



Uma abordagem CTS da História da Ciência como potencial para a mobilização de capacidades de Pensamento Crítico na Escola Básica

A CTS approach to the History of Science as a potential for mobilizing Critical Thinking capabilities in Basic School

Una abordaje CTS a la Historia de la Ciencia como potencial para movilizar capacidades de Pensamiento Crítico en la Escuela Básica

Sigouveny Cruz Cardoso

Universidade Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão (DQI – UFS), Brasil
sigouveny15@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5879-7081>

Erivanildo Lopes da Silva

Universidade Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão (DQI – UFS), Brasil
erivanildo@academico.ufs.br
<https://orcid.org/0000-0003-2207-8661>

Resumo

Este estudo teve o objetivo de caracterizar a praticidade e a efetividade de uma proposta de ensino CTS, a partir da abordagem da História da Ciência para a mobilização de capacidades de Pensamento Crítico e aquisição de conhecimentos científicos. Ao considerar a Alfabetização Científico-Tecnológica, enquanto finalidade da Educação Científica, esse processo no ensino pode ser realizado pela orientação CTS, baseada na abordagem do conhecimento científico pela componente histórica e de capacidades a partir do Pensamento Crítico. Para a pesquisa de caráter qualitativo foi construída uma proposta de ensino implementada com estudantes da 1.ª série do Ensino Médio, de uma escola pública brasileira, em colaboração com licenciandos do curso de Química da Universidade Federal de Sergipe, integrantes do Projeto de Apoio Pedagógico Licenciandos na Escola. A partir da metodologia de Design Based Research foi possível analisar o contexto, planejar, desenvolver e implementar a proposta de ensino CTS, a partir da qual foram produzidos dados, que ao serem interpretados pela técnica de Análise de Conteúdo, evidenciam momentos nos quais os estudantes realizaram a associação das informações com o contexto sócio-histórico, a análise e explicação do conhecimento a partir das concepções assumidas e a problematização do conhecimento científico a partir do contexto sócio-histórico. Assim, o estudo revela a compreensão da Ciência como empreendimento humano em construção, que se desenvolve em meio à mobilização de capacidades como decidir



sobre uma ação e analisar argumentos. Estas propostas de ensino intencionais podem contribuir para o desenvolvimento sustentável de uma educação de qualidade em escolas públicas.

Palavras-chave: CTS; História da ciência; pensamento crítico; escola básica.

Abstract

This study aimed to characterize the practicality and effectiveness of CTS teaching proposal, based on the History of Science approach to mobilizing Critical Thinking skills and acquiring scientific knowledge. When considering Scientific-Technological Literacy, as the purpose of Scientific Education, this teaching process can be carried out through the CTS orientation, based on the approach to scientific knowledge through the historical and skills component based on Critical Thinking. For the qualitative research, a teaching proposal was created and implemented with students in the 1st year of high school, from a Brazilian public school, in collaboration with undergraduates from the Chemistry course at the Federal University of Sergipe, members of the Pedagogical Support Project for Graduates Students at School. Using the Design Based Research methodology, it was possible to analyze the context, plan, develop and implement the CTS teaching proposal, from which data were produced, which when interpreted using the Content Analysis technique, highlight moments in which students they associated information with the socio-historical context, analyzed and explained knowledge based on assumed conceptions and problematized scientific knowledge based on the socio-historical context. Thus, the study reveals the understanding of Science as a human enterprise under construction that develops through the mobilization of capabilities such as deciding on an action and analyzing arguments. These intentional teaching proposals can contribute to the sustainable development of quality education in public schools.

Keywords: STS; History of science; critical thinking; basic school.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo caracterizar la practicidad y efectividad de una propuesta didáctica CTS, basada en el enfoque de Historia de la Ciencia para movilizar habilidades de Pensamiento Crítico y adquirir conocimientos científicos. Considerar la Alfabetización Científico-Tecnológica, como finalidad de la Educación Científica, este proceso de enseñanza puede realizarse a través de la orientación CTS, basada en el acercamiento al conocimiento científico a través del componente histórico y de habilidades basadas en el Pensamiento Crítico. Para la investigación cualitativa, se creó e implementó una propuesta de enseñanza con estudiantes de 1er año de secundaria, de una escuela pública brasileña, en colaboración con estudiantes de la carrera de Química de la Universidad Federal de Sergipe, miembros del Proyecto de Apoyo Pedagógico a Estudiantes de Pregrado en la Escuela. Utilizando la metodología de Investigación Basada en Diseño, se logró analizar el contexto, planificar, desarrollar e implementar la propuesta docente CTS, a partir de la cual se produjeron datos, que al ser interpretados mediante la técnica de Análisis de Contenido, resaltan momentos en los que los estudiantes asociaron información con la contexto sociohistórico, conocimientos analizados y explicados a partir de concepciones asumidas y conocimientos científicos problematizados a partir del contexto sociohistórico. Así, el estudio revela la comprensión de la Ciencia como una empresa humana en construcción que se desarrolla a través de la movilización de capacidades como



decidir una acción y analizar argumentos. Estas propuestas didácticas intencionales pueden contribuir al desarrollo sostenible de una educación de calidad en las escuelas públicas.

Palabras clave: CTS; Historia de la ciencia; pensamiento crítico; escuela básica.

Introdução

A Alfabetização Científico-Tecnológica (ACT) busca a democratização e a popularização da Ciência pela participação da sociedade em propostas de ensino e/ou orientações curriculares que objetivem a compreensão das interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), de modo a vincular o ensino de conhecimentos científicos à problematização destes no contexto pessoal e social, além disso, também pode ampliar os processos de investigação para a tomada de decisão (Auler & Delizoicov, 2001; Bybee, 1987 como citado em Santos & Mortimer, 2000).

Uma das formas de orientação CTS para a Educação Científica está em construir propostas de ensino baseadas na componente da História da Ciência (HC), com vistas à dimensão do Pensamento Crítico (PC). Assim, nos referimos a abordagens que possibilitam criar oportunidades de uma Alfabetização Científico-Tecnológica para todos, ao desenvolver as competências de conhecimento, capacidades, além de atitudes e valores (Vieira et al., 2011a; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2019). Neste sentido, nós apresentamos um recorte de uma pesquisa de doutorado, cujo o nosso objetivo foi caracterizar a praticidade e a efetividade de uma proposta de ensino CTS, a partir da abordagem da História da Ciência para a mobilização de capacidades de Pensamento Crítico e aquisição de conhecimentos científicos.

Na contextualização teórica apresentamos a ACT enquanto finalidade da Educação Científica a ser desenvolvida pela orientação CTS, e, na seção seguinte aprofundamos a componente histórica do CTS, como abordagem de ensino para a mobilização de recursos intelectuais e capacidades de PC nos estudantes. Na metodologia, nós apresentamos uma pesquisa de caráter qualitativo em desenvolvimento, aprovada pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Sergipe (UFS), na qual utilizamos o Design Based Research para projeção, implementação e avaliação de uma intervenção educacional com estudantes da primeira série do Ensino Médio (Coutinho, 2016; Plomp, 2018). Nos resultados e discussões evidenciamos o desenvolvimento de concepções assumidas pelos estudantes, a análise das informações pelo contexto sócio-histórico e sua problematização, de modo que finalizamos o manuscrito destacando o potencial de abordagens intencionais para uma Educação Científica de qualidade.

Contextualização Teórica

Para começarmos a contextualizar o que nos levou a desenvolver este estudo, nossas inquietações teóricas se situam em meio a questionamentos como: por quê educar cientificamente a sociedade? O que nos leva a crer que a Educação Científica pode promover a Alfabetização Científico-Tecnológica no ensino de Ciências?



Nós partimos do princípio de que a Ciência e a Tecnologia afetam a vida, a cultura e as mais diversas atividades humanas, por estarem imersas em um conjunto de descobertas, aplicações e conhecimentos que, por serem empreendimentos humanos, são fontes de saber, informação e poder, assim, os cidadãos não podem ficar alheios aos impactos da Ciência e da Tecnologia (Vieira et al., 2011b).

A Alfabetização Científico-Tecnologia e Educação Científica

A promoção da Alfabetização Científico-Tecnológica foi impulsionada no século XIX, intensificada e difundida em diversos países e sob diferentes perspectivas no século XX, e na contemporaneidade do século XXI, apesar de estar bastante debatida no ensino de Ciências, ainda se caracteriza como urgência para a sociedade da informação e comunicação, e que, enquanto finalidade da Educação Científica básica e geral para todas as pessoas precisa ter uma formação suficiente para oportunizar a atuação no mundo em que se vive (Díaz et al., 2003; Cachapuz et al., 2005).

Assim, nós concordamos com Vieira et al. (2011b) ao declararem que o mundo está repleto de produtos e de indagação científica, por isso, a ACT é uma necessidade para todos que precisam: utilizar informação científica para fazer escolhas que lhes são apresentadas todos os dias; precisam ser capazes de se envolver em discussões públicas sobre questões que envolvem Ciência e Tecnologia; e, merecem compartilhar da emoção e da realização profissional que pode advir da compreensão do mundo natural.

Ao assumir a Alfabetização Científico-Tecnológica como finalidade da Educação Científica, isso significa que devemos pensar, entender e (re)planejar o Ensino de Ciências como a interface, e, a Escola Básica e as Instituições de Ensino Superior como o *locus* da educação formal, espaço no qual será possível concretizar uma Educação Científica para o desenvolvimento da autonomia, o exercício da cidadania, a tomada de decisão e a resolução de problemas em uma formação crítica (Díaz et al., 2003; Vieira et al., 2011b).

A Educação Científica se faz relevante por denotar o valor que há no conhecimento científico enquanto aspecto que abarca a curiosidade do ser humano sobre o mundo natural, de modo que o conhecimento é fruto da produção cultural e intelectual da sociedade (Vieira et al., 2011b). Ademais, ao colocar a ACT como uma meta de aprendizagem e objetivo de ensino é possível buscar a ampliação do conhecimento sobre Ciência e Tecnologia, de forma a considerá-los em interação com a formação para a cidadania (Lorenzetti, 2017).

Desta feita, significa assegurar o direito de que todas as pessoas tenham espaços formais de formação crítica, que lhes garanta entender e dar significado a uma compreensão ampla da Ciência, de aprender a questionar as informações científicas que lhes são oferecidas como verdades absolutas, de modo que aprendam a debater em prol de seus ideais e de sua comunidade (Vieira et al., 2011b). Para tal, nós enfatizamos que a Educação Científica pela a orientação CTS pode ser articulada pela componente de conhecimentos e capacidades nos estudantes (Vieira et al., 2011a), como na Figura 1 a seguir:

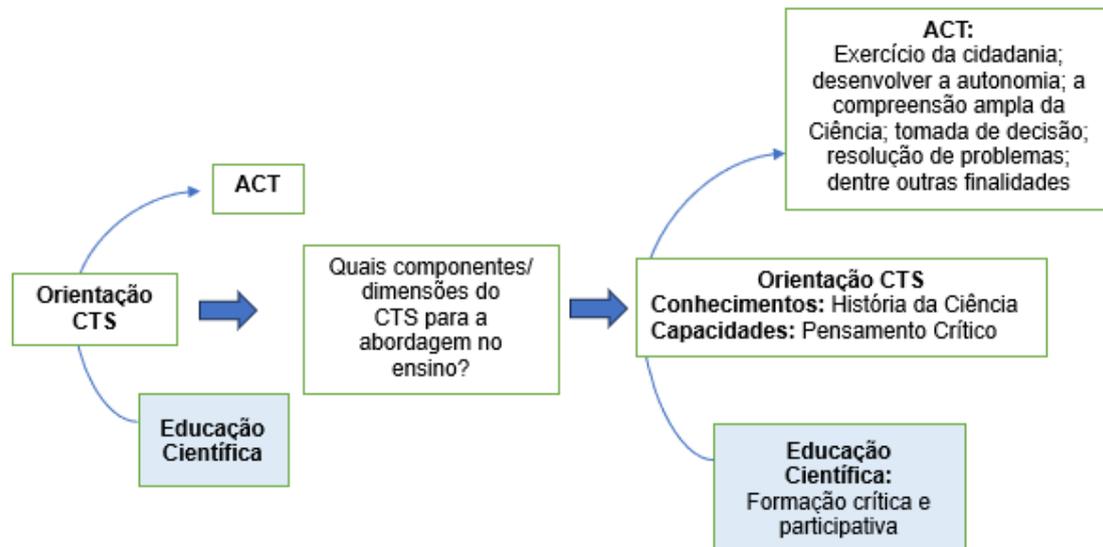


Figura 1. Educação Científica pela orientação CTS. Fonte: Autores (2024).

A Figura 1 representa nosso entendimento de ACT enquanto finalidade da Educação Científica, que para ser concretizada em uma abordagem de ensino pode ser desenvolvida pela infusão de Ciência no conteúdo CTS, pois a integração de Ciência, Tecnologia e Sociedade é concebida como um conjunto amplo de ideias, princípios e práticas que podem ser consideradas interligadas, mas, que apresenta uma peculiaridade pertinente a cada campo (Pedretti & Nazir, 2011). Isso significa que a História da Ciência, aqui é considerada como componente CTS que dimensiona a abordagem de conhecimentos científicos em sala de aula, e, o Pensamento Crítico é uma componente CTS de capacidades, de modo que a inserção dessas componentes na abordagem de ensino deve ser realizada de forma intencional (Vieira et al., 2011b; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2019).

A abordagem, que nos referimos, percorre a dimensão histórica do conhecimento, de modo que a Ciência passa a ser abordada como um empreendimento humano, para ampliar a compreensão dos estudantes sobre a inserção histórica e sociocultural das ideias científicas e do trabalho dos cientistas, das controvérsias no pensamento científico da época, de sua provisoriedade, de seus interesses pessoais e de grupos, e, das decisões que interferem e são influenciadas pelos aspectos políticos, religiosos, econômicos e culturais (Martins, 2006; Matthews, 1995; Pedretti & Nazir, 2011).

Essas abordagens tendem a ser afetivas, criativas, reflexivas e planejadas para estimular o desenvolvimento de capacidades de PC em atividades para as quais os estudantes precisam, por exemplo, (re)construir o conhecimento científico, refletir sobre a credibilidade das informações, julgar posicionamentos e posicionar-se publicamente de modo consciente e responsável (Pedretti & Nazir, 2011; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2000).

Assim, no estudo que realizamos em 2021, nós propusemos ampliar a compreensão da ACT como finalidade da Educação Científica ao considerar abordagens em função da componente histórica e das capacidades de Pensamento Crítico, apontando aspectos que convergem no sentido do conhecimento para a tomada de decisão (Cardoso & Silva, 2021), conforme pode ser vista na Figura 2 a seguir:

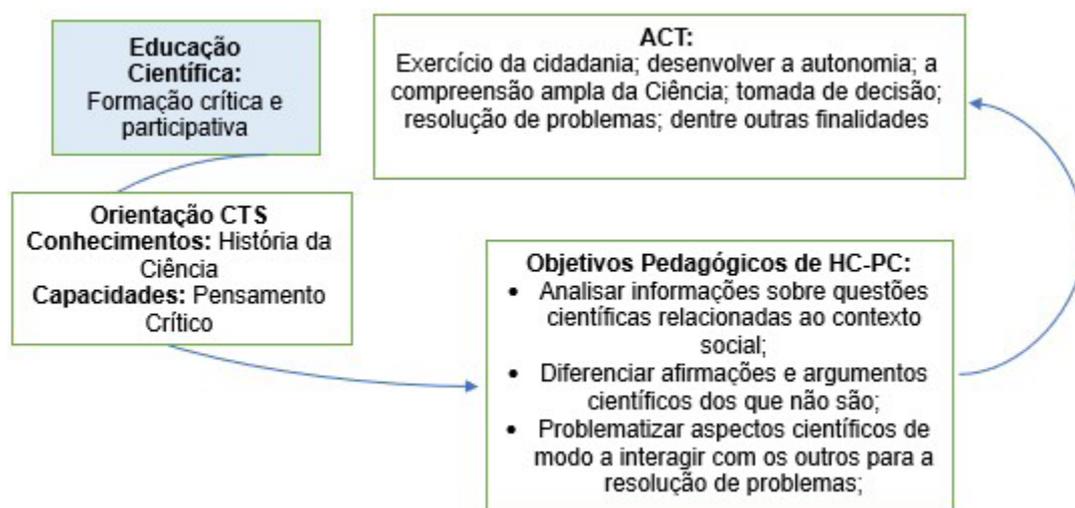


Figura 2. Objetivos pedagógicos HC-PC pela orientação CTS. Fonte: Autores (2024).

A Figura 2 representa nosso propósito de materializar em propostas de ensino, as finalidades de História da Ciência e do Pensamento Crítico para a Educação Científica. A partir dos entendimentos que expusemos na seção anterior, sobre o porquê educar cientificamente, é possível perceber que esse processo visa à Alfabetização Científico-Tecnológica à medida que se consolida uma formação que proporcione desenvolver o exercício da cidadania, a autonomia, a compreensão ampla da Ciência, a tomada de decisão e a resolução de problemas. Entretanto, esses objetivos, para serem atingidos na Educação Científica, precisam representar possibilidades concretas de ensino, para que possam guiar os educadores sobre o que fazer.

Da Figura 2 depreendemos que, para consolidar um ensino de Ciências que faça frente às finalidades da ACT, as atividades precisam ser projetadas em função de objetivos pedagógicos que estimulem a solicitação de ações dos estudantes no sentido de: analisar informações sobre questões científicas, que estas estejam em interação com o contexto social (aqui afirma-se sócio-histórico); diferenciar afirmações e argumentos científicos dos que não são, para que possam desenvolver concepções sobre como avaliar as informações que recebem e compartilham; e, problematizar aspectos científicos, de modo a interagir com os outros para a resolução de problemas (Cardoso & Silva, 2021). Assim, essa abordagem, da componente histórica pela orientação CTS, pode apresentar a Ciência como um empreendimento humano e discutir a influência da atividade científica e tecnológica na história da humanidade (Vieira et al., 2011b).



Abordagem do conhecimento e a mobilização de capacidades pela orientação CTS

Ao considerarmos a orientação CTS no ensino de Ciências, esta possibilita advogar para a aquisição de conhecimentos científicos e para o desenvolvimento de capacidades de pensamento e de atitudes, por apresentar a abordagem de assuntos e problemas que são reais e tratam de Ciência e Tecnologia, criando condições para que tais aprendizagens se tornem úteis, ou seja, façam sentido para os estudantes, em uma perspectiva que não seja meramente instrumental, mas sim, numa perspectiva contextualizada (Vieira et al., 2011b).

Para Vieira e Tenreiro-Vieira (2019), a Educação em Ciências exerce uma função primordial, que é a de viabilizar o exercício da cidadania em uma sociedade demarcada pelas implicações da Ciência e da Tecnologia, pois, as decisões pessoais não estão isentas de valores e interesses. Isso significa compreender que tanto Ciência quanto Tecnologia são bens públicos, pertencem às comunidades, de maneira regional e a sociedade de maneira global, que possuem conhecimentos considerados poderosos, e é a partir deles que se têm construído o progresso material e social da humanidade (Martins, 2022).

Para tipificar nossas apreensões acima, no ensino de Química há dificuldades dos estudantes em compreender os conteúdos de forma a se apropriar e saber aplicar em situações que não estão nos livros-textos, isso é um obstáculo que finca uma barreira entre a aprendizagem dos estudantes e o ensino de Química dos professores, de modo a ser um fator que é responsável pelos baixos índices na proficiência em Ciências dos estudantes (Oliveira & Alvim, 2017). Uma das maneiras de romper com as barreiras da descontextualização dos conteúdos, que impede a aprendizagem efetiva, é propor abordagens que reduzam as lacunas geradas pela falta de significação que os estudantes têm sobre o que é a Química e como seus conhecimentos se constituíram ao longo do tempo (Oliveira & Alvim, 2017; Matthews, 1995).

Esse é um dos motivos que nos move a enfatizar um estudo que conduza alternativas para romper com a fragmentação conteúdo-contexto em sala de aula, e crie oportunidades para que os estudantes mobilizem conhecimentos científicos e capacidades de Pensamento Crítico, assim como atitudes e valores, de tal modo que aprendam a intervir na comunidade e no mundo em que vivem, que sejam os responsáveis por sua aprendizagem, e que esta os sirva para compreender como aplicar esses conhecimentos para além dos muros da escola (Oliveira & Alvim, 2017; Vieira et al., 2011b).

As discussões apresentadas, nos faz sugerir que a inserção da orientação CTS, na abordagem de HC, pode garantir o debate de questões contemporâneas que tem a ver com a origem da construção do conhecimento científico, e, não somente em temáticas do passado, pois, sob a ótica do ensino de Ciências há questões que ainda podem constituir concepções distorcidas da Ciência que os estudantes apresentam, e que estão refletidas em seus erros de aprendizagem, porém, ao serem tratadas pelas lentes de uma abordagem da História da Ciência é possível apresentar atividades de investigação que simulem os processos de elaboração de um conhecimento científico, quais os problemas envolveram os debates da época, como os erros conduziram as discussões, resoluções e rupturas no conhecimento vigente, de forma a permitir uma imersão no conhecimento por suas bases de origem (Batista & Silva, 2018; Oliveira & Alvim, 2017).

Desse modo, os caminhos da abordagem podem ser traçados em função de discutir os movimentos que impulsionaram a construção de um determinado conhecimento a partir de sua historicidade, mas, estamos a falar de um percurso árduo, complexo e a ser consolidado a longo prazo, pois, a ACT não se alcança de imediato (Martins, 2022; Sasseron & Carvalho, 2011).

Metodologia

Este estudo apresenta um recorte de uma pesquisa de doutorado de natureza qualitativa, conforme os pressupostos de Coutinho (2016), e nosso objetivo foi caracterizar a praticidade e a efetividade de uma proposta de ensino CTS, a partir da abordagem da História da Ciência para a mobilização de capacidades de Pensamento Crítico e aquisição de conhecimentos científicos. Para entender a intencionalidade das ações, ao aprofundarmos no contexto dos participantes desse processo (Coutinho, 2016), nós estruturamos e gerenciamos o estudo a partir do Design Based Research (Plomp, 2018), em face da necessária investigação de problemas complexos da prática educativa como a fragmentação entre o contexto sócio-histórico e o conhecimento científico, presentes em atividades que não mobilizam os recursos intelectuais e capacidades dos estudantes (Cardoso & Silva, 2021; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2019).

A pesquisa, aprovada em Comitê de ética da Universidade Federal de Sergipe, foi realizada com 29 estudantes da 1.^a série do Ensino Médio de uma escola pública brasileira no estado de Sergipe, em colaboração com seis (6) estudantes do curso de Licenciatura em Química, que integram o Projeto de Apoio Pedagógico Licenciandos(as) na Escola (PROLICE). Este programa é uma iniciativa da Universidade Federal de Sergipe, que surgiu no ano de 2020 para ampliar a formação inicial de docentes e atuar em temáticas de ensino plurais no contexto escolar (PROLICE, 2021). As etapas deste estudo podem ser vistas na Figura 3 a seguir:

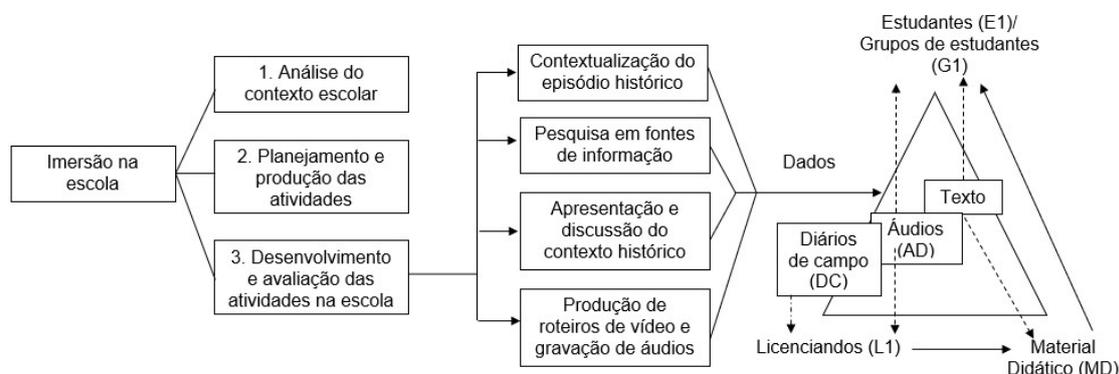


Figura 3. Esquema das etapas da pesquisa. Fonte: Autores (2024).

A Figura 3 demonstra o estudo conforme o Design Based Research (Plomp, 2018), de modo que na fase preliminar da pesquisa nós realizamos uma análise das necessidades do contexto



escolar, a partir de discussões com o professor de Química e da observação da realidade. Em seguida, o grupo discutiu as ações que seriam mais adequadas para serem implementadas na escola e decidiu por abordar o contexto sócio-histórico da origem dos elementos químicos presentes na Tabela Periódica, de modo a compreender os aspectos e movimentos no pensamento científico de cada época tendo por base Lima et al. (2019).

Apesar do estudo focar na abordagem intencional do material didático, esse processo não acontece sem a colaboração dos intervenientes: estudantes e professores em formação (Coutinho, 2016; Plomp, 2018), que no âmbito coletivo refletem, debatem e aprofundam a prática docente em um processo de (auto) formação (Carvalho & Gil-Pérez, 2011).

Do ponto de vista da fase de prototipagem do Design Based Research (Plomp, 2018), o planejamento e a produção das atividades (Figura 3) tiveram como base os três objetivos pedagógicos, elencados por Cardoso e Silva (2021), que explicitam a finalidade central de cada aula/atividade, a partir da qual podem ser mobilizadas capacidades de PC. Para o desenvolvimento das atividades na componente histórica pela orientação CTS, o grupo projetou os episódios históricos nas atividades de forma a problematizar a origem dos elementos na Tabela Periódica para o ensino de Química, considerando os períodos da História da Humanidade (Lima et al. 2019). O Quadro 1 a seguir exemplifica a estrutura e o episódio histórico que serão destacados neste estudo:

Quadro 1: Estrutura das atividades da pesquisa na Educação Básica

Episódio histórico	Objetivos pedagógicos	Atividade realizada	Exemplos de questionamentos da atividade
A origem dos elementos químicos da Tabela Periódica: da Antiguidade (4.000 a. C – 476 d. C) até a Idade Moderna (1453-1789).	1. Analisar adequadamente informações que envolvem questões científicas no contexto social; 2. Diferenciar afirmações e argumentos baseados em dados científicos dos que não são; 3. Problematizar aspectos científicos de modo a interagir com os outros para a resolução de problemas;	Pesquisa em grupo sobre a origem dos elementos e as fontes de informação utilizadas	MD: Quem descobriu o elemento? O que estava acontecendo na época em que foi descoberto?
		Apresentação das pesquisas em grupo na sala de aula	L3: Vocês encontraram mais alguma curiosidade sobre o fósforo, o ferro...? O que mais chamou a atenção de vocês na pesquisa?
		Resolução individual de questões sobre as discussões realizadas em sala e com base na pesquisa em fontes de informação	MD: Por que não se tem informações sobre o conhecimento de novos elementos na Idade Média?

Fonte: Autores (2024).

O Quadro 1 apresenta a estrutura das atividades do projeto, e é exemplificado com o primeiro episódio, abordado em sala de aula pelos licenciandos (por exemplo L3). Este episódio será o foco das discussões deste estudo, e retrata o período histórico que compreende da Antiguidade (4.000



a.C – 476. D.C.), perpassando Idade Média (476 d.C. – 1453) até uma parte do período da Idade Moderna (1453-1789). A primeira atividade consistiu na contextualização do episódio histórico, realizada pelos licenciandos para a turma de estudantes do 1º ano do Ensino Médio; seguida da atividade de pesquisa em fontes de informação sobre os elementos desse período e sua posterior apresentação pelos grupos de estudantes; a segunda atividade consistiu na resolução de questões sobre as discussões de sala, como forma dos estudantes se manterem focados no assunto em estudo; e, ao final de cada episódio realizaram a criação dos roteiros e gravação dos áudios pelos estudantes que eram orientados pelos licenciandos a narrarem o episódio, que será transformado em vídeo didático (as etapas esquematizadas podem ser vistas na Figura 3 e no Quadro 1 acima).

A interpretação dos resultados, produzidos neste estudo, foi realizada com base na técnica de Análise de Conteúdo (Bardin, 2011) em três fontes de dados: nos áudios gravados nas reuniões do grupo de licenciandos com a pesquisadora, realizada após as atividades de sala; nos escritos dos diários de campo dos licenciandos, nos quais foram relatadas as suas práticas na escola e suas reflexões; e, nos materiais produzidos pelos estudantes/grupos de estudantes (ver Figura 3, Quadro 1 e Quadro 2). Ao considerar a respectiva técnica de análise, e o paradigma qualitativo, para que fosse possível realizar as interpretações e inferências nos dados, nós delineamos qualificadores (identificados como CQ1, CQ2 e CQ3) para cada categoria, que permitiu descrever os padrões que representam os dados enquadrados nas categorias (identificadas como C1, C2 e C3).

Resultados e discussões

Nesta seção, nós apresentamos o momento de análise referente à sistematização das informações sócio-históricas, proveniente das atividades de pesquisa em fontes, apresentação e discussão da história sobre a origem dos elementos da Tabela Periódica, como pode ser visto no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2. Distribuição dos dados nas categorias

Sistematização das informações sócio-históricas pesquisadas e discutidas em sala		
Categoria	Qualificador	Unidade de registro
C1. Associação das informações com o contexto sócio-histórico	CQ1.Evidencia, mediante a abordagem histórica, a proposições de relações preliminares, fundamentais para constituir significados e elos entre as informações disponibilizadas e o contexto sócio-histórico em estudo. Esse qualificador indica que este momento é importante para a consolidação das interpretações pelos estudantes a partir do material proposto	E4MD: Uma curiosidade histórica sobre o ferro é que sua descoberta e uso remontaram as civilizações antigas como os hititas por volta de 2.000 a.C. O domínio da tecnologia de produção do ferro foi um marco importante na história da metalurgia, permitindo o desenvolvimento de armas, ferramentas e estruturas mais duráveis e eficazes.
		L1AD: Quando esse grupo apresentou [...] eles citaram a prata na Bíblia. Naquela época já tinha [...] utilizado e eles retratam isso na Bíblia, foi por isso que eu ressaltar a pergunta se além da Bíblia eles tinham outro contexto histórico para contar e ele disse [...] que só focaram na Bíblia.



C2. Análise e explicação do conhecimento pelas concepções assumidas	CQ2. Evidencia que a partir das experiências de leitura, em grupo, com os licenciandos e destes com os pesquisadores, a abordagem histórica foi assumida pelos estudantes quando da resolução das atividades. Esse qualificador denota que nas atividades são apresentadas concepções assumidas e abandonadas pelos estudantes ao decidirem sobre quais seriam adequadas para resolver um problema/questão	E7MD: Porque o conhecimento científico e a documentação histórica estavam menos desenvolvidos, o que limita nossa compreensão sobre o conhecimento dos elementos nesse período. L1AD: [...] como você falou do ensino eu acho que fica meio que uma resposta vazia [...] transmitir esse conhecimento. Porque foi o conhecimento que ficou meio que esquecido naquele período [...] da Idade Média, só se sabe coisas que aconteceram depois, como muita coisa que eu fui procurar na atividade, eu só achei a partir do século XVIII pra frente, ou seja, ficou uma parte ali esquecida, ficou parada no tempo e hoje pra gente colocar pra frente é muito difícil.
C5. Problematização do conhecimento científico a partir do contexto sócio-histórico	CQ3. Evidencia um entendimento amplo da construção sócio-histórica a partir de explicitações sobre o conhecimento científico de forma integrada. Esse qualificador indica momentos nos quais os estudantes revisitam conhecimentos abordados e outros que ainda seriam discutidos para responder a questionamentos solicitados nas atividades.	E7MD: Inicialmente os elementos que só eram conhecidos começaram a ser relacionados em busca de novos. No séc. XIX Mendeleev cria a Tabela Periódica que permitiu a previsão da existência de certos elementos antes de serem descobertos permitindo que alcancemos a atual marca de 118 elementos descobertos. L2AD: Hoje [nome suprimido] questionou o motivo de não ter uma pessoa feito a descoberta, porque assim, os elementos mais recentes normalmente as descobertas [...] feitas são atribuídas à alguma pessoa tipo oxigênio atribuída a Lavoisier, e, nos elementos da atividade não acontece dessa forma porque na maioria foram descobertos por várias civilizações

Fonte: Autores (2024).

A partir da interpretação dos dados produzidos, **nós** salientamos as discussões dos movimentos preliminares que fizeram alicerçar as bases da atividade pela orientação CTS, considerando seus reflexos a partir de uma interlocução entre diferentes fontes de dados, durante os momentos de análise, que culminou na produção de três categorias.

Associação das informações com o contexto sócio-histórico (C1)

Nesta categoria, conforme descrito em CQ1, nós evidenciamos as relações que são estabelecidas a partir das informações da pesquisa, sendo destacadas em função do contexto sócio-histórico, como o grupo G6MD que escreve: “[...] o enxofre já [era] utilizado como pigmento para pinturas de cavernas os antigos egípcios queimavam enxofre como ritual há 4.000 anos dentre outras sociedades com utilização na história. Porém foi apenas classificado em 1777 como elemento pelo químico francês Antoine Lavoisier”. A resposta, fornecida por G6MD, parte de uma



provocação apresentada no material didático da pesquisa, na qual o questionamento versou sobre “Quem descobriu o elemento? O que estava acontecendo na época em que foi descoberto?”.

Neste sentido, o desafio está nos estudantes sintetizarem o que encontraram sobre o elemento do ponto de vista da sua história, de modo que o excerto citado permite indicar as primeiras tentativas dos estudantes em relacionar as pesquisas realizadas com o contexto da época. Do ponto de vista de uma abordagem intencional de HC-PC pela orientação CTS, nesse momento os estudantes selecionam as informações que julgam ser adequadas ao que é solicitado, conectam o uso do elemento, a exemplo do enxofre na pré-história com sua posterior classificação como elemento químico no século XVIII, unem essas informações e simplificam para responder ao questionamento, o que significa um movimento de diferenciar afirmações e argumentos científicos dos que não são, como é esperado nos objetivos pedagógicos (Cardoso & Silva, 2021), e, para o qual depende mobilizar capacidades como focar em uma questão, fazer e responder a questões de clarificação e desafio, analisar argumentos e decidir sobre uma ação em grupo (Vieira; Tenreiro-Vieira, 2000). Isso significa que os estudantes estão a desenvolver a compreensão dos conhecimentos científicos ao verbalizar seus pensamentos (Vieira; Tenreiro-Vieira, 2000; Vieira et al., 2011b).

A abordagem da corrente histórica, da construção de determinado conhecimento científico pelo CTS, envolve a participação ativa dos estudantes na obtenção de informações, na solução de problemas e na tomada de decisão nos processos de investigação, inclusive envolvendo a capacidade de analisar os argumentos necessários para responder sobre o que estava acontecendo na época em que o elemento já era conhecido/utilizado (Santos & Mortimer, 2000; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2000).

Isso torna possível fornecer subsídios para que os estudantes ampliem a compreensão clara da atividade científica, que está sendo construída em sala, apresentando significados aos conhecimentos científicos pela perspectiva sócio-histórica (Oliveira & Alvim, 2017; Vieira et al., 2011b), que envolve o desenvolvimento das ideias científicas, como sugere o estudante E4MD: “O domínio da tecnologia de produção do ferro foi um marco importante na história da metalurgia, permitindo o desenvolvimento de armas, ferramentas e estruturas mais duráveis e eficazes”.

Essas perspectivas também são evidenciadas pelos relatos dos licenciandos durante a escrita de seus diários de campo e as reuniões de grupo, a exemplo de L2AD: “Outra coisa que ele [nome suprimido] me falou, que teve um elemento que citava Priestley e o outro cientista Scheele, e ele [...] citou que outro elemento também teve contribuição daquele cientista [...] então, ele associou uma coisa com a outra e trouxe a informação”. Essas associações, também perpassam por tentativas de relacionar a origem dos elementos com o aspecto religioso, como destacado no Quadro 2, na qual L1AD diz que os estudantes associaram o elemento pesquisado a uma menção realizada na Bíblia.

Assim, o movimento de relacionar as informações pesquisadas evidencia o potencial da corrente histórica para o desenvolvimento de capacidades, inclusive de fazer e avaliar questões de clarificação e desafio, pois, essa abordagem em sala pode estimular os estudantes a refletirem e questionar a atividade científica como é apresentada, de modo a possibilitar as bases para estabelecer o entendimento público da Ciência e de sua atividade pelos estudantes, ao procurar afastar-se de um ensino propedêutico (Auler & Delizoicov, 2001; Matthews, 1995; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2000).



Em síntese, por mais que a atividade se caracterize em um estágio inicial da orientação CTS, nós consideramos que este momento foi fundamental para estimular nos estudantes a busca por informações nas quais eles foram desafiados a selecionar dentre um emaranhado de informações disponíveis na internet, e estabelecer a relação destas com o conhecimento científico e com o contexto sócio-histórico. Essas peculiaridades estabelecidas se tornam possíveis quando a integração da abordagem se dá pela infusão da Ciência como conteúdo CTS, e, por esse viés, nós pudemos tecer as relações entre a linguagem científica e a do cotidiano sem subjugar o contexto em função do conteúdo, mas sem deixar de envolver o cognitivo e o prático (Martins, 2022; Vieira et al., 2011b).

Análise e explicação do conhecimento pelas concepções assumidas (C2)

Conforme explicita o qualificador CQ2 (Quadro 2), aqui procuramos discutir as concepções assumidas pelos estudantes, provenientes de suas experiências com seus colegas, de leituras, com os licenciandos e destes com os pesquisadores. Um exemplo está na atividade escrita de E5MD: “O enxofre era queimado pelos egípcios há 4000 anos para rituais e teve citação na Bíblia em Gênesis onde foi falado sobre a destruição de Sodoma e Gomorra”. Quando se trata das atividades realizadas em sala de aula, há concepções e ideias que quando expostas podem ser assumidas ou abandonadas pelos estudantes e utilizadas para explicar quando questionados.

Isso pode ser evidenciado pela fala de L2AD, quando procura justificar a informação apresentada pelos estudantes: “porque no artigo que a gente leu [...] tem lá falando que a Bíblia é um dos livros mais antigos e [...] tem bastante informação sobre alguns elementos daquela época. [...] mesmo sem o conhecimento de que ali era um elemento químico, de que [...] poderia fazer reações para gerar outros elementos, mas eles já tinham conhecimento”. Esses excertos podem ser indícios do desenvolvimento de uma capacidade de PC, que consideramos complexa de ser observada, a de identificar assunções, em meio a abordagens de aspectos culturais, religiosos, políticos e filosóficos que foram explorados em sala de aula, mas que, se não forem tratados de forma intencional, tanto na condução quanto no material didático, podem passar despercebidas as concepções que os estudantes depreendem do processo de interação (Matthews, 1995; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2000, 2005).

Essas menções à Bíblia nos remete a entender o porquê a ACT não é um processo imediato, pois requer uma Educação Científica que envolva práticas de ensino nas quais os próprios estudantes são os responsáveis por saber extrair informação científica, o que cria oportunidades de olhar para o mundo de forma mais interessante, ao saberem que elementos químicos são citados em um dos livros mais antigos da História da humanidade, e, que ainda é utilizado nos dias de hoje, isso pode despertar a curiosidade, a imaginação e o interesse dos estudantes por saber sobre as Ciências e fomentar uma aprendizagem mais autônoma e participativa (Sasseron & Carvalho, 2011; Vieira et al., 2011b).

Essas são formas de materializar, no ensino de Ciências, atividades nas quais os estudantes possam apresentar uma compreensão da maneira como as Ciências e as Tecnologias foram produzidas ao longo do tempo, algo imprescindível para tornar o processo propício para a Alfabetização Científico-Tecnológica dos estudantes, o que auxilia a romper com concepções



limitadas e a-históricas de que a Tecnologia está ligada apenas à artefatos digitais e à Ciência aplicada (Sasseron & Carvalho, 2011; Vieira et al., 2011b).

Outra evidência de que há concepções assumidas pelos estudantes é destacada da resposta à pergunta: “Do ponto de vista histórico, como aconteceu a descoberta dos elementos?” para a qual E3MD responde: “Ocorreu ao longo de milhares de anos por diferentes culturas e civilizações. Ouro e prata foram encontrados na forma nativa, enquanto o cobre foi um dos primeiros metais a serem utilizados. Carvão foi utilizado desde a antiguidade como combustível e o enxofre era conhecido pelos antigos egípcios [...]”. Assim, nós consideramos que o estudante procurou resumir as discussões históricas, apresentadas nas aulas anteriores pelos professores em formação, quando procuraram contextualizar o episódio ao abordar elementos como o Ouro, concepções já apresentadas nas discussões do artigo de Lima et al. (2019). Essa é uma habilidade do estudante que demanda também a capacidade de analisar argumentos, na qual o estudante precisa focar no assunto discutido, e, que requer que o estudante lembre, selecione e resuma as partes que considera como sendo importantes para responder ao questionamento (Vieira & Tenreiro-Vieira, 2000).

Nesse mesmo sentido está a menção que os estudantes fazem à pouca quantidade de informações sobre elementos descobertos na Idade Média, e para a qual é possível encontrar indícios de que foram assumidas quando E7MD responde: “Porque o conhecimento científico e a documentação histórica estavam menos desenvolvidos, o que limita nossa compreensão sobre o conhecimento dos elementos nesse período”. As informações são apresentadas no texto da atividade, produzida pelos licenciandos, e no artigo de Lima et al. (2019), sendo ainda mencionado após a atividade quando o grupo debate as ações realizadas, a exemplo do que diz L1AD: “fica meio que uma resposta vazia [...] transmitir esse conhecimento. Porque foi o conhecimento que ficou [...] esquecido naquele período [...] da Idade Média”.

Entretanto, o que é interessante ressaltar diz respeito a dinamicidade que a própria capacidade de identificar assunções pode nos revelar, pois, ao mesmo tempo em que pode ser assumida como solução para um determinado desafio proposto ou até um questionamento, o mesmo estudante pode abandoná-la, por decidir que esta já não se faz suficiente para solucionar outro problema, um exemplo é que o mesmo estudante E7MD que admite pouco conhecimento devido à interesses religiosos cita que: “Bismuto foi confundido com o chumbo ao ser descoberto durante a Idade Média pelo alemão Basilio Valentim, que o intitulou wismut ou massa branca”, ao destacar uma curiosidade histórica de seu interesse.

Em síntese, nós estamos a entender na prática o quão dinâmico é o processo de aprendizagem e como este pode ser plural, quando se trata de uma orientação CTS, ao providenciar atividades nas quais os estudantes possam exercer seu senso crítico e demonstrar as inquietações humanas que movem a sociedade ao longo dos tempos (Martins, 2022; Oliveira & Alvim, 2017).

Problematização do conhecimento científico a partir do contexto sócio-histórico (C3)

Para esta categoria, nós evocamos o qualificador CQ3 (quadro 1), no que diz respeito aos indícios de uma compreensão ampla sobre o episódio histórico, como a resposta dada pelo G1MD,



pois, ao serem questionados, na atividade de pesquisa, sobre quem descobriu o elemento e o que estava acontecendo na época, nos diz que: “Ferro não houve um descobridor em específico, o mesmo começou a ser usado na Idade do Ferro na agricultura e como matéria-prima para armas. Fósforo: foi descoberto pelo alquimista alemão Henning Brandt como elemento ao destilar ureia, por mais que o mesmo fora responsável pela descoberta do fósforo como elemento, os chineses já o utilizavam na produção de pólvora muito tempo antes”.

Este trecho, destacado da atividade de pesquisa, nos revela uma compreensão ampla do conhecimento científico, pois, a síntese dos entendimentos do grupo de estudantes explicita muito mais do que o resumir para explicar, pois foi possível observar que os estudantes entendem que não houve um único contribuinte para a construção do conhecimento científico sobre os elementos químicos em discussão, além de apresentarem concepções sobre suas aplicações nas civilizações antigas.

Essa problematização envolveu o desenvolvimento de capacidades como focar em uma questão, analisar argumentos, fazer e responder a questões de clarificação e desafio e decidir sobre uma ação em meio à interação com os colegas (Vieira & Tenreiro-Vieira, 2000). Isso se justifica pela abordagem do episódio envolver os estudantes em discussões, questões e problemas que os desafia e promove inquietações frente ao desconhecido, para a qual formulam explicações lógicas a partir de hipóteses que buscam sustentar em uma perspectiva ampla da Ciência e de sua atividade, a partir da qual também refletem sobre as influências da Ciência e Tecnologia na sociedade e expressam seus posicionamentos ao justificar suas escolhas (Scheid, 2018).

Além do trecho acima, também destacamos do Quadro 2, o que E7MD responde ao ser questionado sobre como aconteceu a descoberta dos elementos do ponto de vista histórico que diz: “Inicialmente os elementos que só eram conhecidos começaram a ser relacionados em busca de novos. No séc. XIX Mendeleev cria a Tabela Periódica que permitiu a previsão da existência de certos elementos antes de serem descobertos permitindo que alcancemos a atual marca de 118 elementos descobertos”. Esses são indícios das escolhas, realizadas pelos estudantes, ao apresentarem na atividade uma compreensão de Ciência provisória, marcada pela historicidade, quando expressam que havia busca por novos elementos, mas, que houve um período para a sistematização deles, e, nós observamos nestas concepções uma compreensão contextualizada do conhecimento favorecida pela abordagem na orientação CTS.

As incertezas, erros, divergências, perguntas, os interesses e tudo que envolve o ser humano são importantes de serem discutidos em sala de aula, pois são artifícios que podem garantir a participação deles na (re)construção da Ciência, o que também nos diz que este é um meio propício para desenvolver formas de pensamento, a partir das quais os estudantes possam alcançar competências relacionadas à análise, a síntese, e outras que estejam envolvidas com as capacidades de PC como a de interatuar com os outros, decidir sobre uma ação e fazer e avaliar juízos de valor (Martins, 2022; Vieira & Tenreiro-Vieira, 2000).

A ação dos estudantes de questionar o conhecimento discutido em sala de aula é uma tarefa complexa, mas pode ser promovida quando a atividade está aberta à participação democrática favorecendo a reflexão nesses ambientes (Oliveira & Alvim, 2017). Nesse sentido, L2AD nos diz: “Hoje [nome suprimido] questionou o motivo de não ter uma pessoa [...] feito a descoberta, porque



os elementos mais recentes [...] as descobertas [...] feitas são atribuídas a alguma pessoa, tipo oxigênio atribuído à Lavoisier e nos elementos da atividade não acontece dessa forma porque na maioria foram descobertos por várias civilizações”.

Este trecho sintetiza a intencionalidade do estudo e desvela a possibilidade de problematização, que a abordagem histórica do CTS pode proporcionar, e é nesse sentido que o educar cientificamente significa promover a ACT, pois, esta se perfaz na participação social durante a aquisição de conhecimentos científicos, momento no qual os estudantes pensam por si mesmo, enfrentam posicionamentos estabelecidos, analisam informações, convivem e atuam uns com os outros nas situações de aprendizagem (Oliveira & Alvim, 2017; Scheid, 2018; Vieira et al., 2011b).

Em uma análise transversal do que discutimos nas categorias, o estudo nos fez refletir sobre o avanço que abordagens intencionais HC-PC podem assegurar para a compreensão ampla da Ciência e de sua aprendizagem, pois evidenciamos que é possível realizar provocações que mobilizem os estudantes a pensar, questionar, argumentar, decidir e problematizar sobre o que a origem dos elementos químicos na Tabela Periódica nos diz em relação aos movimentos da sociedade e do pensamento científico de cada época, e, o que isso reflete na contemporaneidade com o entendimento do conhecimento da Química pelas bases sócio-históricas.

Considerações Finais

Concomitante com o objetivo de desenvolvimento sustentável de educação de qualidade, neste estudo, nós procuramos pela interlocução com a escola e a colaboração dos estudantes e licenciandos, de modo a sair de uma perspectiva teórica de formação científica e partir para a prática educativa, envolvendo questões de Ciência e Tecnologia no contexto escolar. Por estar em desenvolvimento, o estudo, recorte de uma pesquisa de doutorado, culminará em um produto tecnológico, a Tabela Periódica contada a partir de vídeos produzidos pelos estudantes, licenciandos e pesquisadores.

Por fim, consideramos que a infusão de Ciência como conteúdo do CTS, proporcionou aos estudantes reencenar ou imaginar o contexto da origem dos elementos, destacando a contribuição de diversos grupos e civilizações no pensamento científico da época, além da abordagem provocar, nos professores em formação e estudantes, a reflexão sobre as concepções que envolvem a construção do conhecimento científico em um ambiente caracterizado por abrir espaço para o protagonismo dos estudantes.

Contribuições dos autores

Conceptualização: Sigouveny Cardoso e Erivanildo da Silva; Metodologia: Sigouveny Cardoso e Erivanildo da Silva; Validação: Sigouveny Cardoso e Erivanildo da Silva; Análise formal: Sigouveny Cardoso; Investigação: Sigouveny Cardoso; Recursos: Sigouveny Cardoso e Erivanildo da Silva; Escrita - Esboço original: Sigouveny Cardoso e Erivanildo da Silva; Escrita - Revisão



& Edição: Sigouveny Cardoso e Erivanildo da Silva; Supervisão: Erivanildo da Silva; Gestão do projeto: Sigouveny Cardoso.

Financiamento

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(2), 122-134, <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0008>.
- Bardin, L. (2011). *Análise de Conteúdo* (L. A. Reto & A. Pinheiro, Trad.). Edições 70.
- Batista, R., & Silva, C. (2018). A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. *Estudos Avançados*, 32(94), 97-110, <https://doi.org/10.1590/s0103-40142018.3294.0008>.
- Cachapuz, A., Gil-Pérez, D., Carvalho, A., Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino de Ciências*. Cortês.
- Cardoso, S., & Silva, E. (2021). Modelo teórico de aproximações para o ensino de Ciências entre as premissas da História da Ciência e do Pensamento Crítico. *Revista Ensino & Multidisciplinaridade*, 7(1), 111-130, <https://doi.org/10.18764/2447-5777v7n1.2021.7>.
- Carvalho, A., & Gil-Pérez, D. (2011). *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações* (10. ed., Vol. 28). Cortês.
- Coutinho, C. (2016). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: teoria e prática* (2. ed.). Almedina.
- Díaz, J., Alonso, Á., & Mas, M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.
- Lima, G., Barbosa, L., & Filgueiras, C. (2019). Origens e consequências da Tabela Periódica, a mais concisa enciclopédia criada pelo ser humano. *Química Nova*, 42(10), 1125-1145, <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170436>
- Lorenzetti, L. (2017). A Alfabetização Científica na Educação em Ciências. *Actio: Docência em Ciências*, 1(1), 1-3, <https://doi.org/10.3895/actio.v2n2.7266>.
- Martins, I. (2022). Educação CTS/CTSA ainda é tema para discussão?. *Revista CTS*, 17(50), 123-129.
- Martins, R. (2006). Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. In: C. Silva, *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino* (pp. 17-30). Livraria da Física.
- Matthews, M. (1995). História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12(3), 164-214. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>.
- Oliveira, R., & Alvim, M. (2017). Elos possíveis entre a História das Ciências e a educação CTS. *Khronos, Revista de História da Ciência*(4), 58-71, <https://doi.org/10.11606/khronos.v0i4.131155>.



- Pedretti, E., & Nazir, J. (2011). Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field, 40 years on. *Science Education*, 95(4), 601-626, <https://doi.org/10.1002/sce.20435>.
- Plomp, T., Nieveen, N., Nonato, E., & Matta, A. (2018). *A Pesquisa-aplicação em educação: uma introdução* (E. R. S. Nonato, Trad.; 1. ed.). Artesanato Educacional.
- PROLICE. (2021). *I Encontro do PROLICE - Projeto de Apoio Pedagógico Licenciandos(as) na Escola: 05 e 06 de outubro de 2021, São Cristóvão, SE* (Vol. 1). Editora UFS.
- Santos, W. P., & Mortimer, E. (2000). Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 110-132, <https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202%20>.
- Sasseron, L., & Carvalho, A. (2011). Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(1), 59-77. <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246>.
- Scheid, N. (2018). História da Ciência na Educação Científica e Tecnológica: contribuições e desafios. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 11(2), 443-458, <https://doi.org/10.3895/rbect.v11n2.8452>
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. (2019). Promover o Pensamento Crítico em Ciências na escolaridade básica: propostas e desafios. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 15(1), 36-49.
- Vieira, R., & Tenreiro-Vieira, C. (2000). *Promover o Pensamento Crítico dos alunos: propostas concretas para a sala de aula*. Porto Editora.
- Vieira, R., & Tenreiro-Vieira, C. (2005). *Estratégias de ensino/aprendizagem*. Instituto Piaget.
- Vieira, R., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. (2011a). Critical thinking: Conceptual clarification and its importance in science education. *Science Education Internacional*. 22(1), 43-54.
- Vieira, R., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. (2011b). *Educação em Ciências com orientação para o ensino CTS: atividades para o ensino básico*. Areal Editores.