

O DESENHO DE SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS “COM” LABORATÓRIO: CONTRIBUIÇÕES DA ABORDAGEM CTSA PARA RENOVAR UMA IDEIA ANTIGA

THE DESIGN OF DIDACTIC SEQUENCES "WITH" THE LABORATORY: CONTRIBUTIONS OF THE CTSA APPROACH TO RENEW AN OLD IDEA

EL DISEÑO DE SECUENCIAS DIDÁCTICAS "CON" LABORATORIO: APORTES DEL ENFOQUE CTSA PARA RENOVAR UNA VIEJA IDEA

Nancy Fernandez-Marchesi¹, Ricardo Pereira Sepini²

Resumo

Este artigo apresenta uma proposta de treinamento desenvolvida em uma oficina voltada para a concepção de sequências didáticas com atividades laboratoriais, com base na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA). O objetivo foi superar a lógica tradicional do tipo prescrito e promover propostas pedagógicas contextualizadas, críticas e voltadas para a formação cidadã. A metodologia baseou-se na formação de uma Comunidade de Prática (CP) e no uso da estratégia de Controvérsia Controlada (CC), que facilitou o desenho de sequências focadas em problemas reais, socialmente relevantes e epistemicamente complexos. Foram utilizados os protocolos laboratoriais, debates, produções escritas e atividades virtuais utilizando o Moodle. Os resultados mostram transformações significativas nas concepções docentes, evidenciando uma mudança para práticas mais reflexivas e comprometidas. O modelo SeDicoLab, organizado em cinco fases, favoreceu a integração entre teoria e prática, o desenvolvimento de competências científicas e a formação de uma cidadania crítica.

Palavras-Chave: Sequências didáticas; controvérsias sociocientíficas; laboratório de ciências.

Abstract

This article presents a training proposal developed in a workshop aimed at the design of didactic sequences with laboratory activities, based on the Science, Technology, Society and Environment (CTSA) approach. The objective was to overcome the traditional logic of the prescribed type and promote contextualized, critical pedagogical proposals aimed at citizenship training. The methodology was based on the formation of a Community of Practice (CP) and the use of the Controlled Controversy (CC) strategy, which facilitated the design of sequences focused on real, socially relevant and epistemically complex problems. Analysis of laboratory protocols, debates, written productions and virtual activities using Moodle were used. The results show significant transformations in teaching conceptions, evidencing a shift towards more reflective and committed practices. The SeDicoLab model, organized in five phases, favored the integration between theory and practice, the development of scientific skills and the formation of a critical citizenship.

Keywords: Didactic sequences; socio-scientific controversies; science Lab

Resumen

Este artículo presenta una propuesta formativa desarrollada en un taller destinado al diseño de secuencias didácticas con actividades de laboratorio, sustentadas en el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA). El objetivo fue superar la lógica tradicional tipo recetas y promover propuestas pedagógicas contextualizadas, críticas y orientadas a la formación ciudadana. La metodología se basó en la conformación de una Comunidad de Práctica (CP) y en el uso de la estrategia de Controversia Controlada (CC), que facilitó el diseño de secuencias centradas en problemáticas reales, socialmente relevantes y epistémicamente complejas. Se emplearon análisis de protocolos de laboratorio, debates, producciones escritas y actividades virtuales mediante Moodle. Los resultados muestran transformaciones significativas en las concepciones docentes, evidenciando un giro hacia prácticas más reflexivas y comprometidas. El modelo SeDicoLab, organizado en cinco fases, favoreció la integración entre teoría y práctica, el desarrollo de habilidades científicas y la formación de una ciudadanía crítica.

Palabras claves: Secuencias didácticas, controversias sociocientíficas, laboratorio de ciencias.

¹ Universidad Nacional de Tierra del Fuego, Argentina - **E-mail:** nfernandez@untdf.edu.ar

² Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, MG, Brasil. **E-mail:** ricardopsepini@ufsj.edu.br

1. Introdução

A escola não pode mais ser somente transmissora de conhecimento, deve assumir o papel de preparar as pessoas para viverem num mundo em constante mudança, onde as novas demandas educacionais de desenvolvimento pessoal, profissional e cidadão são permanentes, e também deve garantir uma formação científica que assegure que os futuros cidadãos, independentemente de optarem por prosseguir estudos científicos ou não, desenvolvam a capacidade de pensar e agir num mundo cada vez mais influenciado pela ciência e pela tecnologia (Lacolla, 2024).

Para tanto, diversos autores (Basso; Lorenzo, 2018; Bermudez; Occelli, 2020; Maciel *et al.*, 2022; Murillo Durán; Tirado Santamaría, 2020; Parga Lozano, 2022; Pereira Sepini; Maciel; Vázquez Alonso, 2021), aderem à abordagem do ensino Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que assume uma natureza interdisciplinar, permitindo diversos níveis de interações em diversas disciplinas no currículo escolar; além de promover maior participação dos cidadãos. Por sua vez, os objetivos de aprendizagem incluem a abordagem aos problemas do mundo real e às suas implicações sociais (incluindo algumas atuais), compreendendo necessariamente a abordagem do conhecimento conceitual, processual e atitudinal (Perales-Palacios; Aguilera Morales, 2020).

Para a abordagem deste enfoque, as controvérsias socio científicas (CSC) são essenciais na construção do conhecimento científico, porque impulsionam o avanço da ciência e mostram o conflito como algo natural à própria ciência. As controvérsias científicas revelam tanto os aspectos bem-sucedidos quanto as limitações dos processos científicos (Acevedo Díaz; García-Carmona, 2017). A ciência, entendida como uma atividade cultural, responde a necessidades, interesses e problemas de ordem social, política, econômica e ideológica. Por essa razão, toda controvérsia científica é influenciada por fatores epistêmicos (cognitivos) e não epistêmicos (contextuais, pessoais e psicológicos), os quais se vinculam às dimensões sociais internas e externas da prática científica (Moreno-Rodríguez; Del Pino, 2023).

Nessa linha, Domènech-Casal (2017) indica que as CSC promovem a aprendizagem profunda ao vincular conceitos científicos a situações de conflito cognitivo; fortalecem a análise crítica e a tomada de decisões em contextos científicos e sociais; além disso, integram fatores científicos e éticos para preparar os alunos para tomar decisões sociais complexas. Outros autores (Occelli; García-Romano; Sosa, 2024; Pereira Sepini; Maciel; Vázquez Alonso, 2021) também propõem que as CSC são relevantes para o desenvolvimento do pensamento crítico e da independência intelectual, por exigirem a análise de diferentes argumentos e a tomada de decisões baseadas em evidências.

Este processo promove a capacidade de argumentar e refletir sobre as diversas posições, considerando as dimensões científica, social, econômica e ética. Assim, as CSC funcionam como um recurso didático que promove o desenvolvimento de competências críticas necessárias para analisar e participar ativamente da sociedade.

Um recurso sugerido pela literatura é a utilização de uma “controvérsia controlada” (CC) (Chrispino, 2017; Santos de Souza; Chrispino, 2021), que se enquadra na abordagem

CTSA, e cuja aplicação tem o potencial para transformar significativamente a experiência educacional científica. Esta estratégia permite aos alunos participarem ativamente na construção do conhecimento através do debate estruturado e da avaliação crítica de ideias opostas. Cuidadosamente elaborado e baseado em regras previamente definidas, incentiva a identificação de problemas comuns e a busca por consenso durante o debate.

Por outro lado, Hodson (2020) sugere que as controvérsias controladas permitem aos alunos ver como diferentes atores (cientistas, políticos, comunidades, etc.) interagem e tomam decisões em situações complexas. Ao envolver os alunos nestas discussões, eles não só aprendem ciências, mas também se preparam para participar ativamente na sociedade, tomando decisões informadas e comprometidas com o bem-estar comum. Nesse sentido, Valladares (2022) acrescenta que, ao explorar como são construídas as “verdades” científicas e como podem ser manipuladas ou distorcidas na era da pós-verdade, os alunos aprendem a ser mais críticos e conscientes da dinâmica social e política que influencia a percepção pública da ciência, capacitando-os a se tornarem cidadãos ativos e críticos, capazes de participar de debates informados e da tomada de decisões sociopolíticas.

Neste contexto, é crucial selecionar temas e problemas da CTSA que permitam o desenvolvimento esperado nos alunos. A conceituação de um problema, segundo Dagnino (2007), deve considerar que os problemas sociais não são entidades objetivas que se manifestam naturalmente na esfera pública. Pelo contrário, são construídas pelos atores envolvidos que definem quais situações consideram problemáticas. Contudo, surge uma contradição: os atores mais afetados por um problema social, na maioria das vezes, são os que têm menos poder para influenciar a opinião pública e fazer com que tal problema seja reconhecido como tal.

Além da teoria, a educação científica significativa deve conectar estreitamente a teoria com a prática (Fernández-Marchesi, 2013). Nesse sentido, a CC e a abordagem CTSA permitem aos alunos não apenas desenvolver e aplicar estratégias de resolução de problemas, mas também realizar experimentos que verifiquem suas hipóteses.

1.1. Atividades práticas com laboratório

Entende-se por atividade a menor unidade do processo de ensino, onde ocorre a interação direta entre as tarefas realizadas pelo professor e as realizadas pelo aluno. É o componente básico no qual são realizadas ações concretas de aprendizagem. Por outro lado, estratégia refere-se à organização destas atividades num padrão lógico e coerente para atingir um objetivo educacional.

As estratégias no ensino das ciências caracterizam-se por incluir um conjunto de atividades que se centram numa abordagem de pesquisa, onde os alunos se envolvem em tarefas como a seleção de temas, o planejamento da pesquisa, a observação, a reflexão, a argumentação e a construção de conclusões baseadas em evidências. Ou seja, a estratégia é a estrutura que orienta uma sequência de atividades para alcançar uma aprendizagem eficaz em ciências (Cañal de León *et al.*, 2011).

Por outro lado, interessa-nos destacar que a literatura científica em espanhol utiliza vários termos como equivalentes, tais como: “trabalho prático de laboratório” (TPL) (Zorrilla; Mazzitelli, 2021), “trabalho de laboratório” (TL) (Flores; Sahelices; Moreira, 2009), “trabalho laboratorial” (TLial) (Caamaño, 2004), “desenhos experimentais” (Rodríguez, 2011), “atividade prática de laboratório” (APL) (Fernández-Marchesi; Costillo-Borrego, 2020) e “atividade experimental” (AE) (Ferragutti *et al.*, 2024; Manfredi; Odetti; Lorenzo, 2020; Murillo Ibarra; Arlegui de Pablos; Wilhelmi, 2009; Romero Chacón *et al.*, 2017), para citar alguns.

No entanto, embora muitas dessas atividades sejam realizadas em laboratórios construídos especificamente para esse fim (White, 1988), a ideia comum em todas essas denominações é que elas se caracterizam pelo tipo de coisas que os alunos fazem, e não pelo lugar onde são realizadas (Abrahams; Millar, 2008; Fernández-Marchesi, 2019). Por isso, é necessário redefinir a ideia de como se integram os tipos de ações realizadas pelos alunos no âmbito de uma sequência didática.

Em publicações anteriores, Fernández-Marchesi (2018) descreve que o conceito de atividades práticas laboratoriais (em oposição ao conceito de trabalho) foi apresentado como mais amplo e relevante dentro das correntes contemporâneas da didática das ciências naturais, uma vez que representa uma abordagem construtivista. No entanto, ao considerarmos os tipos de habilidades relacionadas ao conhecimento científico que essas atividades permitem desenvolver, quando inseridas no âmbito de uma sequência didática da abordagem CTSA (Fernández-Marchesi, 2023), consideramos necessário propor uma nova conceituação do termo. Portanto, neste trabalho, estamos inclinados a definir essas atividades particulares como Sequências Didáticas com Laboratório (SeDicoLAB), buscando propor uma visão que vai além da atividade laboratorial.

Nesta proposta, as atividades práticas são concebidas como mais um componente dentro de uma sequência didática integral, que articula múltiplos objetivos, habilidades e competências científicas. As experiências realizadas em laboratório ou com materiais específicos fazem parte desse conjunto, mas não o esgotam. Nesse contexto, o protocolo de laboratório é utilizado como uma ferramenta didática, e não como o eixo central da aula. De forma fluida e contínua, todas as fases do *SeDicoLAB* propostas neste trabalho se fundem em um contínuo onde teoria e prática são indissociáveis.

Neste sentido, ser capaz de conceber o *SeDicoLAB*, a partir de um contexto CTSA, permitirá que os alunos se envolvam em situações de aprendizagem nas quais devem mobilizar, de forma integrada, competências cognitivas e processuais, bem como conhecimentos científicos e meta científicos. Isso implica promover situações de aprendizagem que combinem o cognitivo (formulação de hipóteses, elaboração de modelos, argumentação, explicações etc.) com fatores emocionais, comportamentais, éticos, comunicativos, organizacionais e econômicos, que aproximam os alunos dos problemas do mundo (García-Carmona, 2021; Perales-Palacios; Aguilera Morales, 2020).

1.2. Como propomos estruturar um *SeDicoLAB*

Entendemos uma sequência didática conforme definida por Murillo Duran & Tirado

Santamaría (2020 citando Díaz-Barriga 2013), uma estrutura composta por um conjunto de atividades de aprendizagem organizadas com o objetivo de facilitar a construção do conhecimento pelos alunos. Tais atividades devem ter uma ordem interna e devem estar relacionadas entre si.

A partir de uma abordagem construtivista, o aluno assume um papel ativo em sua própria aprendizagem. O professor orienta esse processo, fornecendo contextos significativos e promovendo a reflexão e o diálogo (Fernández-Marchesi; Pujalte, 2019). Nesse sentido, neste artigo propomos uma estrutura de sequência didática, que validamos durante um processo de formação de professores de pós-graduação e que chamamos de SeDicoLab.

Esta proposta está organizada com base nas fases adaptadas de Caamaño (2012) e retomadas por Fernandez-Marchesi (2013) (Tabela 1).

Tabela 1: Componentes de cada fase de um SeDicoLab. Adaptado de Caamaño (2012) retomado por Fernandez-Marchesi (2013).

Fases de um SeDicoLab				
Percepção e identificação do problema	Planejamento	Realização	Interpretação e avaliação	Comunicação
Sala de aula	Sala de aula	Laboratório ou campo	Sala de aula	Sala de aula ou comunidade
<p>Estabelecer contato com o problema a ser resolvido.</p> <p>Conceitualizar - Vincular com os conteúdos.</p> <p>Emitir hipóteses.</p> <p>Identificar variáveis - atores-chave.</p> <p>Relacionar com suas vidas cotidianas.</p> <p>Analisar questões éticas - sociais - políticas – históricas.</p>	<p>Identificar variáveis a manipular e a modalidade de medição.</p> <p>Identificar a técnica mais adequada.</p> <p>Selecionar os materiais necessários.</p> <p>Redigir o plano de trabalho com a colaboração do docente.</p> <p>Investigar outros resultados obtidos.</p> <p>Comparar procedimentos com livros didáticos,</p>	<p>Realização da montagem.</p> <p>Observação ao microscópio, lupa, observação direta.</p> <p>Realização do experimento.</p> <p>Coleta de dados - contagem - carregamento em meios digitais.</p> <p>Desenhos - fotografias, comparação com Atlas.</p> <p>Elaboração de modelos físicos ou maquetes.</p>	<p>Interpretação dos dados.</p> <p>Avaliação dos resultados obtidos.</p> <p>Comparação de resultados com outros grupos ou publicações.</p> <p>Recolhimento de informações de outras fontes.</p> <p>Comparação com as contribuições teóricas.</p>	<p>Redação de relatórios.</p> <p>Comunicação oral.</p> <p>Comunicação multimídia.</p> <p>Contribuições à comunidade com propostas de resolução do problema.</p> <p>Postura crítica diante do problema - tomada de posicionamento.</p> <p>Se possível, ação política.</p>

	manuais e protocolos.			
--	-----------------------	--	--	--

1.3. *As comunidades de práticas*

Em termos gerais, uma comunidade de prática (CP) é definida como um grupo de pessoas que compartilham características ou interesses semelhantes, que podem ser orientadas por um objetivo específico e que, em muitos casos, ocupam o mesmo espaço geográfico.

Considerando que o conhecimento é socialmente construído de forma contínua e em resposta às demandas de uma sociedade em constante mudança, da qual participam todos os atores sociais, é necessário que as instituições de ensino se abram ao seu ambiente (Fernández-Marchesi; Acosta-Beiman; Almirón, 2022).

Essas comunidades são um modelo essencial para o desenvolvimento profissional de professores e uma plataforma eficaz para a aprendizagem colaborativa. Promovem a aprendizagem coletiva a partir da reflexão sobre a própria prática, em espaços onde é possível trocar ideias, materiais, boas práticas e outros recursos. Isso permite o compartilhamento de suas práticas de forma crítica e reflexiva, facilitando assim a aprendizagem e o crescimento profissional (Iturbe Sarunic; Silva Hormazábal; Soto Puras, 2024). Acreditamos que a abordagem por meio de comunidades de prática é uma via possível para alcançar mudanças profundas. Para tal, é fundamental refletir e tomar consciência dos esquemas de ação, crenças, pressupostos que fundamentam o trabalho cotidiano da sala de aula e reestruturá-los e modificá-los estrategicamente para atuar em situações futuras (Fernández-Marchesi; Acosta-Beiman; Almirón, 2022).

O objetivo deste trabalho também foi refletir e analisar, por meio da estratégia de CC, como as “receitas” inicialmente propostas poderiam ser adaptadas e redesenhadas para compor uma sequência de ensino bem fundamentada e coerente com as fases sugeridas pelo SeDicoLab. Essa construção se deu a partir dos referenciais teóricos trabalhados, com base em uma abordagem CTSA, que possibilita explorar a controvérsia desde múltiplas facetas — filosófica, econômica, social, histórica e tecnológica (Lacolla, 2024). Como parte da proposta, foi incluída uma atividade de laboratório que visa superar as concepções tradicionais ainda predominantes sobre esse tipo de prática.

2. Procedimentos metodológicos

Formou-se uma Comunidade de Prática (CP) (Fernández-Marchesi; Acosta-Beiman; Almirón, 2022) a partir da realização de um workshop intitulado “O Desenho de Atividades Práticas com Laboratório a partir de uma Abordagem da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente”, na Universidade Federal de São João del-Rei / UFSJ – Brasil. Participaram do workshop dois professores da pós-graduação (identificados como P_1_PG e P_2_PG) e duas discentes da pós-graduação (do mesmo seguimento/curso) (D_1_PG e D_2_PG). Os encontros aconteceram entre agosto e setembro de 2024. Foram realizados 7 (sete) encontros presenciais. Como instrumento de apoio utilizou-se a plataforma Moodle onde os materiais foram disponibilizados e os participantes compartilharam suas atividades.

O workshop teve como objetivo projetar SeDicoLAB que integrem a visão da CTSA, através de controvérsias controladas e construídas especialmente para o conteúdo selecionado. Além disso, as abordagens estão focadas na humanização da educação científica e tecnológica, na internacionalização acadêmica em abordagens multi e interculturais.

Esta pesquisa está fundamentada na abordagem qualitativa, pois busca responder a questões específicas, enfocando um nível de realidade que não pode ser quantificado e que envolve um universo de múltiplos significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes (Minayo, 1994, 2000). Trata-se de uma investigação baseada em design DBR (Design Based Research/Pesquisa Baseada em Design), que, em geral, considera as investigações sobre concepções alternativas dos estudantes, realiza uma análise epistemológica dos conteúdos curriculares para justificar os objetivos de ensino-aprendizagem, adota uma perspectiva socioconstrutivista da aprendizagem, planeja atividades com base nos resultados da investigação e apresenta evidências das aprendizagens alcançadas pelos estudantes (Guisasola Aranzábal; Ametller; Zuza, 2021). Esse tipo de pesquisa cria oportunidades para o aprimoramento da compreensão sobre o tema estudado, tornando-se uma aliada com a qual os pesquisadores intervêm conscientemente nos processos de formação dos sujeitos.

A sequência de atividades dos encontros realizados na oficina foi adaptada de Fernández-Marchesi (2019) (Tabela 2).

Tabela 2: Atividades realizadas no workshop. Fernández-Marchesi (2019).

Semana	Tema	Atividades
1	Introdução à Abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA)	Conferência Inaugural via plataforma do youtube “Como sair da armadilha: o desenho de atividades práticas com um laboratório a partir de uma abordagem CTSA”. ³
2	O lugar das atividades práticas com laboratório na construção do conhecimento científico	Nossa Biografia Recuperando receitas Construindo referenciais teóricos Nós representamos graficamente as ideias.
3	A abordagem para tomada de decisão a partir de problemas CTSA	Em busca do meu caso CTSA Baú de ideias.
4	Reescrevendo receitas finais	Estrutura do projeto final contemplando as cinco fases de confecção.

3. Resultados

Durante a atividade de "recuperação de receitas", os participantes foram solicitados a escrever um protocolo de laboratório. Cada um deles propôs um conteúdo, e posteriormente uma atividade laboratorial que pudesse ser realizada em seu contexto de atuação acadêmica. Ao analisar os quatro protocolos desenvolvidos pelos participantes, todos foram estruturados na típica forma de receitas (Fernández-Marchesi; Costillo-Borrego, 2020) Os temas para a elaboração das sequências didáticas foram escolhidos livremente pelos participantes (Tabela 3).

Tabela 3: Conteúdos conceituais e protocolos laboratoriais desenvolvidos pelos participantes no início do Workshop.

Participante de Workshop	O P_1_PG	O P_2_PG	Discente P_1_PG	Discente P_2_PG
Conteúdo conceitual	Ecossistema terrestre	Vitamina C	Sistema Cardiovascular	Reino Protista
Protocolo laboratorial desenvolvido	Construindo um Terrário	Determinação da vitamina C em frutas	Observação do coração do porco	Observação de protozoários
Estrutura do protocolo inicial proposto	Introdução Justificativa Objetivo geral Objetivos específicos Metodologia Materiais utilizados	Introdução Conceitos Envoltos Materiais e reagentes Procedimento Questões propostas	Objetivo da Aula Introdução ao Sistema Cardiovascular Objetivo Atividades Materiais Necessários	Reino Protista Materiais: Método

³ A conferência está disponível no canal do Youtube do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de São João del-Rei – UFSJ / Brasil no link: [Conferência Inaugural do Workshop \(youtube.com\)](https://www.youtube.com/watch?v=...)

	Procedimento experimental Duração Hipóteses Resultados esperados Questões e sugestões de atividades Avaliação da aula Referências		Exploração Prática: Dissecção de um Coração Discussão e Conclusão Encerramento e Avaliação	
--	---	--	---	--

As análises das atividades produzidas foram realizadas através de reflexões pessoais, participação em discussões, contribuições para a CP (Fernández-Marchesi; Acosta-Beiman; Almirón, 2022). Também foram analisadas a qualidade e a intensidade da participação dos estudantes em debates, discussões presenciais e/ou online pelo Moodle. Uma outra avaliação foi a confecção de um diário onde refletiram sobre seu aprendizado, os desafios enfrentados e o desenvolvimento de seus projetos.

3.1 Propostas do SeDicoLab desenvolvidas pelos participantes

O P_1_PG confeccionou um esquema de sequência didática intitulada “A cafeicultura e o seu impacto na saúde: afinal o café faz bem ou mal”⁴. A escolha desta temática pelo P_1_PG se justificou por ser oriundo de uma região do Brasil onde a cafeicultura é um dos pilares da economia local. Diante do exposto o P_1_PG descreveu uma atividade em que realizaria uma atividade de controvérsia com alunos da escola básica, sendo esses filhos dos trabalhadores das plantações de café, utilizando a confecção de terrário. Seguindo a estrutura da SeDicoLab, propondo as seguintes questões e tarefas.

Tabela 4: Proposta de perguntas e tarefas para a cafeicultura é o seu impacto na saúde: afinal o café faz bem ou mal.

Fases do SeDicoLab	Atividades/perguntas/instruções
Percepção e identificação do problema	Qual é a importância do solo para a nossa cafeicultura?; Que impacto o solo pode causar na produção do café?; Que produtos utilizados na conservação do solo para o plantio do café podem impactar em nossa saúde?; Um solo em bom estado fértil pode reduzir a utilização de agrotóxicos para a produção do café?; A utilização de insumos/agrotóxicos no solo para a plantação do café, podem afetar o lençol freático e consequentemente o ciclo da água?; Os insumos/agrotóxicos utilizados no solo para a plantação do café, podem chegar em nossa casa?; Os produtos utilizados na plantação do café, podem causar dano aos coletores de café?; Os agrotóxicos utilizados na folhagem do café, podem causar danos ao solo?
Planejamento	Quantos terrários iremos confeccionar? Que materiais iremos utilizar no

⁴ Ver sequencia completa em <https://acortar.link/Q3LjeU>. As imagens foram feitas com o Chat GPT.

	terrário? Que sequência iremos seguir para a confecção dos terrários? Como iremos fazer a análise dos terrários para as comparações futuras? Iremos manter os terrários fechados? Se sim, por que?
Realização	Observação ao microscópio, lupa, observação direta; Realização do Experimento em si; Coleta de dados - contagem - carregamento em meios digitais
Interpretação e avaliação	Serão realizadas em sala de aula para a interpretação dos dados obtidos, sendo levantadas as seguintes perguntas: O que aconteceu com os terrários? Ocorreram alterações visíveis? Quais foram os resultados do terrários com matéria orgânica e com insumos? Observamos diferença? Conseguimos explicar o que aconteceu? Como podemos explicar? As plantas do café sofreram alterações? Que resultado obtivemos? Conseguimos comparar com outros experimentos?
Comunicação	Se propõe realizar uma redação da atividade para publicação no boletim informativo da escola e no jornal da cidade. Desta forma, apresentando a sociedade local a possibilidade de outro meio para o cultivo do café; apresentação da atividade para a escola em uma oficina; divulgação dos resultados em mídias sociais e envio de uma nota técnica aos órgãos responsáveis para que tentem diminuir o uso de insumos nas lavouras.

O P_2_PG confeccionou uma sequência didática intitulada “uma planta sagrada de cujo fruto se produz uma bebida alcoólica denominada sopé, em Moçambique – África”⁵. O P_2_PG relata que no Distrito de Chibuto, na região sul de Moçambique - África, foi observada a produção de uma bebida alcoólica denominada “sopé”, a partir da fermentação alcoólica da fruta massala, masala ou maciela (nomes em português). A massaleira (*Strychnos spinosa* Lam.) é considerada uma planta sagrada em algumas comunidades africanas, principalmente devido aos usos na medicina tradicional ou etnomedicina, o que foi documentado em vários locais, regiões e países da África (tabela 5). Seguindo a estrutura do SeDicoLab, são propostas as seguintes questões/tarefas.

Tabela 5: Proposta de perguntas e tarefas para uma planta sagrada de cujo fruto se produz uma bebida alcoólica denominado sopé, em Moçambique – África.

Fases do SeDicoLab	Atividades/perguntas/instruções
Percepção e identificação do problema	Em sua opinião, o uso da massaleira na medicina tradicional africana é confiável? Como as pessoas determinam que determinada planta cura? Podemos confiar no que essas pessoas dizem e/ou fazem para curar doenças? De modo geral, como as plantas são usadas popularmente para curar doenças? No caso da massaleira, que partes da planta são usadas? Como os princípios ativos dessas plantas agem no organismo humano? Quais são os procedimentos necessários para realizar a comprovação científica da capacidade de determinada planta curar doenças? Quanto tempo leva para chegar até tal comprovação? Depende de quê ou de quem? Entre o conhecimento científico e o conhecimento tradicional, qual é mais confiável e por que? A

⁵ Veja a sequência completa em <https://acortar.link/txuXAs>

	comprovação científica tem alguma influência sobre a decisão de uma comunidade continuar usando determinada planta para curar doenças? Os conhecimentos científico e tradicional podem dialogar? A população corre riscos sem comprovação científica da capacidade de cura de uma planta?
Planejamento	Como os livros didáticos e outras fontes propõem identificar a presença de vitamina C nos alimentos? Os procedimentos são os mesmos? Qual procedimento usaremos? Que materiais são necessários para identificar a presença de vitamina C em frutas? Vamos testar frutas verdes ou maduras? O teste permite saber qual fruta contém maior quantidade de vitamina C?
Implementação	Como sugestão de procedimento, será indicada a seguinte referência: Silva, Sidnei Luis; Ferreira, Geraldo; Silva, Roberto. (1995) À procura da vitamina C. <i>Química Nova na Escola</i> , n. 2, p. 31-21. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc02/exper1.pdf .
Interpretação	Quais frutas demonstraram ter vitamina C em sua composição? Por que o iodo mudou de cor na presença de vitamina C? Qual fruta possui mais vitamina C? Foi possível determinar a quantidade aproximada de vitamina C nas frutas? Como? O poder de cura das massalas tem relação com a presença de vitamina C? Quais são seus benefícios para a saúde? Excesso de vitamina C faz mal? Existe uma quantidade diária recomendada para o consumo? Qual?
Comunicação	Planejar e elaborar um roteiro para explicar à comunidade o que é a vitamina C, seus benefícios para a saúde, em que quantidade pode fazer mal e como os estudantes fizeram para identificar sua presença em frutas. Para fundamentar suas apresentações, é indicado o seguinte texto: Fiorucci, Antonio Rogério; Soares, Márlon Herbert Flora Barbosa; Cavaleiro, Éder Tadeu Gomes. (2003) A importância da vitamina C na sociedade através dos tempos. <i>Química Nova na Escola</i> , n. 17, p. 3-7, Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc17/a02.pdf . Planejar e elaborar um vídeo para postar em uma rede social mostrando como foi detectada a presença de vitamina C nas frutas.

Discente P_1_PG confeccionou uma sequência didática intitulada “Sistema Vascular”⁶. O transplante de corações de suínos em humanos, uma forma de xenotransplante, vem gerando intensos debates devido às suas implicações científicas, éticas e de segurança. Esses procedimentos surgem como uma potencial solução para a crise de escassez de órgãos humanos, dado que o número de doadores é significativamente inferior à demanda por transplantes, especialmente de coração. Contudo, essa tecnologia emergente enfrenta uma série de polêmicas que envolvem tanto o risco biológico, quanto às implicações éticas. No campo da ética, a criação de suínos geneticamente modificados, especificamente para fornecer órgãos humanos, levanta preocupações sobre o bem-estar animal. Culturalmente, a questão também gera controvérsias. Nesse contexto, entender as estruturas do coração humano torna-se fundamental para avaliar os riscos e as adaptações necessárias em um transplante de órgão animal (tabela 6)

⁶ Veja a sequência completa em <https://acortar.link/nG3iEb>. Las imágenes fueron realizadas con Chat GPT.

Tabela 6: Questões propostas e instruções para o Sistema Vascular. O que você acha do xenotransplante?

Fases do SeDicoLab	Atividades/perguntas/instruções
Percepção e identificação do problema	O que são xenotransplantes? Podem ocorrer erros, rejeições? Por que o coração de porco e não de outra espécie animal? Você deixaria um ente, ou você mesmo receberia um coração suíno? E quanto à questão ética, relacionada aos animais? Os porcos precisam ser clonados a fim de se tornarem “puros”, e quanto à quantidade de porcos mortos? Falta infraestrutura e financiamento para as pesquisas relacionadas aos transplantes de coração? Caso do senhor de 58 anos que recebeu o coração do suíno, por que ele faleceu depois de 59 dias? Foi insucesso do órgão? Por que a necessidade de estudos de novos animais, caso dos porcos e não transplantar apenas com seres humanos?
Planejamento	Como iremos registrar? Com fotos e vídeos? Utilizaremos livros com a imagem? Onde iremos conseguir os corações? Como iremos mantê-los frescos? Quais materiais iremos usar para o corte? Ex: bisturi, faca... Qual recipiente utilizaremos para manusear os corações? Utilizaremos jalecos, luvas e máscaras?
Implementação	No laboratório: Observação com lupa, observação direta; coleta de dados com desenhos ou fotografias - contagem - carregando em meios digitais. Identificar as câmaras (átrios e ventrículos), válvulas (tricúspide, bicúspide, aórtica, pulmonar), e principais vasos (aorta, veia cava, artéria pulmonar).
Interpretação	O que você observou de diferente entre os corações apresentados e dos vistos pelas imagens dos livros? Faça uma comparação da imagem real e da imagem dos livros: Quais estruturas não foram visualizadas com os corações reais? Quantos cortes foram feitos nos corações? Faça uma tabela descrevendo as estruturas encontradas no coração da aula prática e no coração das figuras. A aula prática foi suficiente para aprender as estruturas do coração? Foi possível analisar as válvulas no coração da aula prática? Escreva a função dessas válvulas. Através dos registros com fotos e vídeos feitos, o que você achou de mais interessante na aula prática?
Comunicação	Com as informações obtidas nas fases anteriores faça um resumo sobre o tema estudado. Pesquise na internet sobre a polêmica dos corações transplantados e associe na pesquisa as estruturas do coração que foram estudadas. Faça uma apresentação no Canva ou PowerPoint com as imagens/fotos que foram tiradas na aula prática. Inclua também os vídeos. Aponte possíveis soluções para a polêmica dos transplantes de suínos em humanos. Através de uma roda de conversa, ou uma oficina, convide estudantes de outras turmas e debatam sobre a temática do transplante de coração, ouçam novas opiniões e questões. Filme a roda de conversa ou oficina e faça um registro no Instagram da escola, pedindo aos responsáveis pela página. Deixe salvo nos destaques. Apresente para os estudantes convidados para a roda de conversa ou oficina as fotos e vídeos da

	aula prática feitos no Canva ou PowerPoint, divulgue também na página do Instagram da escola. Converse com sua família sobre transplante de coração e conte sobre o que foi estudado e registrado no colégio.
--	---

Discente P_2_PG confeccionou uma sequência didática titulada “Saudades da água limpa”⁷. Nesta sequência didática P_2_PG apresenta conotações que as vezes são indagadas por pessoas sobre o fluxo da água no cotidiano e para nosso uso, por meio de uma história de uma moradora da cidade de São João del Rei / Minas Gerais – Brasil que passa dificuldades com a falta de água e devido à poluição. Para tentar solucionar esse problema a P_2_PG apresenta um projeto de construção e manejo de bacias de evapotranspiração ou BET's (tabela 7).

Tabela 7: Proposta de perguntas e instruções para Saudades da água limpa.

Fases do SeDicoLab	Atividades/perguntas/instruções
Percepção e identificação do problema	Além da contaminação das águas pela deposição de esgotos residenciais nos rios, você acha que existem outras formas de contaminação? Embora as bacias de evapotranspiração (BET's) sejam possíveis soluções para o destino das águas utilizadas em residências, você consegue pensar em outras alternativas para resolver o problema da contaminação das águas? Qual procedimento poderíamos utilizar para verificar se o solo localizado na última camada das BET 's está contaminado por algum microrganismo? Qual é a relação entre água contaminada e surgimento de doenças na população? Quais microrganismos encontrados em água ou no solo podem causar doenças? Na sua opinião, porque ainda despejamos a água de residências em rios? Na sua cidade existe tratamento de água e esgoto? Busque na internet informações sobre outros trabalhos relacionados à contaminação da água e acrescente em seu relatório.
Planejamento	Como podemos coletar as amostras a serem analisadas? Como armazenar as amostras? Quais materiais utilizaremos para analisar as amostras? Quais medidas de segurança poderemos tomar para evitar possíveis contaminações durante a prática? Após coletada as amostras, como poderemos identificar os microrganismos? Como podemos investigar as possíveis contaminações da água? Quais microrganismos devemos procurar nas amostras? Faça desenhos para ilustrar o que foi visualizado nas lâminas.
Implementação	Observação ao microscópio das amostras de água, lupa, observação direta; realização do experimento em si; coleta de dados - contagem - carregando em meios digitais.
Interpretação	O que você observou de diferente nos meios de cultura de bactérias? Faça uma comparação entre o meio de cultura de bactérias. Quantas lâminas foram produzidas? Quais e quantos protozoários você identificou em cada lâmina? Faça uma tabela comparando os resultados obtidos em cada lâmina observada (identificar se a lâmina foi obtida pela cultura de bactéria ou pelas amostras de água). As amostras

⁷ Veja a sequência completa em <https://acortar.link/fREnmC>. As imagens foram feitas com o Chat GPT

	verificadas, foram suficientes para afirmar se há contaminação do solo ou da água por microrganismos causadores de doenças no ser humano?
Comunicação	Com as informações obtidas na fase anterior, escreve um relatório descrevendo o processo investigativo; inclua os desenhos e a tabela produzidos em seu texto. Elabore um apontamento crítico sobre a contaminação das águas pela deposição de esgoto, bem como sobre a falta de saneamento básico das periferias. Aponte possíveis soluções para resolver o problema da contaminação das águas. Faça um vídeo curto de no máximo 3 minutos para explicar o processo realizado ou uma apresentação no Canva ou PowerPoint para demonstrar a sua investigação. Produzir com a turma, uma peça de teatro simulando uma audiência pública.

4. Discussão dos resultados

Os resultados obtidos no workshop indicam que a proposta de formação baseada em CP, articulada com a abordagem CTSA e a estratégia da CC, permitiu aos participantes revisar criticamente suas concepções e práticas didáticas. Essa transformação se expressou de maneira clara na transição dos protocolos laboratoriais iniciais —estruturados segundo o modelo "receita"— para propostas mais complexas, integradas e contextualizadas, segundo a lógica das Sequências Didáticas com Laboratório (SeDicoLab).

Como destacam Abrahams e Millar (2008), o lugar da atividade prática no ensino das ciências tem sido tradicionalmente associado à verificação e à demonstração em contextos desprovidos de problematização. Os resultados deste estudo reforçam essa crítica: todos os participantes, inicialmente, estruturaram seus protocolos de forma prescritiva e linear, sem estabelecer vínculos claros com problemáticas reais ou dimensões sociais do conhecimento científico.

A mudança observada nas propostas finais demonstra a eficácia da formação para deslocar o foco da simples execução técnica para a construção coletiva de saberes significativos. Ao incorporar controvérsias sociocientíficas nas sequências elaboradas, os participantes mobilizaram dimensões epistêmicas e não epistêmicas do conhecimento científico (Moreno-Rodríguez; Del Pino, 2023), promovendo, como propõem Acevedo Díaz & García-Carmona (Acevedo Díaz; García-Carmona; Aragón-Méndez, 2017), situações de conflito cognitivo que favorecem a aprendizagem crítica.

As sequências redesenhadas evidenciaram uma compreensão ampliada da função do laboratório escolar. Em vez de ser o centro da atividade didática, o experimento passou a ser concebido como um recurso a serviço da investigação, da argumentação e da tomada de decisões fundamentadas — características fundamentais de uma proposta alinhada com o enfoque CTSA (Perales-Palacios; Aguilera Morales, 2020). Por exemplo, a sequência sobre os impactos da cafeicultura na saúde mobilizou dimensões ambientais, sociais e econômicas; enquanto a proposta sobre o uso medicinal da massaleira em Moçambique promoveu o diálogo entre saberes tradicionais e científicos, colocando em questão o conceito de "verdade" científica (Valladares, 2022).

Além disso, o papel da CP como espaço de reflexão compartilhada foi determinante para a reconfiguração das propostas. Como indicam Iturbe Sarunic *et al.* (2024), as CP favorecem o desenvolvimento profissional docente ao permitir a análise crítica da própria prática, a negociação de sentidos e a construção de novos referenciais. A sistematização de experiências e a elaboração coletiva das sequências SeDicoLab demonstraram que a transformação das práticas pedagógicas exige tempo, diálogo e apoio teórico-metodológico.

5. Considerações finais

Neste artigo procuramos demonstrar como uma proposta de formação reflexiva, estruturada a partir de CP e orientada pela abordagem CTSA, possibilita reorganizar as atividades dentro de uma sequência didática, promovendo uma renovação profunda nas práticas pedagógicas com laboratório. Tal proposta formativa mostrou-se eficaz para superar modelos tradicionais, centrados em práticas laboratoriais prescritivas, descontextualizadas e com forte protagonismo docente na condução das atividades.

As fases do modelo SeDicoLab colocam os docentes em formação no centro do processo de aprendizagem, ao favorecer experiências mais ativas, colaborativas e significativas. Nesse contexto, os participantes puderam desenvolver competências fundamentais para o ensino de ciências crítico, tais como: a formulação de hipóteses, a resolução de problemas, a argumentação baseada em evidências, e a capacidade de planejar e conduzir pesquisas contextualizadas. Essa mudança evidencia uma reconfiguração da prática pedagógica, ao deslocar o foco da simples reprodução de protocolos para a construção coletiva de conhecimentos com relevância social.

A abordagem CTSA mostrou-se especialmente potente para enriquecer o ensino das ciências, ao integrar elementos da história e da epistemologia da ciência, conflitos socioambientais, dilemas éticos e questões sociocientíficas contemporâneas. Por meio dessa abordagem, os professores em formação foram capazes de elaborar sequências que articulam conteúdos científicos com problemáticas reais, promovendo o desenvolvimento de uma visão crítica sobre o papel da ciência na sociedade e incentivando o engajamento dos futuros estudantes em debates informados e socialmente relevantes.

Adotar situações educativas ancoradas em contextos reais e marcadas por questões sociais, políticas e científicas, favorece ainda a construção de valores democráticos, a consciência ética e a participação responsável. Temas como os avanços tecnológicos, os dilemas bioéticos, a justiça ambiental ou a perspectiva de gênero deixam de ser periféricos para ocupar lugar central na aprendizagem científica, contribuindo para formar sujeitos conscientes e comprometidos com a transformação social.

A experiência formativa aqui analisada evidenciou que os docentes participantes, inicialmente orientados por modelos tradicionais de ensino, foram capazes de reconfigurar suas práticas a partir do trabalho coletivo, da reflexão crítica e da sustentação teórica. As propostas elaboradas, alinhadas ao modelo SeDicoLab, mostraram-se consistentes com os pressupostos da abordagem CTSA e mobilizaram a CC como estratégia formativa eficaz para a construção de sequências didáticas investigativas, interdisciplinares e socialmente situadas.

Concluimos que esta proposta formativa representa uma alternativa promissora para a formação continuada de professores de ciências, ao articular dimensões conceituais, metodológicas, epistêmicas e éticas do ensino. Ainda que o número de participantes tenha sido limitado, os resultados obtidos reforçam a importância de promover experiências formativas que favoreçam a colaboração, a escuta e a transformação das práticas docentes.

Como desdobramentos futuros, sugerimos expandir a proposta para outros contextos educativos e culturais, acompanhar a implementação das sequências didáticas desenvolvidas em salas de aula reais e investigar os impactos dessas práticas na aprendizagem dos estudantes. Além disso, recomendamos aprofundar o estudo sobre o papel das CP na constituição de sujeitos docentes reflexivos, críticos e comprometidos com uma educação científica transformadora.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) – Código Financeiro APQ-04336-23.

Referências

ABRAHAM, Ian; MILLAR, Robin. Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. **International Journal of Science Education**, [s. l.], vol. 30, no. 14, p. 1945–1969, 17 Nov. 2008.

ACEVEDO DÍAZ, José; GARCÍA-CARMONA, Antonio. **Controversias en la historia de la ciencia y cultura científica**. Madrid: Organización de Estados Iberoamericanos, 2017. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2080>.

ACEVEDO DÍAZ, José; GARCÍA-CARMONA, Antonio; ARAGÓN-MÉNDEZ, María del



Mar. **Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia.** Madrid: Iberciencia, 2017. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.1.3360>.

BASSO, Ana; LORENZO, María Gabriela. Lluvia ácida en contexto: una propuesta didáctica con enfoque CTS. **Educación en la Química**, [s. l.], vol. 24, no. 2, p. 155–168, 2018.

BERMUDEZ, Gonzalo; OCCELLI, Maricel. Enfoques para la enseñanza de la Biología: una mirada para los contenidos. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, [s. l.], no. 39, p. 135, 2020. <https://doi.org/10.7203/dces.39.16854>.

CAAMAÑO, Aureli. Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos. **Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales**, [s. l.], no. 39, 2004.

CAAMAÑO, Aureli. La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos. In: PEDINACI, Emilio; CAAMAÑO, Aureli; CAÑAL DE LEÓN, Pedro; DE PRO BUENO, Antonio (eds.). **11 ideas clave. El desarrollo de la competencia científica**. Barcelona: Graó, 2012. p. 1–294.

CAÑAL DE LEÓN, Pedro; DEL CARMEN, Luis; GARCÍA BARROS, Susana; JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M^a Pilar; MÁRQUEZ, Conxita; MARTÍNEZ LOSADA, Cristina; PEDRINACI, Emilio; DE PRO BUENO, Antonio; PUJOL, Rosa; SANMARTÍ PUIG, Neus. **Didáctica de la biología y la geología**. [S. l.]: Graó, 2011. vol. II, .

CHRISPINO, Álvaro. **Introdução aos enfoques cts – ciência, tecnologia e sociedade – na educação e no ensino**. Andalucía: OEI - iberciencia, 2017.

DAGNINO, Renato. **Ciência e tecnologia no Brasil: o processo decisório e a comunidade de pesquisa**. Campinas: [s. n.], 2007.

DOMÈNECH-CASAL, Jordi. Propuesta de un marco para la secuenciación didáctica de Controversias Socio-Científicas. Estudio con dos actividades alrededor de la genética. **Revista Eureka**, [s. l.], vol. 14, no. 3, p. 601–620, 2017. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i3.07.

FERNÁNDEZ-MARCHESI, Nancy Edith. Actividades prácticas de laboratorio e indagación en el aula. **TED: Tecné, Episteme y Didáxis**, [s. l.], no. 44, p. 203–218, 2018.

FERNÁNDEZ-MARCHESI, Nancy Edith. **El conocimiento didáctico del contenido sobre las actividades prácticas de laboratorio por indagación de profesores de Biología**. 2019. 316 f. Tesis doctoral. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura, 2019. Available at: <http://dehesa.unex.es/handle/10662/9444>.

FERNÁNDEZ-MARCHESI, Nancy Edith. El diseño de actividades prácticas de laboratorio desde un enfoque CTS. **Boletim da AIA-CTS Boletín**, [s. l.], vol. septiembre, no. 19, 2023. Available at: https://aia-cts.web.ua.pt/wp-content/uploads/2020/03/AIA-CTS_Boletim11.pdf.

FERNÁNDEZ-MARCHESI, Nancy Edith. Los Trabajos Prácticos de Laboratorio por investigación en la enseñanza de la Biología. **Revista de Educación en Biología**, [s. l.], vol.

16, no. 2, p. 15–30, 2013.

FERNÁNDEZ-MARCHESI, Nancy Edith; ACOSTA-BEIMAN, Gisela; ALMIRÓN, Flavia. Proceso de reflexión con docentes de Ciencias Naturales mediante una comunidad de prácticas. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, [s. l.], no. 43, p. 123–140, 2022. <https://doi.org/10.7203/dces.43.22774>.

FERNÁNDEZ-MARCHESI, Nancy Edith; COSTILLO-BORREGO, Emilio. Evolución de las concepciones docentes sobre las actividades prácticas de laboratorio a partir de una formación de posgrado reflexiva. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], vol. 25, no. 3, p. 252–269, 2020. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2020v25n3p252>.

FERNÁNDEZ-MARCHESI, Nancy Edith; PUJALTE, Alejandro. **Manual de elaboración de secuencias didácticas para la enseñanza de las Ciencias Naturales**. Ushuaia: Universidad Nacional de Tierra del Fuego Antártida e Islas del Atlántico Sur, 2019. Available at: <https://acortar.link/k3EJUt>.

FERRAGUTTI, Silvana; PASTORINO, Isabel; ASTUDILLO, Carola; MARTINA, Luciana Cíbils; LUCERO, Julieta. Prácticas con actividades experimentales en el Profesorado en Ciencias Biológicas : relato de una innovación. **Revista de Educación en Biología**, [s. l.], vol. 27, no. 2, p. 1–13, 2024.

FLORES, Julia; SAHELICES, María Concesa Caballero; MOREIRA, Marco Antonio. El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. **Revista de Investigación**, [s. l.], vol. 33, no. 68, p. 75–111, 2009.

GARCÍA-CARMONA, Antonio. Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, [s. l.], vol. 18, no. 1, p. 1108, 29 Dec. 2021. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1108.

GUISASOLA ARANZÁBAL, Jenaro; AMETLLER, Jaume; ZUZA, Kristina. Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, [s. l.], vol. 18, no. 1, p. 1801–18, 2021.

HODSON, Derek. Going Beyond STS Education: Building a Curriculum for Sociopolitical Activism. **Can. J. Sci. Math. Techn. Educ**, [s. l.], vol. 20, p. 592–622, 2020. DOI 10.1007/s42330-020-00114-6. Available at: <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00114-6>. Accessed on: 29 Aug. 2024.

ITURBE SARUNIC, Catalina; SILVA HORMAZÁBAL, Marcela; SOTO PURAS, Pablo. Controversias sociocientíficas como una oportunidad de conectar con el territorio e innovar a través de comunidades de aprendizaje profesional. **SISYPHUS, Journal of Education**, [s. l.], vol. 12, no. 3, p. 164–190, 2024.

LACOLLA, Liliana. Enseñanza de las Ciencias en contexto: reflexiones y ejemplos de Enseñanza de Química con enfoque Química-Tecnología-Sociedad (QTS). **Educación Química**, [s. l.], vol. 35, no. 1, p. 135–147, 2024. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.1.85824>.

MACIEL, Maria Delourdes; PEREIRA SEPINI, Ricardo; CABRAL, Sonia; JOVENTINO DA SILVA, Everton. Educación CTS e investigación académica del Centro Interdisciplinario de Estudios e Investigación en Ciencia, Tecnología y Sociedad (NIEPCTS): estado del conocimiento de 2011 a 2022. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad**, [s. l.], vol. 17, no. 51, p. 243–264, 2022.

MANFREDI, M; ODETTI, H; LORENZO, G. Análisis del discurso de un profesor universitario de química en el curso de ingreso. **Educación en la Química**, [s. l.], vol. 26, no. 2, p. 241–255, 2020.

MINAYO, María Cecilia de Souza. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: MINAYO, María Cecilia de Souza (ed.). **Pesquisa social – teoria, método e criatividade**. [S. l.]: Vozes, 1994. p. 09–29.

MINAYO, María Cecilia de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Abrasco, 2000.

MORENO-RODRÍGUEZ, Andrei; DEL PINO, José. Propostas didáticas com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): Rumo à coerência epistemológica do trabalho docente. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], vol. 22, no. 1, p. 146–170, 2023.

MURILLO DURÁN, María Cristina; TIRADO SANTAMARÍA, Elvira. Enfoque Ciencia Tecnología Sociedad Y Ambiente CTSA como estrategia el aprendizaje de la química en estudiantes de secundaria. **Cultura Educación Y Sociedad**, Barranquilla, vol. 11, no. 2, p. 270–284, 2020.

MURILLO IBARRA, J; ARLEGUI DE PABLOS, Javier; WILHELMI, M. La actividad experimental en educación primaria: restricciones y retos. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, [s. l.], no. Extra, p. 1181–1187, 2009.

OCCELLI, Maricel; GARCÍA-ROMANO, Leticia; SOSA, Claudio (Eds.). **Prácticas científicas y pensamiento crítico en la enseñanza de las ciencias**. Universida. Córdoba: [s. n.], 2024.

PARGA LOZANO, Diana. Del CTSA educativo a la ambientalización del contenido y la formación ciudadana ambiental. **Revista CTS**, [s. l.], vol. 17, no. 51, 2022.

PERALES-PALACIOS, Francisco; AGUILERA MORALES, David. Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? **Ápice. Revista de Educación Científica**, [s. l.], vol. 4, no. 1, p. 1–15, 2020.

PEREIRA SEPINI, Ricardo; MACIEL, Maria Delourdes; VÁZQUEZ ALONSO, Ángel. A formação de futuros professores de ciência: prática de ensino para desenvolver o pensamento crítico. **Conjecturas**, [s. l.], vol. 21, no. 5, p. 315–326, 2021. <https://doi.org/10.53660/conj-212-709>.

RODRÍGUEZ, Nacarid. Diseños experimentales en educación. **Revista de Pedagogia**, [s. l.], vol. 32, no. 91, p. 147–158, 2011.

ROMERO CHACÓN, Ángel; MORCILLO MOLINA, Carolina; GARCÍA ARTEAGA, Edwin; TOBÓN CARDONA, Erika; QUINTO MOYA, Jaime; MEJIA ARISTIZÁBAL, Luz; AMELINES RICO, Paula; GIRALDO SUÁREZ, Yaneth; AGUILAR MOSQUERA, Yirsén. **La experimentación en la clase de ciencias. Aportes a una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas**. Medellín: Universidad de Antioquia, 2017.

SANTOS DE SOUZA, P; CHRISPINO, Álvaro. Aplicação da técnica da controvérsia controlada para a construção do pensamento crítico sobre as relações ctsa de alunos do ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, [s. l.], vol. 16, no. 2, p. 164–184, 2021.

VALLADARES, Liliana. Post-Truth and Education STS Vaccines to Re-establish Science in the Public Sphere. **Science & Education**, [s. l.], no. 31, p. 1311–1337, 2022. DOI 10.1007/s11191-021-00293-0. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00293-0>. Accessed on: 29 Aug. 2024.

WHITE, R. **Learning science**. Oxford. UK: Blackwell, 1988.

ZORRILLA, Erica; MAZZITELLI, Claudia. Trabajos Prácticos de Laboratorio y Modelos didácticos: una propuesta de clasificación. **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, [s. l.], no. 40, p. 133, 2021. <https://doi.org/10.7203/dces.40.18056>.

Recebido em fevereiro de 2025
Aceito em outubro de 2025

Revisão gramatical realizada por: Dra Dulcinea Duarte de Medeiros
E-mail: dmedeiros@untdf.edu.ar