

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

Submetido em: 29/7/2025

Aceito em: 26/1/2026

Publicado em: 27/2/2026

Karine Arnaud Nobre¹

Caroline de Goes Sampaio²

PRE-PROOF

(as accepted)

Esta é uma versão preliminar e não editada de um manuscrito que foi aceito para publicação na Revista Contexto & Educação. Como um serviço aos nossos leitores, estamos disponibilizando esta versão inicial do manuscrito, conforme aceita. O manuscrito ainda passará por revisão, formatação e aprovação pelos autores antes de ser publicado em sua forma final.

<https://doi.org/10.21527/2179-1309.2026.123.17377>

RESUMO

O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no Ensino de Ciências possibilita a compreensão das relações entre avanços científicos-tecnológicos e os contextos sociais. O livro “*Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história*” apresenta objetos de conhecimento científicos de forma contextualizada, favorecendo a educação CTS e tornando o ensino mais significativo. Diante disso, este trabalho propõe uma sequência didática (SD), com enfoque CTS, sobre o uso indiscriminado de antibióticos e suas consequências para uma turma da 3ª série do Ensino Médio, ano em que o currículo contempla de forma mais abrangente e concreta o estudo dos compostos orgânicos. A SD é estruturada em três momentos pedagógicos: problematização inicial, organização do

¹ Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. Fortaleza/CE, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0003-0240-7798>

² Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE. Fortaleza/CE, Brasil.

<https://orcid.org/0000-0002-3642-234X>

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

conhecimento e aplicação do conhecimento. Essa proposta visa auxiliar professores em sua prática docente, constituindo-se como uma ferramenta didática valiosa para o Ensino de Química. Além disso, busca contribuir para um ensino mais contextualizado e significativo, estimulando a aprendizagem ativa e promovendo o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais para a autonomia dos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Química; CTS; Sequência Didática.

**“NAPOLEON'S BUTTONS”: A DIDACTIC SEQUENCE BASED ON
THE CTS APPROACH IN CHEMISTRY TEACHING**

ABSTRACT

The Science, Technology and Society (CTS) approach to science education enables understanding of the relationships between scientific and technological advances and social contexts. The book “Napoleon's Buttons: The 17 Molecules That Changed History” presents scientific content in a contextualized way, promoting CTS education and making teaching more meaningful. In view of this, this work proposes a Didactic sequence (DS) with a CTS focus on the indiscriminate use of antibiotics and its consequences for a 10th-grade class, the year in which the curriculum covers the study of organic compounds in a more comprehensive and concrete way. The DS is structured in three pedagogical moments: initial problematization, organization of knowledge, and application of knowledge. This proposal aims to assist teachers in their teaching practice, constituting a valuable teaching tool for chemistry education. In addition, it seeks to contribute to more contextualized and meaningful teaching, stimulating active learning and promoting the development of essential skills and abilities for student autonomy.

Keywords: Teaching Chemistry; CTS; Didactic Sequence.

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

INTRODUÇÃO

O enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) sugere que o aluno consiga construir seu conhecimento através da integração entre os conteúdos específicos, como os objetos de conhecimento de Química, e os processos de produção, promovendo um aprendizado contextualizado e, com isso, preparando o aluno para uma formação social e crítica. Nesse pressuposto, o Ensino de Ciências deve favorecer a compreensão das atividades científicas-tecnológicas, promovendo a interligação com os contextos sociais, entendendo seu processo produtivo e seus impactos. Essa visão mais ampla dessa relação entre a ciência, tecnologia e seu impacto na sociedade proporciona ao aluno um contato com diferentes enfoques de estudos, e desenvolve nele a capacidade de ser crítico, levando-o a repensar sua participação, e suas atitudes na sociedade em que vive.

Krasilchik (2011) ressalta que a ciência e a tecnologia são essenciais para o desenvolvimento econômico, cultural e social, sendo assim, o Ensino de Ciências um objeto de transformação para inúmeros movimentos educacionais e sociais, se mostrando de extrema relevância.

Nesse sentido, faz-se necessário formar cidadãos cientificamente alfabetizados e que consigam perceber a conexão do conteúdo trabalhado em sala de aula a sua realidade e que esse aprendizado promova resolução dos problemas de seu dia a dia. Deste modo, acredita-se que o enfoque CTS pode contribuir para uma formação mais consciente acerca das implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico (Silva *et al.*, 2011).

Estudos sobre Ensino de Ciências, em especial aqueles que incorporam os objetivos CTS, vêm crescendo ao longo dos anos e tem trazido à tona diferentes experiências e reflexões para as diversas áreas da educação. Essas pesquisas vêm sendo fortalecidas pelos direcionamentos curriculares por apontarem para um Ensino de Ciências mais problematizador, crítico e reflexivo (Santos; Mortimer, 2009).

Niezer (2017) por exemplo, em seu trabalho, fez uso de atividades experimentais para trabalhar temas controversos, de forma interdisciplinar, dando ênfase a problemas ambientais e culturais, associando os pressupostos CTS com experimentação científica.

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

Essa obra abordou temas como: “Manuseio e risco dos agrotóxicos”; “Fontes de energia”; “Carros: um mal necessário? - Utilização de carros e emissão de poluentes”; “A água que bebemos é ideal para o consumo?”, trazendo relevância social aos conhecimentos científicos apresentados.

Fazendo uso de tema foco, para trabalhar objetos de conhecimento específicos da Química em uma abordagem CTS, Oliveira *et al.*, (2015) abordou a temática “Qualidade do ar” para ministrar o conteúdo estudo dos gases e cinética química; já Reppold *et al.* (2021) utilizaram o tema “Automedicação” para trabalhar funções orgânicas, sempre trazendo aos estudantes a luz das relações históricas, sociais, científicas e tecnológicas dos assuntos trabalhados.

Em uma linha semelhante a proposta deste trabalho, seguindo uma abordagem histórica, em uma proposta contextualizada e multidisciplinar, Kirinus *et al.* (2020) utilizou o capítulo “A Pílula” contido no livro “Os Botões de Napoleão” para trabalhar os conteúdos de funções orgânicas, fazendo relação com disciplina de biologia, enfatizando o surgimento dos anticoncepcionais e os hormônios sexuais femininos. Forma de fazer reflexões relevantes para temas sociais e de impactos no cotidiano dos estudantes, objetivo comum a presente proposta.

Estudos apontam que as concepções que os estudantes apresentam sobre ciência, tecnologia, sociedade e suas relações estão diretamente relacionadas com a forma que o conteúdo é apresentado pelo professor em sala de aula. Portanto, a escolha da abordagem dos objetos de conhecimento e das metodologias e práticas de ensino adotadas por esses profissionais irá ter forte influência no processo de aprendizagem, sendo potencialmente capaz de desenvolver nos estudantes valores políticos, éticos, econômicas e sociais na tomada de decisões, fruto da sua alfabetização científica (Acevedo- Díaz, 2006).

O movimento CTS, perpassa pela necessidade de uma renovação curricular nos objetos de conhecimento, de forma a abranger a ciência e a tecnologia de maneira vinculada ao contexto social dos educandos. Nesse sentido, utilizar temas foco como método de aplicação dos pressupostos CTS, surge como uma ferramenta importante para

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

alcançar o que estabelece os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), quando cita que o Ensino de Ciências deve:

[...] envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo (Brasil, 1999, p.207).

Tal postura, faz com que o aluno deixe de ser apenas um ouvinte e se torne um ser participativo no seu processo de aprendizagem. (Pinheiro; Silveira; Bazzo, 2007).

A forma contextualizada que o livro “Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história” contempla os conceitos históricos, geográficos, matemáticos, entre outros, sobre a ciência e essa forma integrada de abordagem, faz com que o processo de ensino seja mais motivador, podendo assim provocar mudanças efetivas na vida dos estudantes, algo relevante na pesquisa aqui proposta (Le Couteur; Burreson, 2003). Autores como Kirinus *et al.* (2020), relatam que a utilização desse texto de divulgação científica favoreceu o desenvolvimento do pensamento crítico, onde os alunos foram capazes de integrar os conceitos químicos aos de Biologia relacionando aos contextos históricos e sociais relatados no livro, possibilitando uma aprendizagem contextualizada dos conhecimentos escolares.

Percebe-se, então, que uma abordagem temática CTS deve procurar estabelecer um equilíbrio entre os conhecimentos científicos e as discussões histórico-culturais. Para isso, faz-se necessário, um planejamento prévio das ações didático-pedagógicas a serem desenvolvidas (Bocheco, 2011). Deste modo, este artigo tem o propósito de apresentar ao professor de química uma proposta didática para trabalhar o conteúdo grupos funcionais da química orgânica, de maneira científica, porém numa interação histórica-social, levando para a sala de aula fatos do cotidiano que influenciam diretamente a vida dos alunos, instigando para que o mesmo se torne um cidadão mais crítico, participativo e atuante no mundo que os cerca.

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

Tema Antibióticos no Ensino de Química

Os antibióticos são medicamentos muito importantes para a saúde humana, atuando sobre diversas bactérias que causam doenças. São drogas bastante úteis no tratamento de várias doenças infecciosas (Guimarães *et al.*, 2010).

Eles podem ser de origem natural ou semissintéticos (derivado do natural), classificados como β -lactâmicos como, por exemplo, a penicilina; ou sintético, a exemplo das sulfonamidas (Guimarães, *et al.*, 2010), compostos que são trabalhados no capítulo “Remédios milagrosos” no livro “Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história”, quando fazem a abordagem histórica dos surgimentos dessa classe de medicamentos (Le Couteur; Burrenson, 2003), portanto elementos foco do presente trabalho.

Com a descoberta da penicilina, na década de 1940, primeiro antibiótico a ser usado com sucesso, o homem trata de forma eficaz doenças que causavam a morte de milhares de pessoas (Le Couteur; Burrenson, 2003; Ferreira, 2016).

O uso indiscriminado de medicamentos sem acompanhamento médico ou abandono do tratamento são umas das principais causas das proliferações de bactérias. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), se não houver um controle rigoroso da utilização de antibióticos a população poderá ficar sem defesa contra as bactérias que causam infecções (OMS, 2022). O mal-uso dos antibióticos traz como consequências o surgimento de bactérias resistentes, como KPC (*Klebsiella pneumonia*), considerada a “superbactéria”, responsável por diversas mortes em hospitais brasileiros a cada ano (Menezes, 2021; Paiva *et al.*, 2013).

Esse cenário vem se tornando cada vez mais latente também graças a um velho e perigoso costume, a automedicação (Ferreira, 2016). De acordo com, Le Couteur e Burrenson (2003) o uso abusivo que fazemos dos antibióticos é aterrorizante e pode ser considerado uma forma de bioterrorismo, visto que essas bactérias potencialmente letais estão se espalhando e causando o aumento de doenças e mortes da população. Assim, compreender as estruturas químicas e como elas interagem com células vivas é essencial

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

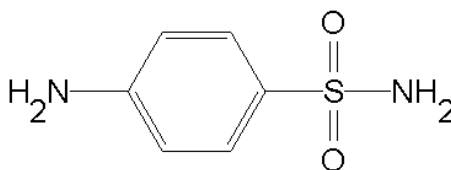
para a manutenção de uma vantagem na luta sem fim contra bactérias que causam doenças.

Considerando a necessidade de esclarecimentos acerca dessa temática, trabalha-la em sala de aula, seguindo os pressupostos CTS, fortalece o letramento científico e surge não apenas como uma estratégia de aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem, mas também como uma atividade de relevância e impacto social. (Bazzo, 2007; Firme, 2011)

Livro “Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história” e sua aplicação no Ensino de Química

A obra literária utilizada no presente estudo é considerada de divulgação científica, foi escrita por duas professoras de química Penny Le Couteur e Jay Burreson, que apresenta 17 grupos de moléculas que mudaram o curso da história. Obra considerada de linguagem acessível e que busca discutir de forma contextualizada objetos de conhecimento científicos, relatando o processo histórico dos estudos das ciências, abordando de forma objetiva os conteúdos químicos (Le Couteur; Burreson, 2003).

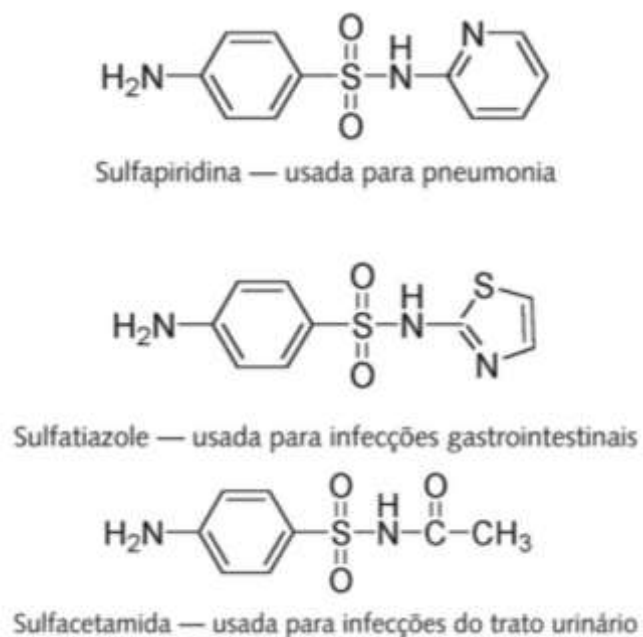
O capítulo “Remédios milagrosos”, foco do presente trabalho, relata o aumento significativo da expectativa de vida com a descoberta e uso dos antibióticos, o que no período de 1900 era de entorno de 45 anos para homens e 48 para mulheres passou a ser, no período citado, 72 para homens e 79 para mulheres graças a síntese de compostos farmacêuticos ao longo do século XX. De forma mais objetiva, o capítulo trabalha as moléculas de aspirina e dois antibióticos, os primeiros assim considerados na história da indústria farmacêutica, sulfanilamidas, seus derivados e a penicilina, apresentados na figura 1, 2 e 3.



Fonte: Le Couteur; Burreson, 2003.

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

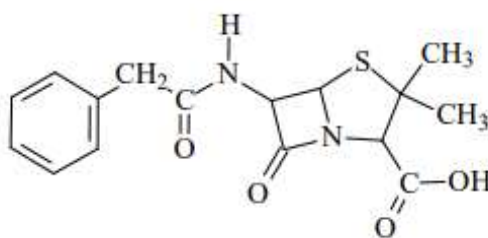
Figura 1: Estrutura da Sulfanilamida



Fonte: Le Couteur; Burreson, 2003.

Figura 2: Fórmula estrutural dos derivados da Sulfanilamida e suas aplicações:

a) estrutura da sulfapiridina; b) sulfatiazolone; c) sulfacetamida.



Fonte: Le Couteur; Burreson, 2003.

Figura 3: Fórmula estrutural da Sulfanilamida.

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

Abordar esse tema, remete a um cenário preocupante no momento, pois trata de uma delicada situação acerca da automedicação e uso indiscriminado de antibióticos que geram um contexto de bactérias resistentes e traz à tona questões de ordem social e pública por envolver práticas éticas de médicos, surgimento de “superbactérias” que aumentam a contaminação e a dificuldade no controle de doenças e até aumento no número de óbitos.

Ao longo do texto, as autoras perpassam pela linha histórica da descoberta dessas substâncias, trazendo à tona temas como primeira guerra mundial; uso de plantas medicinais; gripe espanhola; desenvolvimentos de vacinas; temas que podem ser abordados em sala de aula, trazendo não apenas as questões interdisciplinares, mas também reflexões importantes e de impacto sociais aos dias atuais como a pandemia do COVID-19 e a importância da vacinação para prevenção de doenças, temas polêmicos, mas pertinentes para saúde pública e bem estar social.

Considerando o componente curricular de química, a obra traz reflexões sobre processos de purificação e extração de substâncias, estruturas de compostos orgânicos e seus grupos funcionais, reações orgânicas, trazendo os aspectos científicos, históricos e sociais envolvidos, o que ratificam os ensinamentos pautados nos pressupostos CTS.

Auler e Santos (2011), defendem que o enfoque CTS no Ensino de Ciências deve contribuir para a inserção de temas socio-científicos, como o engajamento em ações sociais responsáveis, questões controversas de natureza ética e problemas ambientais contemporâneos. Pois, o enfoque CTS implica em questões complexas interdisciplinares, com um caráter de ativismo no sentido de engajar os estudantes em atuação política na sociedade e oferecer uma educação científica para a formação da cidadania.

Nesse sentido, trabalhar o livro considerando os pressupostos CTS é de enorme valia, pois o livro já traz esse viés em sua estrutura. Essa característica auxilia os professores de química em sua prática docente com enfoque CTS se mostrando como uma ferramenta rica a ser empregada na sua prática docente.

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

METODOLOGIA

Com o objetivo de propor uma sequência didática, com enfoque CTS, sobre o uso indiscriminado de antibióticos e suas consequências para uma turma da 3ª série do Ensino Médio, ano em que o currículo contempla de forma mais abrangente e concreta o estudo dos compostos orgânicos, utilizamos o capítulo “Remédios Milagrosos” do livro “Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história” (Le Couteur; Burreson, 2003) na disciplina de química para trabalhar o conteúdo de funções orgânicas. Nessa abordagem, os conhecimentos específicos das disciplinas são selecionados a partir de temas socialmente relevantes e que potencializem discussões relacionadas à ciência e à tecnologia.

Do ponto de vista metodológico, trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza aplicada, com objetivo exploratório-descritivo, por propor, sistematizar e analisar uma SD a ser utilizada no contexto da Educação Básica. O delineamento aproxima-se de um estudo de caso, visto que a proposta de aplicação é voltada para uma turma de terceira série do Ensino médio.

Segundo Zabala (1998) as sequências didáticas (SD) são compostas por um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.

Considerando sequências didáticas com abordagem CTS, München e Adaime (2021), destacam a importância de as unidades didáticas contemplar a interdisciplinaridade, visto que essa é uma das características marcantes no Ensino CTS.

Nesse sentido, essas propostas costumam trazer experiências com inter-relações entre áreas diversas do conhecimento (München; Adaime, 2021), exigente que a sequência proposta seja bem planejada e executada de forma que o professor consiga trazer os elementos de conhecimento necessários dos outros componentes curriculares, para garantir um processo de aprendizagem eficaz, a fim de evitar o surgimento de obstáculos epistemológicos, ao invés de saná-los.

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

Partindo desse pressuposto, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), sugerem que a abordagem temática com enfoque CTS deve seguir uma sequência de três momentos, que os autores denominam de Três Momentos Pedagógicos. Esses passos, estabelecem uma dinâmica dialógica em sala de aula, entre o docente e os alunos, tendo por objetivo a construção/reconstrução do conhecimento e podem ser efetivados pela aplicação de três etapas: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Na problematização inicial é apresentado as situações/ fenômenos que instigam aos estudantes refletir acerca de um determinado tema, onde são apresentados por eles suas concepções aos professores, assim, os alunos são estimulados problematizar e sintetizar suas ideias sobre a temática trabalhada (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011).

Para o segundo momento, a organização do conhecimento, é necessário a orientação dos docentes aos estudantes sobre ações a serem desenvolvidas acerca das discussões iniciadas no momento anterior, nessa etapa novos elementos argumentativos são colocados em pauta, com o intuito de (re)significar as reflexões iniciais, apresentando aos estudantes os elementos básicos para a consolidação dos conhecimentos. (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011; Hidalgo, 2022)

Por fim, na aplicação do conhecimento é realizada uma abordagem acerca do conhecimento elaborado nos momentos anteriores, permitindo uma síntese das reflexões iniciais e das relações do tema de estudo com o contexto em que os estudantes se inserem. (Delizoicov; Angotti; Pernambuco, 2011; Hidalgo, 2022)

Seguindo esse viés, os alunos podem participar democraticamente da construção de seus conhecimentos e verificar sua contribuição para a sociedade por meio de suas atitudes e opiniões. Nas discussões desses temas, sejam eles com ênfase na Ciência, tecnologia ou sociedade do enfoque CTS é fundamental que se evidencie o poder de influência que os alunos podem ter como cidadãos, assim como as questões éticas e os

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

valores humanos relacionados à Ciência e à tecnologia oriundos da sua alfabetização científica.

Construção da sequência didática na perspectiva CTS

Tendo o enfoque CTS o objetivo de uma reestruturação curricular partindo do meio sociocultural dos alunos para a apropriação dos conceitos científicos tecnológicos. Descrição que, segundo Santos e Schnetzler (2003, p. 64), trata-se de um ensino que se concretiza “a partir do conhecimento mais amplo” dos conceitos científicos e tecnológicos “e de suas implicações para com a vida do indivíduo.” Isso permite a educação CTS tornar o educando apto ao exercício da cidadania e não apenas um mero especialista detentor do conhecimento científico.

Vale destacar que para pensar um tema ou problema a ser desenvolvido no espaço escolar nos pressupostos CTS, temos que garantir que às dimensões da Ciência, da Tecnologia ou da Sociedade estejam presente ao longo do desenvolvimento da proposta escolhida de forma a desenvolver uma alfabetização científica e tecnológica adequada necessária para todos e de caráter abrangente (München; Adaime, 2021).

Seguindo a sistematização dos nove aspectos do estudo CTS, sugeridos por Mckavanagh e Maher (1982, *apud* Santos; Schnetzler, 2003), apresentados no quadro 1, que traz o planejamento da sequência didática nos pressupostos da Ciência, Tecnologia e Sociedade.

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

Quadro 1 - Adaptação dos aspectos da abordagem CTS proposta neste trabalho.

Aspectos do Enfoque CTS	Abordagens Metodológicas
Natureza da Ciência	Conceitos dos compostos orgânicos e sua presença na composição dos fármacos.
Natureza da Tecnologia	Extração e síntese de fármacos (antibióticos) a ser aplicados em tratamentos médicos.
Natureza da Sociedade	Uso de antibióticos no combate a enfermidades; Controle do aumento de contaminações por bactérias resistentes.
Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	Isolamento e Síntese de substâncias ativas e formulação de medicamentos.
Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	Uso controlado e consciente de antibióticos; redução de doenças e mortes.
Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Redução do consumo desenfreado de antibióticos; redução da automedicação; produção consciente de medicamentos na indústria farmacêutica.
Efeito da Ciência sobre a Sociedade	Consequências do mal uso de antibióticos; Fortalecimento de campanhas de vacinação como prevenção de doenças; Cuidados e orientações com a automedicação.
Efeito da Sociedade na Tecnologia	Uso consciente e correto dos antibióticos; Cumprimento das orientações da

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

	Organização mundial da saúde (OMS) para prevenção de doenças.
Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	Desenvolvimento de novos medicamentos que combatam os diferentes tipos de bactérias que surgem a cada mutação, diminuindo seus efeitos colaterais e restrições aos pacientes.

Fonte: Mackavanagh; Maher, 1982 *apud* Santos; Schnetzler, 2003 (adaptado).

Para a aplicação dos 9 aspectos da abordagem CTS apresentados no quadro 1, os professores devem centrar seu planejamento sobre a natureza da ciência, da tecnologia e da sociedade e dos efeitos que cada um desses eixos estabelece sobre o outro (Santos; Schnetzler, 2003). No planejamento de uma sequência, podem ser intercalados diversas estratégias e recursos didáticos, em que os objetos de conhecimento devem ser, coerentemente, articulados.

Assim, propomos a construção de uma sequência didática com abordagem CTS partindo de um “tema foco”, segundo os pressupostos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), que corroboram com Lopez e Cerezo (1996) e Santos e Mortimer (2009), pautando a SD nos três momentos pedagógicos, para discutir o a aplicação e relevância das funções orgânicas na obtenção de fármacos e promover reflexões sobre o uso inadequado de antibióticos e suas consequências.

Esse conteúdo é, comumente, trabalhado pela disciplina de Química, conforme a estrutura da Base Nacional Comum Curricular (2018), na 3ª série do Ensino Médio, sendo este o público alvo de aplicação da SD proposta nesta pesquisa.

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

1. Momentos Pedagógicos

1.1 Problematização Inicial:

O professor irá iniciar a aula com uma leitura coletiva e análise crítica da reportagem “As bactérias contra atacam” onde traz reflexões acerca do uso inadequado de antibióticos e suas consequências (Levy *et al.*, 2018), que abordam o uso indiscriminado de antibióticos e suas implicações. Nesse momento, o professor deve mediar a discussão utilizando a técnica do “círculo dialógico”, orientando os estudantes a levantar hipóteses e identificar causas e consequências sociais do problema apresentado. Para verificar o nível de conhecimentos dos estudantes, o professor irá aplicar um roteiro com três perguntas norteadoras abertas (por exemplo: “*Como os antibióticos agem em nosso corpo?*”, “*Você já usou antibióticos sem receita?*”, “*Quais riscos que a automedicação pode trazer?*”. As respostas serão utilizadas para mapear as concepções espontâneas dos estudantes. As anotações do docente serão organizadas para em categorias para orientar o planejamento das intervenções didáticas posteriores. Esse momento visa não apenas identificar conhecimentos prévios, mas também introduzir um problema sociocientífico real, promovendo engajamento de forma crítica e contextualizada, elemento central da perspectiva CTS.

1.2 Organização do conhecimento:

Após conduzido o devido debate sobre o tema, tendo posto a problemática e os possíveis contextos da ciência e sociedade, o professor realizará a leitura orientada do capítulo “Remédios Milagrosos”, dividido em blocos temáticos (descoberta da penicilina, contexto histórico da guerra e impactos sociais). Cada bloco será seguido de uma rodada de conversa mediada e embasadas em perguntas reflexivas, como: “*Quais interesses sociais estiveram envolvidos na produção desses medicamentos?*”, “*A quem o acesso aos antibióticos eram garantidos naquela época?*”. Nessa etapa o professor pode também potencializar as discussões associadas aos aspectos práticos, políticos, éticos e culturais relacionados com as interações CTS.

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

O capítulo da obra, traz informações históricas referente ao período da descoberta e uso dos primeiros antibióticos, contribuindo para o trabalho interdisciplinar. Outros componentes curriculares podem explorados, como por exemplo, abordar o tema de expectativa de vida, fazendo comparativo da situação no período de 1900 e contexto atual, na disciplina de geografia; elencar as doenças infecciosas e suas características como tuberculose, gripe, cólera e outras citadas na obra, na disciplina de biologia; dentre outras possibilidades.

Para a sistematização dos conhecimentos químicos será proposto a construção de um “mapa conceitual CTS”, conectando as funções orgânicas presentes nos antibióticos as suas propriedades físico-químicas e aos impactos ambientais, sociais e éticos associados. O professor atuará como mediador, orientando o uso de livros didáticos e bases científicas.

1.3 Aplicação do conhecimento:

Nesta etapa, será proposto a realização de uma aula experimental, em laboratório, com foco na identificação de funções orgânicas presente nos antibióticos, utilizando testes clássicos como Baeyer, Lucas e Tollens, aplicando uma metodologia de investigação guiada, onde os estudantes receberão um problema prático (Ex.: Identificar qual substância química é um possível antibiótico, dentre três amostras simuladas). E, em duplas, os estudantes deverão aplicar os testes, registrara as observações e interpretar os dados.

Em seguida, os alunos serão convidados a participar de um seminário reflexivo interdisciplinar, integrando os dados experimentais com as implicações sociais discutidas anteriormente.

Finalizando a etapa, como atividade avaliativa, será conduzido a aplicação de uma rubrica de avaliação, por pares, considerando critérios como: clareza conceitual, relação CTS, argumentação ética e domínio dos procedimentos e feito a elaboração coletiva de uma síntese reflexiva, em pequenos grupos, em que os alunos deverão

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

responder ao seguinte questionamento: *“Como os conhecimentos científicos podem contribuir para o uso responsável dos antibióticos em nossa sociedade?”*

O resumo das etapas da sequência didática proposta encontra-se no quadro 2.

Quadro 2 - Etapas da sequência didática segundo Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018).

Etapas da sequência didática	Aulas (Tempo)	Atividades a ser desenvolvidas
Problematização Inicial	1 aula (50 min)	- Leitura e análise crítica da reportagem de título: “As bactérias contra-atacam”. Disponível em: https://cienciahoje.org.br/artigo/as-bacterias-contra-atacam -Círculo dialógico com mediação docente; - Sondagem do nível de conhecimento dos estudantes com base nas perguntas abertas respondidas.
Organização do Conhecimento	2 aulas (100 min)	- Leitura em blocos do capítulo “Remédios Milagrosos” do livro “Botões de Napoleão”. - Roda de conversa sobre o texto contemplando o contexto histórico, social e científico dos antibióticos.

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

		- Construção de mapas conceituais CTS, utilizando livros didáticos e textos científicos.
Aplicação do Conhecimento	3 aulas (150min)	- Aula experimental com investigação guiada (testes químicos em amostras simuladas). - Seminário reflexivo interdisciplinar. - Avaliação por pares com rubrica e síntese coletiva em grupo sobre o uso consciente de antibióticos.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Almouloud (2008) afirmam que a sequência didática é válida para a coleta de dados em investigações educacionais, visando à aprendizagem, tornando essa proposta válida para fortalecer a pesquisa no Ensino de Química.

Nesse sentido, ao fazer a aplicação de uma sequência didática pautada nos pressupostos CTS, torna-se possível incorporar situações reais no contexto escolar e priorizar uma dinâmica de articulação entre os conhecimentos, superando de forma progressiva, a linearidade, a fragmentação dos objetos de conhecimento que são características dos programas seguidos em uma abordagem de ensino tradicional (Maldaner; Zanon, 2004).

Discussão da sequência didática a luz da abordagem CTS

A SD apresentada, articula elementos da abordagem CTS ao propor um tema socialmente relevante, mobilizando objetos de conhecimento conceituais e promovendo problematização crítica e ativa, estimulando o estudante a refletir sobre impactos da Ciência e da Tecnologia, levando ao reconhecimento de limites e implicações éticas do seu uso.

“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

De acordo com Santos e Mortimer (2009), a inserção de temas controversos no Ensino de Ciências contribui para o desenvolvimento da argumentação e da cidadania científica. Enquanto sua proposta enfatiza problemas ambientais, a SD aqui proposta, valoriza questões de saúde pública, como o uso de antibióticos, ampliando assim, o leque de temas CTS no Ensino de Química.

Considerando o caráter interdisciplinar, a SD permite articular Química, Biologia, História da Ciência e temas sociais, promovendo a integração entre elas sendo capaz aproximar os objetos de conhecimento a situações reais e de socialmente impactantes.

No entanto é necessário refletir sobre os desafios da transposição dessa proposta para contextos reais, considerando tempo escolar, a formação docente e o currículo e a cultura escolar vigente. Essas limitações não anulam o valor da proposta, mas indicam caminhos para aperfeiçoamentos futuros, visando a consolidação do enfoque CTS na Educação Básica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho que teve como objetivo geral, propor e analisar uma SD fundamentada na abordagem CTS, tomando como eixo temático o uso indiscriminado de antibióticos e suas implicações sociais e ambientais, torna palpável abordar os objetos de conhecimento conceituais da ciência de forma a proporcionar a interação com a tecnologia e sociedade, podendo essa abordagem, contemplar discussões científicas e tecnológicas de caráter social, político, econômico, ético e moral, proporcionando ao aluno uma formação que favoreça a participação dele como cidadão nas vivências contemporâneas.

Ao utilizar uma determinada temática torna-se interessante considerar situações amplas, complexas, com caráter social, que exijam uma abordagem interdisciplinar em que diversas áreas sejam solicitadas para o entendimento destas problemáticas como evidencia a SD apresentada nesta obra.

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

A utilização do livro para trabalhar o conteúdo de funções orgânicas, oportuniza a discussão de temas CTS concomitantemente com o desenvolvimento dos objetos de conhecimento específicos de química, não havendo separação entre tema e conteúdo científico. Essa forma dinâmica de ensino, fortalece o processo de aprendizagem tornando o conteúdo mais atrativo aos alunos.

Vale ressaltar que a sequência didática proposta neste trabalho pode ser replicada em outras séries de ensino, observando-se as devidas adaptações, fazendo uso do mesmo livro, com temas diferentes ou ainda em outros componentes curriculares.

Promover a execução dessa prática pode colaborar com o desenvolvimento e a consolidação das competências e habilidades fundamentais para a aprendizagem e a autonomia do estudante, permitindo com o detalhamento apresentado, a superação do ensino tradicional, por meio de estratégias que colocam o estudante no centro do processo, fomentando o letramento científico e a cidadania crítica, conforme preconiza a abordagem CTS.

A unidade didática sugerida nesta pesquisa traz uma diversidade de recursos didáticos-metodológicos onde contempla a abordagem expositiva, leitura de textos e artigos, experimentação e debates, o que refleti as características do enfoque CTS. Essas características são fortalecidas quando a sequência, ao partir de um questionamento inicial, perpassa pela reformulação e aquisição dos conhecimentos científicos, proporcionando aos próprios discentes a possibilidade de ter uma visão mais ampla de aplicação e relevância do conteúdo abordado de forma a visualizar sua conexão na solução problemas sociais.

Ao proporcionar momentos de leitura e reflexões acerca do tema trabalhado, os discentes podem se situar de maneira crítica frente à sociedade em que estão inseridos, podendo desenvolver não apenas a capacidade de analisar situações problema, mas também estimular ações conscientes acerca do uso de medicamentos, reduzindo os impactos gerados pelo uso incorreto de antibióticos.

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

No que se refere a contribuição para os professores, a aplicação da proposta pode trazer uma visão mais ampla acerca da aprendizagem dos alunos, tendo a oportunidade de sanar alguns dos obstáculos didáticos e epistemológicos que permeiam a disciplina de Química no ambiente da sala de aula, oferecendo subsídios para repensar as práticas pedagógicas, sugerindo que a abordagem CTS pode ser incorporada de forma criativa e contextualizada em sala aula.

Considerando a dificuldade dos professores em mudar sua práxis e incorporar a abordagem CTS no ensino e no cotidiano escolar, essa prática tem potencial para fortalecer e auxiliar no planejamento, na pluralidade metodológica e a integralização curricular, favorecendo a formação docente.

A contextualização, o caráter interdisciplinar e a alfabetização científica trabalhados na SD desta obra, permitirá aos professores ressignificar os conceitos, algo que pode ser complexo, mas uma transformação necessária.

O trabalho voltado para essa temática apresenta um caráter interessante e traz contribuições para as pesquisas no Ensino de Ciências, visto que aponta para uma proposta real e concreta de aplicação da abordagem CTS no Ensino de Química com potencial a ser aplicado em diferentes contextos e que explora estratégias avaliativas capazes de contemplar não apenas os aspectos conceituais, mas também atitudinais e críticos do processo de aprendizagem.

Como limitação, destaca-se que a proposta ainda não foi aplicada em sala de aula, o que impossibilita a análise de seus efeitos. No entanto a sistematização detalhada e o alinhamento com referenciais atualizados indicam potencial de aplicação em diversos contextos. Estudos futuros poderão testar sua efetividade na aprendizagem dos estudantes e ajustes metodológicos em situações específicas.

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

REFERÊNCIAS

ACEVEDO-DÍAZ, José. Modelos de relaciones entre ciência y tecnologia: un análisis social e histórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v.3, n. 2, p.198-219, 2006.

ALMOULOU, Saddo. Engenharia didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no gt-19/anped. *REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática*, v.3, n. 6, p. 62–77, 2008. DOI: <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2008v3n1p62>.

BOCHECO, Otávio. *Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS*. 2011. Dissertação (Mestrado em Educação) - Centro de Ciências da Educação: Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

BRASIL. *Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/ptbr/escolaemtempointegral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf. Acesso em: 25 de nov. 2024.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais / Ensino Médio: Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação, 1999. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>. Acesso em: 27 de mar. 2023.

BUCHOLTZ, Kevin. Spicing Things Up by Adding Color and Relieving Pain: The Use of Napoleon's Buttons in Organic Chemistry. *Journal of Chemical Education*, v.88, n.2, p.158-161, 2011.

CANAVARRO, José Manuel. *O que se pensa sobre a Ciência*. Coimbra: Quarteto, 2000.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e Realidade: o caso do Ensino de Ciências. *São Paulo em perspectiva*. São Paulo, v.14, n.1, p.85-93, 2000.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André.; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. *Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos*. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

FERREIRA, Ana Paula Gomes. *O uso indiscriminado de antibióticos e suas consequências através de uma abordagem CTS (ciência, tecnologia e sociedade) no ensino de biologia*. 2016. Monografia (Especialização ENCI-UAB do CECIMIG FaE/UFGM), Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-APTHDM>. Acesso em: 26 de jun. 2023.

GUIMARÃES, Denise Oliveira; MOMESSO, Luciana da Silva; PUPO, Mônica Tallarico. Antibióticos: importância terapêutica e perspectivas para a descoberta e desenvolvimento de novos agentes. *Química Nova*, v.33, n.3, p.667-679, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010000300035>.

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

HIDALGO, Maycon Raul. A Ciência e os cientistas: uma sequência didática. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, v.26, p.43-69, 2022. DOI: <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2022v22p43-69>.

KIRINUS, Giulia Oppa; FONSECA, Vanessa Fontana.; SIMON, Nathália Marcolim; PASSOS, Camila Greff. Uma proposta multidisciplinar para o ensino de funções orgânicas a partir do livro de divulgação científica “Os Botões de Napoleão”. *Kiri-kerê: Pesquisa em Ensino*, v.1, n.5, nov, 2020.

LE COUTEUR, Penny; BURRESON, Jay. *Os botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

LEVY, Claudia D’Aavilla.; AZEVEDO, Maria Isabel; FERREIRA, Rosana B. R.; LOBO, Leandro. As bactérias contra-atacam. *Revista Ciência Hoje*. Nov., 2018. Disponível em: <https://cienciahoje.org.br/artigo/as-bacterias-contra-atacam/>. Acesso em: 27 de jun. 2024.

LÓPEZ, Luján; CEREZO, José Antônio Lopes. *Educación CTS en acción: Enseñanza secundaria y universidad*. In: GARCIA. M. I. G.; CEREZO, J. A. L; LÓPEZ, J. L. L. Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio de la ciencia y de la tecnología, Madrid: Editorial Tecnos, 1996.

MALDANER, Otavio Aloisio; ZANON, Lenir Basso. *Situação de Estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências*. IN: MORAES, R.; MANCUSO, R. Educação em Ciências: Produção de Currículos e Formação de Professores. Ijuí: Editora Unijuí. p. 43-64, 2004.

MENEZES, Maíra. *Deteção de bactérias resistentes a antibióticos triplicou na pandemia*. Portal Fundação Oswaldo Cruz. 23 de Nov., 2021.

MCKAVANAGH, Charlie; MAHER, Michael. Challenges to science education and the STS response. *The Australian Science Teachers Journal*, v.28, n.2, p.69-73, 1982.

MÜNCHEN, Sinara; ADAIME, Martha Bronher. Abordagem CTS na Formação Inicial de Professores de Química: Uma Análise de Sequências Didáticas. *Revista Debates em Ensino de Química*, v.7, n.1, p.134-150, 2021.

NIEZER, Tania Mara. *Formação continuada por meio de atividades experimentais no ensino de Química com enfoque CTS*. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2588/1/PG_PPGECT_D_Niezer%2C%20T%C3%A2nia%20Mara_2017.pdf. Acesso em: nov. de 2023.

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

OLIVEIRA, de Silvaney; GUIMARÃES, Orlinay Marciel.; LORENZETTI, Leonir. Uma proposta didática com abordagem CTS para o estudo dos gases e a cinética química utilizando a temática da qualidade do ar interior. *Revista Brasileira de Educação Ciência e Tecnologia*, v.8, n.4, set-dez, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rbect.v8n4.1823>.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. 9 de Dezembro, 2022. Relatório global de resistência antimicrobiana e sistema de vigilância de uso antimicrobiano.

PAIVA, Claudia Lougan; ZANI, Liliane Balдан.; DUARTE, Ian D. E.; SILVA, Mirian A. J. Uso indiscriminado de antibióticos e superbactérias KPC: tema CTS controverso no ensino de biologia. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, v.3, n.1, p.32 - 40, jun., 2013. DOI: <https://doi.org/10.36524/dect.v3i01.46>.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari. Monteiro Castilho Fogguatto.; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. *Ciência & Educação*, v.13, n.1, p.71-84, 2007.

REPPOLD, Danielle Prazeres.; RAUPP, Daniele Trajano; PAZINATO, Mauricius. Selvero. A Temática Automedicação na Abordagem do Conteúdo de Funções orgânicas: um relato de experiência do estágio de docência em Química. *Revista Insignare Scientia*, v.4, n.2, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.36661/2595-4520.2021v4i2.12076>.

ROSA, Suiane Ewerling; AULER, Décio. Não neutralidade da ciência-tecnologia: problematizando silenciamentos em práticas educativas CTS. *ALEXANDRIA, Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v.9, n.2, p.203-231, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2016v9n2p203>.

ROSO, Caetano Castro; AULER, Décio. A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS. *Revista Ciência e Educação*, Bauru, v.22, n.2, p.371-389, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160020007>.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. *Educação em Química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Unijuí, 2003.

SANTOS, Wildson Luiz. Pereira; MORTIMER, Eduardo. F. Abordagem de Aspectos Sociocientíficos em aulas de Ciências: Possibilidades e Limitações. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.14, n.2, p.191-218, 2009. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/355>. Acesso em jul. de 2023.

SILVA, Fernanda Leite da.; PESSANHA, Paula Rocha; BOUHID, Roseantony. Abordagem do Tema Controverso Radioatividade/Energia Nuclear em Sala de Aula no Ensino Médio – Um Estudo de Caso. *VIII Enpec*. IFRJ e IECD – SEEDUC, v.3, 2011. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/viiienpec/resumos/R1502-1.pdf. Acesso em mai. de 2024.

**“OS BOTÕES DE NAPOLEÃO”: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PAUTADA NA
ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA**

ZABALA, Antoni. *A Prática Educativa: como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Autor correspondente:

Karine Arnaud Nobre

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

Avenida Treze de Maio, 2081, Benfica, Fortaleza/CE, Brasil. CEP: 60040-215.

karine.arnaud@gmail.com

Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença Creative Commons.

