situações cotidianas, evidenciando a importância em estudar tal conceito.

Em relação aos conteúdos e conceitos abordados na SEA, houve uma concordância de 100% entre os três níveis de professores referente ao objetivo e conteúdo da proposta de ensino, ou sejam, concordam que os objetivos estão claramente informados na SEA e se vinculam com a problemática; e que os conceitos apresentados estão efetivamente direcionados a aprendizagem dos conteúdos e conceitos propostos. Além disso, também houve aprovação total a respeito dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais, neste sentido os entrevistados em consonância ficaram plenamente de acordo que as atividades e conteúdos propostos pode alcançar os objetivos elencados na SEA.

Ainda sobre os conteúdos e conceitos abordadas na SEA, todos os participantes ficaram plenamente de acordo que a contextualização apresentada constitui o ponto de partida para o desenvolvimento de um conteúdo científico que por sua vez serve como elemento explicativo de determinada situação, porém que L1 da qual equivale a 12,5%, acredita que deveria ter mais aulas para desenvolver a quantidade de conteúdo propostas na SEA. Já os outros 87,5% estão plenamente de acordo com a organização e encadeamento dos conteúdos, ou seja, os conteúdos são encadeados de forma lógica e gradativa e a quantidade de conteúdo a serem desenvolvidos é condizente com o número de aulas.

Houve também uma breve discordância sobre o tema, fenômeno, conceitos, pois para L3 (12,5%), ficou na dúvida se faz sentido trabalhar tal tema segundo organização apresentada na busca de responder a problemática construída, pois para esse professor em formação inicial a problemática aparenta ter maior relação com o estudo de soluções, o que torna o estudo de cálculos estequiométricos como secundário dentro da problemática. O restante dos 87,5% acreditam que faz sentido trabalhar tal tema segundo organização apresentada na busca de responder a problemática construída. Vale apenas ressaltar que P1 que é um dos membros que constitui esse 87,5% afirmou que “é importante iniciar o conteúdo através de uma situação que promova a curiosidade do aluno”.

Metodologias de Ensino

Sobre a metodologia de ensino abordada na SEA, todos os entrevistados estão plenamente de acordo que os aspectos metodológicos são adequados e suficientes para alcançar os objetivos planejados e que as estratégias didáticas são diversificadas e apropriadas para o desenvolvimento da problemática proposta. Agora, no que concerne a organização das atividades e a contextualização, um professor em formação inicial (L3) que equivale a 12,5% dos entrevistados, acredita que há ausência de tópicos e que a SEA precisa de ajustes finos, e afirmou ainda que:

“Apesar de haver contextualização no método de ensino *Jigsaw*, nota-se a ausência de uma relação maior entre a problemática do desastre de Brumadinho com o ensino dos conceitos de cálculos estequiométricos, bem como é possível observar apresentações de conceitos não contextualizados de forma geral, ocorrendo, por tanto, uma apresentação apenas conceitual. Como consequência, há um aparente comprometimento na contextualização dos conteúdos nesse sentido” (L3).

A contextualização da atividade *Jigsaw* é desenvolvido desde a o texto inicial que introduz a atividade até proposição dos problemas a serem resolvidos. O restante dos 87,5% ficaram plenamente de acordo e não acham que tenha que ter ajuste na organização e contextualização das atividades pois acreditam estar devidamente apresentada aos alunos e promoverá a contextualização também dos conteúdos a serem aprendidos.

A escola e a SEA

No que diz respeito aos itens: a Escola e a SEA e a SEA sua Relação com o Projeto Político Pedagógico da Escola (PPP), apenas os 2 professores atuantes da Educação básica responderam (P1 e P2), pois é necessário fazer parte de uma instituição escolar para verificar se tal proposta está de acordo com o planejamento e infraestrutura de uma escola real.

Sendo assim sobre a Escola e a SEA, os dois professores atuam em duas diferentes escolas e estão plenamente de acordo que a SEA se adequa ao perfil e características dos alunos da escola a que se destina tal proposta, as explicações necessárias para seu desenvolvimento estão condizentes com a proposta de ambas e também concordam quanto ao referencial de pesquisa da SEA ser condizente com o tipo e a quantidade de material disponível na escola. Quando se trata da compatibilidade entre a infraestrutura da escola e as atividades propostas, P1 ficou de acordo, porém sugeriu que se pensasse em atividades para as escolas que não possuem laboratório e que haja a possibilidade de utilizar materiais alternativos, ou seja do cotidiano dos alunos, uma vez que sua realidade de trabalho, indica ausência de laboratório e infraestrutura escolar (Escola Quilombola). Já P2 mostrou-se plenamente de acordo, pois a escola em que a mesma atua, possui infraestrutura para que a SEA proposta seja desenvolvida, além de ser compatível para o desenvolvimento das atividades previstas na SEA. Tal fato indica a importância de considerar o contexto escolar e realizar ajustes sempre que necessário. Vale ressaltar que a elaboração da SEA previu um contexto escolar da Educação Básica, pensando em uma escola de Ensino médio regular, localizada na zona urbana.

Sobre a SEA e sua relação com o PPP, os dois entrevistados (P1 e P2) afirmaram que as atividades propostas na SEA estão de acordo com as atividades anuais previstas pela comunidade escolar, que a proposta apresentada está em acordo com as intenções educativas propostas pela escola e que esta proposta contribui na prática para a formação do perfil de educando que se pretende formar na escola e por fim que a proposta da SEA promove integração entre as diferentes áreas de conhecimento e que os mecanismos propostos para tal são passíveis de serem desenvolvidos nas duas escolas.

Em vias de conclusão...

Desta forma é relevante destacar algumas considerações finais abordadas pelos entrevistados e discuti-las: “A SEA está muito bem desenvolvida pensando nos objetivos propostos, bem como o uso dos diferentes recursos auxiliam na formação crítica dos estudantes e na conscientização do meio ambiente” (L1).

L1 ressalta a importância da variedade dos recursos utilizados, uma vez que além da aprendizagem cooperativa foram propostos textos didáticos, simulação virtual (TICs) e imagens, com o objetivo de potencializar a aprendizagem de cálculos estequiométricos. É destacado também que a SEA contribui para conscientização ambiental e formação crítica dos alunos.

“Muito bom, acredito que a maneira que foi pensado está ótima, uma sugestão para trabalhos futuros, pense em comparar a realidade escolar, uma que não tem laboratório, a que tem e uma toda equipada. Muito bom, parabéns, está no caminho certo” (P1).

Já P1 sabiamente propõe a importância de preparar uma SEA considerando diferentes contextos escolares, corroborado inclusive pela realidade do nosso país, pois de acordo com o Censo Escolar do Ministério da Educação (2018) apenas 44,1% das escolas (pública e privada) que atendem o ensino básico possuem laboratório de ciências, o que configura uma porcentagem baixa se comparado com a demanda de ensino-aprendizagem.

“Considero que a proposta está bem organizada e a temática sobre o acidente de Brumadinho é totalmente pertinente para a formação cidadã dos alunos. A metodologia, assim como as estratégias de ensino empregadas também satisfazem os objetivos apresentados na SEA. O único ponto que para mim não ficou tão claro foi a forma de avaliação, haja visto que a sequência se compõe por várias atividades, desde a problematização inicial até a atividade cooperativa da última aula. Penso que seria importante formular questões e/ou roteiros investigativos para cada uma das atividades a serem realizadas durante a aula” (PF).

PF pontuou a falta de clareza sobre o método avaliativo, e realmente há margem para tal crítica, uma vez que só foi disposto o instrumento avaliativo (atividade *Jigsaw*) o que gerou dúvidas o que de fato o instrumento deseja avaliar. Neste sentido, vale a pena incluir na SEA uma descrição do que se pretende avaliar, como por exemplo se o método avaliativo proposto é uma avaliação diagnóstica: na qual busca-se conhecer as ideias e conhecimentos prévios dos alunos; avaliação formativa: que considera todo o processo de aprendizagem do aluno e vai reestruturando seu conhecimento a partir das atividades que executa; avaliação somativa: considera a soma de um ou mais resultados podendo ser baseado numa prova final (Silva, Matos, Almeida, 2014). Ou ainda pode-se propor métodos avaliativos que considere o conteúdo da aprendizagem delimitado por Zabala (1998), os quais são constituídos por:

- Factual: uma avaliação que considera o conhecimento de fatos, fenômenos acontecimentos, fenômenos e dados, que não podem ser alterados, e para a aprendizagem desse conteúdo é necessário a memorização;
- Conceitual: que objetiva avaliar a aprendizagem dos conceitos propriamente ditos, e referem-se ao conjunto de fatos, objetivos ou símbolos que possuem características comuns, e que descrevem relações de causa-efeito;
- Procedimental: avaliações que envolvem ações direcionadas para a realização de um objetivo, referem-se a um aprender a fazer, envolvem regras, técnicas, métodos, estratégias e habilidades;
- Atitudinal: um modelo de avaliação que envolvem valores, atitudes que implicam na tomada de decisão, envolvimento e reflexão.

É relevante enfatizar que PF por sua vez, integrante do grupo de especialista dessa pesquisa, foi o único a citar sobre o método avaliativo na SEA e que tal observação se deve ao fato de sua rotina acadêmica e aprofundamento teórico sobre o assunto, uma vez que se trata de um docente da área de Ensino de Química.

É interessante notar as diferentes preocupações dos 3 diferentes professorados: neste sentido nota-se que o professor em formação inicial pontua sobre a formação crítica dos estudantes e conscientização do meio ambiente, que por sua vez está em consonância com a observação do professor formador quando o mesmo ressalta a formação cidadã dos alunos enquanto que o professor atuante da educação básica não propõe nenhuma observação que tenha relação com as observações dos outros 2 tipos de professores. Com isso há um indicativo que a preocupação com a formação crítica e cidadã dos alunos está restrito ao meio acadêmico universitário.

Outro ponto importante dessas considerações finais, é que a preocupação dos três professores, referem-se a aspectos distintos e pertinentes com relação a SEA. Assim vale enfatizar a consideração do professor que atua na educação básica quando o mesmo propõe que seja pensado na realidade escolar, e tal observação é de extrema importante para a validação da SEA uma vez que o mesmo está inserido no meio escolar e desta forma conhece na prática a realidade educacional do Brasil. Já a professor formador ficou na dúvida a respeito do instrumento avaliativo

e propõe que as questões e roteiros experimentais tenha um tom mais investigativos, essa observação é pertinente e compreensível no sentido de que o professor formador é o profissional que auxilia o futuro professor na construção da sua identidade e trabalho docente, além de ter uma relação mais estreita com a academia e por consequência, metodologias e estratégias de ensino, o que por sua vez contribui para tal observação.

Desta forma as avaliações e considerações dos professores da educação básica forneceu contribuições em diferentes aspectos da sequência, como por exemplo: a adequação de carga horária, ajuste de atividades ao nível de conteúdo, linguagem, material e principalmente a experiência de trabalhar tais conteúdos em sala de aula.

A contribuição de professores formadores e dos licenciandos evidenciou a necessidade e importância das abordagens metodológicas e recursos propostos na SEA, considerando a aproximação dos mesmos com as pesquisas e desenvolvimento acadêmico da área.

Desta forma, diminuiu-se as lacunas do não desenvolvimento da SEA nas escolas de educação básica devido a pandemia e ainda foi possível relacionar os aspectos observados pelos avaliadores e discutir acerca de seus apontamentos referente a SEA.

Por fim os participantes dessa pesquisa concordaram em 100% que a proposta de ensino satisfaz os objetivos elencados na SEA.

Posto isso, os autores reiteram algumas considerações sobre possíveis ajustes em uma futura aplicação:

- Considerar a conjuntura atualizada de uma determinada realidade escolar.
- Mudança da carga horária da hora-aula de acordo com a necessidade de cada turma.
- Adaptação dos recursos didáticos de acordo com a realidade escolar.
- Ajustes e adaptação do instrumento avaliativo de acordo com a proposta de ensino da unidade escolar.

Para que se atinja o objetivo da metodologia de pesquisa delimitada pela Engenharia da Didática, é necessária que ocorra a aplicação da SEA ao público que se destina o preparo desse material, de tal forma que posteriormente possa ocorrer o processo de validação *a posteriori*. Nesse sentido, a análise experimental, no decorrer da implementação da SEA deve ocorrer através da observação do pesquisador ou professor regente da turma no decorrer das aulas planejadas nessa SEA, e mediante o desenvolvimento da atividade cooperativa *Jigsaw*, nesse caso, a resolução do problema e cálculos acerca dos trechos contaminados e discussões acerca das implicações do desastre. Tal atividade serve também como instrumento avaliativo e de coleta de dados para os alunos no processo de validação *a posteriori* para contrapor o processo de validação *a priori*, e considerar as análises externas e interna.

No processo de avaliação referente aos alunos espera-se que os mesmos tenham compreendido os cálculos necessários para o processo de quantificação da matéria submicroscópica, bem como a necessidade desse conhecimento numa aplicação social e real. Além disso ao utilizar a metodologia cooperativa como um instrumento avaliativo numa dimensão pedagógica espera-se pretende-se avaliar os alunos de maneira que os mesmos trabalhem em grupo, além de avaliar a criatividade, a forma de resolução de problemas, elaboração e execução de projetos e por fim, a colaboração dos alunos.

O recolhimento de dados do resultado das atividades elaboradas na sequência didática, pode ocorrer por instrumentos de observação, como diário de campo do próprio professor ou pesquisador, ou ainda formulários de avaliação da atividade respondido pelos alunos e/ou professor que implementar a proposta.

CONCLUSÃO

Diante do objetivo proposto: elaborar e discutir sobre aspectos de validação de uma SEA sobre cálculo estequiométrico, inspirado na metodologia de pesquisa da Engenharia da Didática, tecemos algumas considerações:

Com relação aos participantes da pesquisa, constatamos que os professores em formação inicial (licenciandos) não apresentam muita clareza acerca da gestão de tempo na adequação da carga horária da SEA com o conteúdo a ser abordado, o que entendemos advir da falta de experiência prática de ensino. Além disso, verificamos a criticidade do professor-formador ao apontar a ausência de uma forma de avaliação, que mesmo não sendo um item investigado no processo de validação, foi ressaltado. Por fim, percebemos que os professores da Educação Básica têm uma preocupação maior em considerar a realidade da escola no planejamento das atividades a serem realizadas. Esses resultados indicam que a experiência e o contexto no qual o professor atua estão intrinsecamente arraigados a sua prática e suas concepções docentes. Dessa forma, compreende-se que a validação por pares ocorrida mediante a escolha de sujeitos advindos de diferentes contextos (Educação básica/universidade; formação inicial/professores em serviço) possibilitou a análise da SEA sob diferentes vieses, contribuindo para o processo de validação.

Com relação a análise da SEA a partir dos itens avaliativos: estrutura e organização da SEA; problematização da SEA; conteúdo e conceitos da SEA; metodologias de ensino; a escola e a SEA e; a SEA e sua relação com o Projeto Político Pedagógico da escola, auxiliou na compreensão e *feedback* do material elaborado, assim como identificação dos possíveis ajustes a serem realizados, dada a impossibilidade do desenvolvimento da aplicação considerando o contexto em que a pesquisa foi realizada, instalação do Ensino Remoto decorrente da pandemia de COVID-19. Nesse sentido, pontua-se que a SEA é uma proposta de ensino para ser utilizado em ocasiões futuras. Além disso, ressalta-se a importância da etapa iii) validação de especialistas e pares para validação para o aprimoramento da SEA nessa investigação.

A partir da análise dos resultados *a priori* da SEA, a organização da SEA em uma abordagem CTSA e a utilização da metodologia de aprendizagem cooperativa *Jigsaw*, possibilita de fato, contribuir para uma formação cidadã. Assim é conveniente afirmar que a aplicação da SEA tem o potencial para atingir o objetivo da proposta de ensino elencada nesse trabalho.

Considerando as dimensões da metodologia de pesquisa científica determinadas pela Engenharia da Didática, o processo de validação da SEA em questão foi parcial, uma vez que apenas a análise prévia e *a priori* foram executadas. Porém há pretensão, com a retomada do ensino presencial, de aplicar essa proposta em uma turma (experimentação) para levantamentos e tratamentos de dados para conseguinte discutir em outro trabalho as análises externas e internas, afim de se alcançar a validação completa dessa SEA sob o viés da Engenharia da Didática.

No entanto, as discussões apontadas nessa investigação permitem tecer considerações acerca da importância do processo de validação das sequências de ensino aprendizagem, no que concerne à partir de problemas relevantes para o Ensino de Química (análise prévia), organização das SEA pautada em estratégias e metodologias a partir do seu aporte teórico, e socializar tal proposta com os pares e comunidade acadêmica/escolar (validação *a priori*), para posteriormente desenvolvê-la em sala de aula (experimentação). Ainda em tempo, após o seu desenvolvimento, a validação *a posteriori* apresentará resultados e *feedback* de aprendizagem dos alunos e também de autoavaliação do próprio professor. Nesse sentido, o processo de validação das SEA promove avanços tanto para a escola, para a aprendizagem dos alunos, quanto para área de Ensino de Química.

Contribuições dos Autores: Costa, M. P. da.: concepção e desenho, aquisição de dados, análise e interpretação dos dados, redação do artigo, revisão crítica relevante do conteúdo intelectual; Assai, N. D. S.: concepção e desenho, aquisição de dados, análise e interpretação dos dados, redação do artigo, revisão crítica relevante do conteúdo

intelectual; Arrigo, V.: concepção e desenho, aquisição de dados, análise e interpretação dos dados, redação do artigo, revisão crítica relevante do conteúdo intelectual. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do manuscrito.

Aprovação Ética: Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal Fluminense. CAAE: 98056718.7.0000.5231.

Agradecimentos: Não aplicável.

REFERÊNCIAS

- Artigue, M. (1988). Ingénierie Didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 9(3), 281-308.
- Batista, C. A. S. & Siqueira, M. (2017). A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a radioatividade. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 34(3), 880-902.
- Costa, M. P. O Desastre de Brumadinho e Abordagem CTSA: uma proposta de ensino cooperativo para cálculos estequiométricos. 2022. Trabalho de Conclusão Curso (Licenciatura em Química) - Universidade Federal Fluminense, Volta Redonda, RJ, Brasil.
- Góis, C. B.; Barreto, W. S.; Lima, M., K. R.; Bomfim, M. J. & Wartha, E. J. (2012). Construção de Sequências de Ensino e Aprendizagem e o processo de formação inicial e continuada de professores de química. Anais do Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e Encontro de Educação Química da Bahia, Salvador, Bahia, 16 e 10.
- Guarezi, S. T.; Barros, M. P. & Silva, D. F. (2020). Sequências de ensino-aprendizagem: uma abordagem baseada nas demandas de aprendizagem para o ensino de Física. *Pesquisa e Ensino*, 1, 1-28.
- Guimarães, Y. A. F. & Giordan, M. (2013). Elementos para Validação de Sequências Didáticas. Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindoia, São Paulo, 9.
- Kazmierczak, E., & Silva, J. B. (2019). Redesign de uma sequência de ensino aprendizagem sobre aromas para o ensino de química. In: W. D. Guilherme (Org.), *Contradições e Desafios na Educação Brasileira* (v.3, Cap.11, pp.119-131). Ponta Grossa: Atena.
- Méheut, M.; Psillos, D. (2004). Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, 26, 515-535.
- Menezes, A. M. (2016). Sequência de ensino-aprendizagem no processo de formação continuada: contribuições e reflexões de professores em exercício. 2016. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil.
- Pozo, J. I. & Crespo, M. A. G. (2009). *Aprendizagem e o Ensino de Ciências*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.
- Ranzini, R. & Pessanha, M. (2013). Metodologias De Ensino E Avaliação Em Sequências Didáticas Produzidas Por Professores De Ciências. *Revista Comunicación*, 2952-2956.
- Santos, L. C. & Silva, M. G. L. (2013). O estado da arte sobre estequiometria: dificuldades de aprendizagem e estratégias de ensino. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 3205-3210.

Recebido: 9 de maio de 2022 | **Aceito:** 12 de julho de 2022 | **Publicado:** 28 de agosto de 2022



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.