



Metodologias

e Abordagens Diferenciadas
em Ensino de Ciências

Capítulo 5.

O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade
(CTS) no Contexto da Educação Científica

Copyright © 2022 Geraldo W. R. Fernandes, Luciana Resende Allain e Isabella Rocha Dias

Editor: JOSÉ ROBERTO MARINHO

Editoreção Eletrônica: HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

Capa: HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

Revisão Textual: HORIZON SOLUÇÕES EDITORIAIS

Texto em conformidade com as novas regras ortográficas do Acordo da Língua Portuguesa.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Fernandes, Geraldo W. R.

Metodologias e abordagens diferenciadas em ensino de ciências / Geraldo W. R. Fernandes, Luciana Resende Allain, Isabella Rocha Dias. – São Paulo, SP: Livraria da Física, 2022.

Bibliografia.

ISBN 978-65-5563-186-9

1. Ciências - Estudo e ensino 2. Ciências - Metodologia 3. Educação científica
4. Prática de ensino 5. Prática pedagógica 6. Professores - Formação
I. Allain, Luciana Resende. II. Dias, Isabella Rocha. III. Título.

22-103051

CDD-507

Índices para catálogo sistemático:

1. Educação científica 507

Eliete Marques da Silva – Bibliotecária – CRB—8/9380

ISBN: 978-65-5563-186-9

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora. Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107 da Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.

Impresso no Brasil • *Printed in Brazil*



Editora Livraria da Física

Fone/Fax: +55 (11) 3459-4327 / 3936-3413

www.livrariadafisica.com.br



PARTE II. PRÁTICAS EDUCATIVAS NUMA PERSPECTIVA CRÍTICA

CAPÍTULO 5. O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) no Contexto da Educação Científica



INTRODUÇÃO

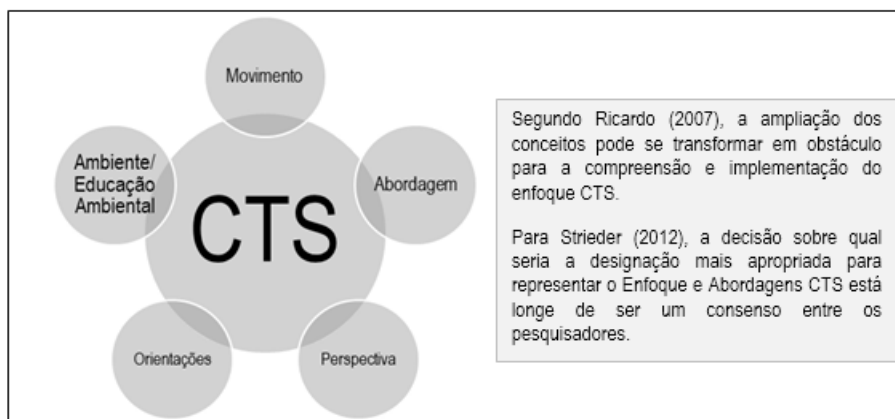
O desenvolvimento científico e tecnológico tem estado na origem de mudanças fundamentais nos modos de vida em sociedade, conduzindo a novas formas de pensar a educação científica no ensino fundamental (Ciências) e no ensino médio (Física, Química e Biologia). Defende-se, hoje, que o ensino de Ciências da Natureza deve, acima de tudo, promover a formação de “um jovem solidário e atuante, diante de um mundo tecnológico, complexo e em transformação” (BRASIL, 2002, p. 62).

A possibilidade de incorporação do “enfoque” Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) nos currículos de Ciências da Natureza tem sido discutida em diversos países (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005), constituindo-se assim como estratégia promotora de uma *Alfabetização Científica e Tecnológica* (ACT) (FOUREZ, 1997; RICARDO, 2005). De fato, nos últimos anos é crescente o interesse em pesquisar e desenvolver o ensino de Ciências da Natureza a partir do *enfoque* e *abordagens* CTS, sendo possível constatar isto nos anais de eventos da área, artigos em revistas ou teses e dissertações. Com o passar dos anos, percebe-se, contudo, novas características para o ensino de Ciências da Natureza a partir das perspectivas CTS, que vem atribuindo diferentes significados para as suas abordagens. Neste sentido, teremos aqui um diálogo em que nos preocuparemos em rever alguns elementos e características do *enfoque* e da *abordagem* CTS quando pensamos na educação científica. Estamos conscientes de que, ao sistematizar os pressupostos teóricos do movimento CTS para a educação, correremos o risco de perder o rigor teórico, porém sabemos que na discussão a qual nos propomos realizar, pode-se distinguir várias ideias e reflexões, uma vez que o assunto não é tão simples de se retratar. Compreender a importância do enfoque CTS e como as aulas de Ciências podem ser pensadas, a partir de seus pressupostos, é o que motiva o desenvolvimento deste texto. A seguir, vamos contextualizar a perspectiva CTS e sua importância para o ensino de Ciências.

❓ O QUE É?

A concepção/expressão CTS abrange terminologias, definições e compreensões distintas, ocasionando uma grande diversidade de pontos de vista. Aikenhead (2003 *apud* STRIEDER, 2012) destaca que cada país tem sua própria história, associada, principalmente, à sua realidade social, fazendo com que as relações entre a ciência e a sociedade assumam diferentes características. Em virtude disso, nem sempre há um significado consensual de CTS. Segundo Martins (2002), fala-se em movimento, perspectivas, abordagens, enfoques, inter-relações, contextos, temas e orientações, conforme se vê na Figura 1. O fato é que esta polissemia não tem ajudado a consolidar as ideias principais para a sua compreensão quando transpomos os estudos em CTS para o ensino de Ciências, o que se constitui, muitas vezes, como um obstáculo metodológico (RICARDO, 2007).

Figura 01. Esquema das definições da proposta CTS



Fonte: elaborado pelos autores

Para Bazzo *et al.* (2003), a expressão CTS procura definir um *campo de trabalho* (e não uma metodologia), cujo objeto de estudo está constituído pelos aspectos sociais da ciência e da tecnologia. Já Tomazello (2009) e Ricardo (2007) consideram que se trata de um *movimento*, no sentido sociológico do termo, que trata das implicações da ciência e tecnologia para a sociedade.

Neste sentido, resgataremos alguns aspectos destas definições. Segundo Strieder (2012), pode-se pensar a concepção/expressão CTS, da seguinte maneira:



- 1) Como Movimento:** Referência às discussões CTS em um contexto mais amplo, enquanto situação de intervenção social.
- 2) Como Enfoque:** Referência às repercussões do Movimento CTS no contexto educacional.
- 3) Como Abordagem:** Referência às diversas maneiras de se abordar as relações CTS no contexto da Educação Científica.

De acordo com García *et al.* (1996 *apud* STRIEDER, 2012), os estudos em CTS vêm se desenvolvendo em três *direções* ou *campos*, que, apesar de diferentes, estão relacionadas entre si:

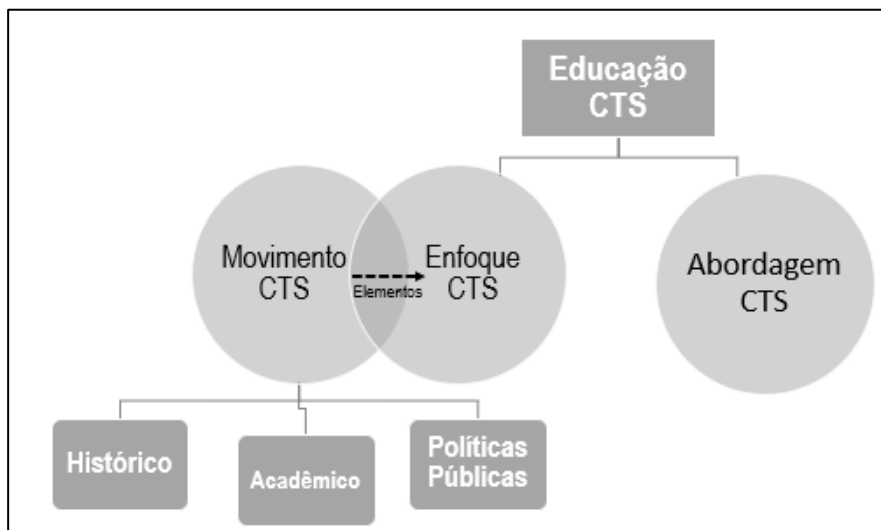
Quadro 1. Principais campos de estudo CTS

- 1) CTS no campo da investigação ou campo acadêmico:** promove uma visão mais contextualizada da ciência, centra-se em uma análise de natureza mais conceitual da dimensão social da ciência e da tecnologia;
- 2) CTS no campo das políticas públicas:** defende uma participação pública ativa em questões que envolvem ciência e tecnologia, possui uma natureza mais prática e política, de ativismo ou militância, e está mais centrado nas consequências sociais do desenvolvimento científico-tecnológico;
- 3) CTS no campo da educação:** busca um ensino de Ciências mais crítico e contextualizado, que contribua para promover a participação da sociedade em questões relacionadas ao desenvolvimento científico - tecnológico.

Fonte: Adaptado de Strieder (2012, p. 27)

Neste sentido, podemos pensar que os estudos em CTS podem ser organizados da seguinte maneira (Figura 2):

Figura 2. Esquema sobre os campos e perspectivas CTS



Fonte: elaborado pelos autores

Quando nos referimos à perspectiva CTS enquanto *movimento*, percebemos que os estudos apresentam informações históricas, acadêmicas e reflexões sobre políticas públicas. Quando nos referimos ao campo da educação, surge o *enfoque* CTS, que traz alguns elementos do movimento CTS (históricos, acadêmicos e de políticas públicas) para dialogar com a educação CTS. Por fim, a *Educação CTS* engloba os aspectos relacionados ao *enfoque* e a maneira de *abordagem* das relações CTS. Neste sentido, Rodríguez e Del Pino (2019, p. 92) entendem o *enfoque* CTS como um fundamento da prática pedagógica, “que permite relacionar aspectos científicos, tecnológicos e sociais em *sala de aula*, originar discussões sobre as implicações sociais e éticas referentes ao uso da Ciência e da Tecnologia, e alcançar uma melhor compreensão da natureza da Ciência e do trabalho científico” (grifo nosso).

Segundo Strieder (2012), é possível desenvolver propostas CTS com diferentes enfoques e abordagens educacionais, em função dos encaminhamentos dados às atividades e às discussões propostas, ainda que sempre envolvendo um ou mais dos três elementos (ciência, tecnologia e sociedade) e, eventualmente, suas articulações.



O QUE DIZEM?

Atualmente, existem muitos trabalhos na literatura que discutem a *Educação CTS* (como enfoque e abordagem). Neste tópico queremos resgatar alguns elementos que consideramos essenciais para o desenvolvimento desta *perspectiva/possibilidade educacional*. No tópico anterior, tentamos apresentar a caracterização da perspectiva CTS para a Educação, mas existem implicações inerentes à sua definição e característica nas quais buscamos resgatar para promover uma reflexão:

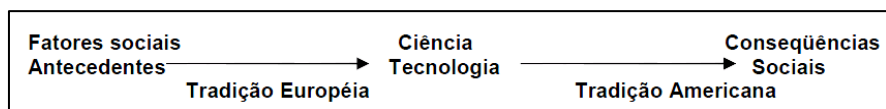
Sobre a origem dos estudos CTS: um breve histórico

Em relação à origem dos estudos CTS, ou estudos sociais da ciência e da tecnologia, embora não sejam novos, se intensificaram após a Segunda Guerra Mundial, a partir do *movimento* que buscou negar uma concepção neutra relacionada à Ciência e à Tecnologia e em criticar o modelo linear/tradicional do progresso referente às implicações sociais do desenvolvimento científico-tecnológico (TOMAZELLO, 2009). Nesse modelo linear, o desenvolvimento científico (DC) gera o desenvolvimento tecnológico (DT), que por sua vez gera desenvolvimento econômico (DE) que determina, então, o desenvolvimento do bem-estar social (DS): DC → DT → DE → DS.

Os estudos CTS começaram a tomar um novo e importante rumo a partir de meados de 1960 e início dos anos 70, como resposta ao *movimento* que estava crescendo em relação ao sentimento generalizado de que o desenvolvimento científico e tecnológico não possuía uma relação/modelo linear em direção ao bem-estar social, como se acreditava desde o século XIX (BAZZO *et al.*, 2003). Contribuíram para isso, os movimentos sociais ativistas e pacifistas, que receberam incentivo com a publicação do livro “Primavera Silenciosa”, de Rachel Carson, em 1962 (CARSON, 2010). O livro, publicado durante a guerra fria, discutiu os riscos associados ao uso de inseticidas (como o DDT) e potencializou as discussões sobre possíveis consequências negativas da Ciência e Tecnologia (CT) sobre a sociedade. Também em 1962, foi publicado o Livro de Thomas Khun, “A Estrutura das Revoluções Científicas” (KHUN, 1982), que

questionou a concepção tradicional de ciência, levantando novas discussões no campo da História e Filosofia da Ciência.

A literatura também indica que o movimento CTS têm duas origens, uma europeia, caracterizada como uma forma de entender a “contextualização social” dos estudos da ciência, analisando o modo como a diversidade de fatores sociais influi na mudança científico-tecnológica. Esta tradição dá ênfase, em primeiro lugar, aos fatores sociais e à ciência e, secundariamente, à tecnologia. A outra tradição, de origem norte-americana, é mais ativista, centra-se mais nas consequências sociais e ambientais da mudança científico-tecnológica e nos problemas éticos e reguladores suscitados por tais consequências. Pode-se dizer que, ao contrário da tradição europeia, a norte americana dá uma atenção primeiramente à tecnologia e, secundariamente, à ciência (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005).



Fonte: Tomazello (2009)

As discussões sobre CTS também ocorreram na América Latina e fazem parte do que Dagnino, Thomas e Davyt (2003) denominaram de *Pensamento Latino-Americano em CTS* (PLACTS). O PLACTS resulta de reflexões críticas sobre o modelo linear de desenvolvimento e de uma intenção de mudança social para os países latino-americanos (DAGNINO; THOMAS; DAVYT, 2003).

Atualmente, no entendimento de García *et al.* (1996 *apud* STRIEDER, 2012), pode-se dizer que esta divisão ou estas diferentes *tradições da origem* do movimento CTS estão superadas e que foram importantes apenas no início das discussões, sendo que hoje, os estudos sobre CTS abrangem uma diversidade de programas filosóficos, sociológicos e históricos, os quais, enfatizando a dimensão social da ciência e da tecnologia, compartilham, de certa maneira, um núcleo comum:

- *Ciência*: o rechaço da sua imagem como atividade pura e neutra;
- *Tecnologia*: a crítica como ciência aplicada e neutra;
- *Sociedade*: a promoção da participação pública na tomada de decisão.

Krasilchik (1987), ao discutir a evolução da inovação educacional dos currículos de ciências no Brasil, no período de 1950 a 1985, assinala que, na década de setenta, os mesmos começaram a incorporar nos currículos uma visão de ciência como produto do contexto econômico, político e social. Já na década de oitenta, a renovação do ensino de ciências passou a se orientar pelo objetivo de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico. Foi no final da década de 80 que se passou a reivindicar um Ensino de Ciências que contribuísse para formação de cidadãos aptos a participar de discussões sobre as implicações sociais do desenvolvimento científico-tecnológico (AULER, 2002). Os primeiros trabalhos com a denominação CTS no ensino de Ciências no Brasil surgiram na década de 1990 e hoje o número de publicações na área é significativo. Entretanto, este número vem diminuindo, e segundo alguns autores, isso se deve a novos *slogans* que vem sendo usados e ao surgimento de novos referenciais de estudos (DAGNINO, SILVA; PADOVANNI, 2011).

Sobre a justificativa de se desenvolver a educação CTS na educação básica

Santos (2001 *apud* STRIEDER, 2012) afirma que são “pontos chave” da educação CTS: proporcionar aos estudantes meios para emitirem julgamentos conscientes sobre os problemas da sociedade; proporcionar uma perspectiva mais rica e mais realista sobre a história e a natureza da ciência; tornar a ciência mais acessível e mais atraente a estudantes de diferentes capacidades e sensibilidades, e preparar os jovens para o papel de cidadãos numa sociedade democrática.

Sobre a Tríade C-T-S

Santos (2001 *apud* STRIEDER, 2012) faz uma revisão sobre o movimento CTS no campo educacional e destaca uma vasta gama de tendências e de correspondentes modalidades curriculares, que segundo Strieder (2012, p. 15), “podem e devem ser criticadas, porém, jamais ignoradas ou subestimadas”. Essas diferentes tendências, de acordo com a autora, estão relacionadas ao valor que é atribuído à ciência, à tecnologia ou à sociedade e podem ser classificadas em três categorias diferentes:

as que continuam a privilegiar a ciência (Cts), as que deslocaram esse privilégio para a tecnologia (cTs) e as que privilegiam a sociedade (ctS).

Para Porto e Teixeira (2016) existe uma complexa relação entre os componentes da tríade C-T-S. Esses autores recomendam que, para aqueles que se propõem a trabalhar nessa perspectiva, é importante que se tenha clareza de suas concepções sobre ciência, tecnologia e sociedade e a maneira como esses elementos se relacionam, posto que as propostas de ensino-aprendizagem devem abranger essas três instâncias articuladamente, trazendo discussões sobre conhecimentos científicos, aspectos tecnológicos e sociais.

Strieder (2012) organizou as possibilidades que permitem discutir as relações CTS a partir de três parâmetros: *Racionalidade Científica*, *Desenvolvimento Tecnológico* e *Participação Social* (Quadro 2). Essa organização pode ser um norte para que muitos professores tenham especial atenção ao planejar o enfoque e abordagens CTS para o ensino de Ciências.

Quadro 2. Parâmetros para possíveis discussões CTS

Ciência (C) como Racionalidade Científica: pode ser abordada enquanto garantia de verdade; sem juízo de valor ou com o juízo restrito aos usos da ciência. Também, por outro lado, podem ser reconhecidas limitações do modelo de racionalidade empregado para a construção da ciência, tanto no que se refere à sua produção, quanto na definição dos rumos e implicações sociais de suas pesquisas. Por fim, podemos reconhecê-la enquanto necessária para a construção da ciência, porém não única nem suficiente para a explicação do mundo.

Tecnologia (T) como Desenvolvimento Tecnológico: pode ser abordado desconsiderando os valores intrínsecos ao mesmo, ou atribuindo um *status* de garantia de progresso. Por outro lado, podemos abordá-lo a partir do reconhecimento das especificidades do conhecimento tecnológico, em especial, do ponto de vista de sua produção ou de suas aplicações. Por fim, o foco pode estar na quebra do modelo linear/tradicional do progresso, construída sob dois pontos de vista – por um lado, no reconhecimento de que há propósitos e interesses associados ao desenvolvimento tecnológico e, por outro, na defesa de um modelo de desenvolvimento que considere as especificidades do contexto.

Sociedade (S) como Participação Social: pode ser defendida a partir do reconhecimento da presença da CT na sociedade; de decisões de cunho mais individual, em geral relacionadas aos produtos da CT, ou de tomadas de decisões coletivas, que abarcam a discussão de problemas e impactos da CT na sociedade. Também, podemos pensar na participação social a partir do reconhecimento das contradições e por mecanismos de pressão da sociedade, centradas, principalmente, no processo de produção e/ou implementação de determinado produto da CT. Por fim, a participação pode ser abordada considerando as esferas políticas, a partir da compreensão e discussão de políticas públicas.

Fonte: Strieder (2012, p. 265-266)

Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2018) apresentam parâmetros para que o professor possa pensar em como discutir a Natureza da Ciência (NdC) e da Tecnologia (NdT) na educação básica. Esses parâmetros, em forma de concepções, servem como indicadores de atenção e clareza aos professores para os aspectos relacionados à Ciência (Quadro 3) e à Tecnologia (Quadro 4).

Quadro 3. Parâmetros para discussão da Natureza da Ciência (NdC) na educação básica

Segundo Lederman (2007 *apud* FERNANDES *et al.*, 2018), a “NdC, normalmente, refere-se à epistemologia da ciência, da ciência como forma de conhecimento, ou dos valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e ao seu desenvolvimento” (p. 833, tradução nossa), isto é, a NdC refere-se às bases epistemológicas das atividades da ciência e às características do conhecimento resultante destas atividades.

Para Fernandes *et al.* (2018), o entendimento da NdC permitirá aos professores, estudantes e ao público em geral, compreenderem melhor a ciência, para que possam tomar decisões quando confrontados com questões científicas. Sobre a importância deste público em compreender o significado da NdC, Driver *et al.* (1996) *apud* Lederman (2007) apresentam cinco justificativas ou argumentos:

- 1) fazer com que a ciência tenha sentido e administrar os objetos e processos tecnológicos na vida cotidiana (justificativa **utilitarista**);
- 2) tomar decisões sobre questões socio científicas (justificativa **democráticas**);

- 3) apreciar o valor da ciência como parte da cultura contemporânea (justificativa **cultural**);
- 4) desenvolver uma compreensão das normas utilizadas pela comunidade científica que incorporam compromissos morais, de valor geral, para a sociedade (justificativa **moral**); e
- 5) facilitar o aprendizado de temas científicos (justificativa ligada à **aprendizagem de Ciências**).

Segundo Lederman (2007 *apud* FERNANDES *et al.*, 2018), estes argumentos são importantes para que os professores de Ciências possam compreender as diversas concepções relacionadas com a NdC, mesmo que sejam essencialmente intuitivos, com pouco suporte empírico e difíceis de serem realmente cumpridos em sua totalidade, pelos estudantes e pelos professores.

Fernandes *et al.* (2018) apresentam um conjunto de concepções sobre a NdC a que se deve ter especial atenção ao se abordar em sala de aula:

- **Concepção empírica:** caracterizada pelo desenvolvimento de métodos; comprovação dos fatos, descrição de leis, teorias e descoberta de algo.
- **Concepção epistemológica:** caracterizada como corpo de conhecimento (conteúdo científico, matéria de ensino etc.); estudo de...; compreensão da realidade, aprendizagem etc.
- **Concepção social e cultural:** caracterizada como não neutra; influenciada por fatores políticos, econômicos, sociais e éticos; relacionada à melhoria da qualidade de vida das pessoas, relacionada à processos e produtos sociocientíficos.
- **Concepção criativa e imaginativa da ciência:** caracterizada pela imaginação e criatividade humana para elaborar modelos teóricos funcionais em vez de cópias fiéis da realidade.
- **Concepção técnica e instrumental:** caracterizada pela relação entre a ciência com aparatos tecnológicos.

Fonte: Adaptado de Fernandes *et al.* (2018)

A partir do entendimento dessas concepções descritas por Fernandes *et al.* (2018), os professores podem organizar a componente “Ciência”, da tríade C-T-S, e trazer ou refutar aspectos que podem surgir na aula de Ciências. Neste mesmo sentido, há os aspectos ou concepções da NdT, resumidas no Quadro 4.

Quadro 4. Parâmetros para discussão da Natureza da Tecnologia (NdT)
na educação básica

O trabalho de DiGironimo (2011) apresenta uma revisão da literatura sobre a alfabetização científica e tecnológica, a filosofia da tecnologia e a história da tecnologia, com a intenção de desenvolver um quadro conceitual para a NdT. Nesse estudo, o autor identificou cinco *dimensões gerais de conhecimento* que caracterizam a NdT: a) *tecnologia como artefatos*; b) *tecnologia como um processo de criação*; c) *tecnologia como uma prática humana*; d) *o papel atual da tecnologia na sociedade*; e e) *história da tecnologia*. O quadro de DiGironimo (2011) para a NdT abrange ainda, três perspectivas: histórica, filosófica e educacional. “As perspectivas, embora distintamente únicas, oferecem características comuns sobre a tecnologia que podem ser fundidas para desenvolver uma sofisticada e consistente definição de tecnologia” (DIGIRONIMO, 2011, p. 1342).

Fernandes *et al.* (2018) apresentam um conjunto de concepções sobre a NdT a que se deve ter especial atenção ao se abordar em sala de aula:

- **Concepção instrumental:** caracterizada por uma coleção de ferramentas, artefatos e máquinas.
- **Concepção cognitiva:** caracterizada como resultado da aplicação de conhecimentos teóricos.
- **Concepção sistêmica:** caracterizada como um sistema complexo e estruturado de componentes: instrumentos, habilidades, processos de produção e controle, questões organizativas, recursos legais, recursos naturais, aspectos científicos, repercussões sociais, meio-ambiente etc.
- **Concepção de valores:** caracterizada por opiniões baseadas em um ponto de vista pessoal e/ou num juízo de valor em relação à tecnologia.

Para a **concepção sistêmica**, Fernandes *et al.* (2018) resgata, a partir do trabalho de Acevedo *et al.* (2003), os seus componentes, caracterizados por:

- **Componente científico-tecnológico:** Realça as relações mútuas entre a ciência e a tecnologia respeitando suas próprias finalidades e objetivos. A tecnologia utiliza numerosos conhecimentos científicos que são reelaborados e adequados no contexto tecnológico, fazendo uso de alguns procedimentos metodológicos semelhantes aos empregados pela ciência. A ciência recebe também muitas contribuições da tecnologia, não somente instrumentos e sistemas, mas também

métodos, conhecimentos teóricos, conceitos e modelos que são usados como analogias e metáforas etc.

- **Componente histórico-cultural:** Caracterizado pela relação entre as técnicas desenvolvidas pela humanidade e as mudanças que estas provocam no meio ambiente, na cultura e nas condições de vida das pessoas. Inclui-se técnicas artísticas como a arquitetura, a pintura, a escultura, a música, a fotografia, o cinema etc.
- **Componente organizativo-social:** Destaca a tecnologia como o fator que influencia decisivamente as diversas formas de organização social.
- **Componente verbal-iconográfico:** Destaca modos de expressão e comunicação próprios da tecnologia: símbolos, esquemas, vocabulário específico etc.
- **Componente técnico-metodológico:** Conjunto de capacidades e habilidades técnicas necessárias para manipular instrumentos e fabricar produtos e outros sistemas tecnológicos, assim como os procedimentos e estratégias que fazem falta para resolver problemas reais em situações concretas.

Fonte: Adaptado de Fernandes *et al.* (2018)

É importante destacar que muitos professores ainda apresentam concepções distorcidas da tecnologia, concebida como “*simples aplicação de conhecimentos científicos*” ou como “*juízo de valores*”. Estas concepções se tornam obstáculos para o desenvolvimento de uma visão mais coerente da ciência e da tecnologia, principalmente no trabalho em sala de aula, levando os estudantes também a terem concepções empobrecidas sobre a NdC&T (FERNANDES *et al.*, 2018).

Sobre o enfoque CTS e Ambiente (CTSA)

No processo de transposição do campo de pesquisa CTS para o ensino de Ciências, a sigla ganhou mais uma letra, o “A” de CTSA, em alusão ao Ambiente e a Educação Ambiental. Alguns pesquisadores, por exemplo Vilches, Gil Pérez e Praia (2011), defendem a inserção do termo “Ambiente”, outros, como Ricardo (2007) afirmam que fatores como economia, ambiente, política etc., já estão implícitos na relação Ciência-Tecnologia-Sociedade. Como se observa, não há um consenso quanto às siglas a serem utilizadas.

Ricardo (2007) questiona se é pertinente a sigla CTSA, ou se bastaria CT (Ciência e Tecnologia). Se o objetivo é dar destaque para cada uma das instituições, a sigla se justificaria, mas se a Ciência e a Tecnologia forem trabalhadas de forma adequada, talvez fosse suficiente uma Educação em Ciência e Tecnologia (CT). O autor justifica essa posição considerando que a ampliação das entidades conceituais pode se transformar em obstáculo para a compreensão e implementação do enfoque CTS. Poderiam ocorrer desvios de propósitos. Por exemplo, para chamar a atenção quanto aos aspectos éticos (E) da ciência e da tecnologia, poderia ser proposta uma Educação CTSAE, e assim, outras siglas seriam criadas.

No trabalho de Strieder *et al.* (2011), ao fazer um levantamento de temas com o enfoque CTS e Ambiente, verifica-se uma preocupação das pesquisas atuais em *aproximar* a questão ambiental mais da problemática social que da relação CT. Os trabalhos sobre o enfoque CTS que trazem essa discussão, aproximam os estudos mais com temas educacionais do que com uma área de conhecimento (ou um estudo isolado), por exemplo: Biotecnologia, Genética Molecular e Ciências Médicas; Biocombustíveis; Florestamento; Poluição do Ar, Peixes e Alimentação Orgânica; Questão da Água; Aquecimento Global; e Efeito Estufa. Para os autores, a forma como a temática ambiental é desenvolvida nesses trabalhos, não justifica acrescentá-la como um novo campo na tríade C-T-S. De modo geral, esses temas procuraram aproximar a temática ambiental de situações vivenciais do aluno em um contexto científico, tecnológico e social.

Segundo Strieder *et al.* (2011), o critério de seleção de temas ambientais varia bastante, em especial porque depende da natureza da pesquisa. A maioria dos pesquisadores justifica a escolha desses temas pela presença constante na mídia e por ser um assunto contemporâneo.

Em suma, é importante sinalizar que as propostas intituladas ambientais estejam fundamentadas em diferentes referências teóricas. Desse modo, são inúmeros os estudos que tratam da questão ambiental utilizando o viés CTS e temas controversos ou CTS e Paulo Freire no contexto da Abordagem Temática (STRIEDER *et al.*, 2012). Essa amplitude evidencia o universo de possibilidades através das quais o tema ambiental pode ser tratado, porém é importante ter um recorte no que concerne aos estudos CTS e aos Estudos Ambientais e/ou Sustentabilidade Ambiental com enfoque CTS.

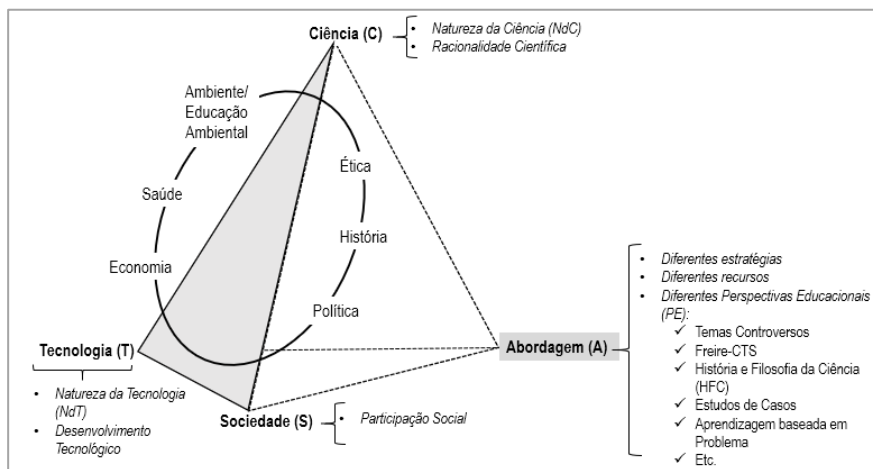
Sobre o desenvolvimento do enfoque CTS

Uma análise da produção em CTS no ensino de Ciências feita por Strieder (2012) indicou a ausência de um consenso a respeito de *perspectivas educacionais* (PE) que norteiam o Enfoque CTS. Neste sentido, trazemos duas. A primeira que vem sendo defendida por alguns pesquisadores, envolve o uso de *temas controversos e temas sociocientíficos* a partir de *Questões Sociocientíficas* (QSC) (BERNARDO; VIANNA; SILVA, 2011) (ver Capítulo 7). Esses temas abarcam problemas relacionados ao desenvolvimento científico-tecnológico, que envolvem pontos de vista discordantes. Geralmente enfocam situações simuladas que possuem alguma analogia com problemas reais (ver Capítulo 7).

Uma outra perspectiva educacional é a articulação *Freire-CTS* que representa uma possibilidade de atualização e transposição do Movimento CTS para o contexto educacional brasileiro. Vários estudos trazem esta perspectiva (AULER *et al.*, 2007, STRIEDER, 2012). Com base nas ideias de Freire, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), propõem uma prática educativa estrutural baseada em temas, ou seja, uma abordagem temática dos conteúdos que seria contrária à tradicional abordagem conceitual (ver Capítulos 2 e 9).

Neste sentido, propomos uma organização da tríade C-T-S balizada por diferentes PE que já apareceram na literatura (Figura 3) e que também procuramos caracterizá-las em outros capítulos deste livro: Questões Sociocientíficas (Capítulo 7), Abordagem Temática Freireana (Capítulo 9), Estudos de Casos ou Casos de Ensino (Capítulo 11) etc.

O esquema da Figura 3 busca organizar o que propusemos até agora, ou seja, para se trabalhar com o enfoque CTS, o professor tem diferentes possibilidades de articulações ou temas com a tríade C-T-S: ambiente, ética, política, economia, saúde etc. Ao trabalhar com esses temas na tríade C-T-S, o professor pode levar em consideração a NdC e/ou a Racionalidade Científica (ao abordar a Ciência), a NdT e/ou o desenvolvimento tecnológico (ao abordar a Tecnologia) e a Participação Social (ao abordar os aspectos sociais). A abordagem CTS pode ser realizada por meio de diferentes recursos, estratégias de ensino e Perspectivas Educacionais (PE), tendo uma preocupação com os diferentes *níveis de execução e complexidade da abordagem*, que depende do ano escolar e das características cognitivas dos estudantes.

Figura 3. Esquema da tríade C-T-S para o desenvolvimento da Educação Científica

Fonte: elaborado pelos autores

Segundo Strieder (2012), as PE que têm guiado as diferentes abordagens CTS podem ser categorizadas em três grandes grupos (Quadro 5).

Quadro 5. Características das PE que guiam as abordagens CTS

(i) Uma educação científica que contribua para o **desenvolvimento de percepções** entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno. Relaciona-se à construção de uma nova imagem do conhecimento científico escolar, dando ênfase tanto para questões presentes no dia a dia, quanto para questões científicas e tecnológicas. Nesse caso, os aspectos mais relacionados à ciência, à tecnologia e à sociedade contribuem para contextualizar o conhecimento científico a ser trabalhado, buscando uma aproximação com a vivência cotidiana do aluno.

(ii) Uma educação científica que contribua para o **desenvolvimento de questionamentos** sobre situações que envolvem aspectos de ciência, tecnologia e/ou sociedade. Mais do que contextualizar o conhecimento científico escolar, pretende discutir as implicações do desenvolvimento científico-tecnológico na sociedade, busca uma compreensão sobre uma utilização responsável dos recursos naturais e aparatos tecnológicos.

(iii) Uma educação científica que contribua para o **desenvolvimento do compromisso social** diante de problemas ainda não estabelecidos e que envolvem

aspectos de ciência, tecnologia e sociedade. A intenção maior está relacionada ao desenvolvimento de competências para que a sociedade possa lidar com problemas de diferentes naturezas, tendo condições de fazer uma leitura crítica da realidade que, atualmente, está marcada por desequilíbrios sociais, políticos, éticos, culturais e ambientais.

Fonte: Strieder (2012, p. 166-167)

Ressaltamos que embora tenhamos sugerido, na Figura 3, o uso de recursos, estratégias de ensino e algumas perspectivas educacionais (Temas Controversos, Freire-CTS, História e Filosofia da Ciência - HFC, Estudos de Casos, Aprendizagem baseada em Problemas) como balizadoras da abordagem CTS, não defendemos que essas sejam as únicas possibilidades. Muito pelo contrário, entendemos que outras também podem guiar (e estão guiando) o enfoque e abordagens CTS.

Sobre as vantagens e desafios da abordagem CTS

O interesse dos estudantes pelo aprendizado de Ciências é dificultado, muitas vezes, pela ausência de conexões entre o que é ensinado na sala de aula e a aplicabilidade da teoria na vida cotidiana dos estudantes. Para solucionar essa questão, o ensino de Ciências pelo enfoque e abordagem CTS vem valorizar a interação do conteúdo científico com o cotidiano do aprendiz, aliada à reflexão e à discussão sobre seus diversos aspectos e suas relações na sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Já dissemos anteriormente que existe uma vasta pesquisa sobre o enfoque CTS, porém, infelizmente, encontramos uma grande dificuldade em desenvolver e aplicar essas pesquisas na sala de aula. Os livros didáticos abordam pouco este enfoque, restando ao professor organizar e elaborar os materiais necessários para explorar os conteúdos na abordagem CTS.



VANTAGENS PARA DESENVOLVER A ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Podemos resumir as principais vantagens ao desenvolver a abordagem CTS no ensino de Ciências, como:

- mudanças na percepção da relação CTS; renovações de atitudes; superação do ensino propedêutico; assimilação e aplicação de conteúdos científicos escolares no dia a dia dos estudantes (STRIEDER, 2012).
- maior motivação para estudantes e professores originada a partir da contextualização dos conteúdos; maior proximidade entre estudantes e professores; melhor compreensão da natureza da Ciência; possibilidade de abordar situações reais; possibilidade de realizar processos mais participativos; realçar a importância de aspectos sociais e construção de concepções críticas sobre as inter-relações CTS (RODRÍGUEZ; DEL PINO, 2019).



DESAFIOS DA ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Podemos resumir os principais desafios ou obstáculos ao desenvolver a abordagem CTS no ensino de Ciências, como:

- a dificuldade em articular de forma adequada os três elementos (ciência, tecnologia e sociedade); a dificuldade de encontrar material didático e informações relacionadas ao tema em foco e que sustentem as discussões na sala de aula, além de questões vinculadas à formação do professor, à natureza dos assuntos discutidos (em geral, por serem questões abertas e que permitem diferentes pontos de vista) e a estrutura curricular da educação básica e dos cursos de formação inicial (STRIEDER, 2012).
- a necessidade de conhecimentos disciplinares e curriculares profundos para articular os conteúdos com contextos reais; o tempo e esforço necessários para o planejamento das atividades; os modos de avaliação; desconforto ao abordar temas controversos; desconhecimento de aspectos históricos e a reprodução de processos tradicionais de ensino (RODRÍGUEZ; DEL PINO, 2019).



COMO DESENVOLVER EM SALA DE AULA?

Em relação às possibilidades de como abordar o enfoque CTS no ensino de Ciências, pode-se dizer que a literatura é diversa, mas não se pode dizer que essa diversidade se encontra presente nos livros didáticos, nas orientações curriculares e na sala de aula. Por um lado, existe entre as propostas uma razoável concordância sobre as possibilidades de abordagens interdisciplinares e interativas. Por outro lado, isso tem levado a uma diversidade de estratégias de ensino, refletindo o fato de que o enfoque/ a abordagem CTS pode estar sendo confundido com um método particular de ensino (SOUZA CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2005; BRASIL, 2006).

Santos e Mortimer (2002) nos apresentam uma série de sugestões de abordagens CTS para se trabalhar o enfoque CTS no ensino médio (Quadro 6).

Quadro 6. Sugestões de Santos e Mortimer (2002) para desenvolver a abordagem CTS

1) Estudo de temas: permite a introdução de problemas sociais a serem discutidos pelos alunos, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Para isso, a abordagem dos temas é feita por meio da introdução de problemas sociais, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais.

Santos e Mortimer (2002) entendem que o desenvolvimento de temas, numa abordagem CTS, deve dar-se da seguinte maneira:

- 1) introdução de um tema social,
- 2) estudo do conhecimento científico e tecnológico necessário para entender o tema,
- 3) retomada da discussão (tema) inicial.

2) Estratégias ou atividades utilizadas em CTS: palestras, demonstrações, sessões de discussão, solução de problemas, jogos de simulação e desempenho de papéis, fóruns e debates, projetos individuais e de grupo, redação de cartas a autoridades, estudo de caso, pesquisa de campo e ação comunitária. Essas atividades seriam realizadas por meio de trabalhos em pequenos

grupos, discussão em sala de aula centrada nos estudantes, e poderiam envolver o uso de recursos da mídia e outras fontes comunitárias.

3) Sugestão de sequência de etapas: segundo Santos e Mortimer (2002) pesquisas sobre abordagens mais efetivas de CTS geralmente indicam que os seus materiais de ensino são melhor organizados pela sequência de etapas: (1) introdução de um problema social; (2) análise da tecnologia relacionada ao tema social; (3) estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; (4) estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado e (5) discussão da questão social original.

Fonte: Santos e Mortimer (2002)

Santos e Mortimer (2002) destacam que o estudo de temas permite a introdução de problemas sociais a serem discutidos pelos estudantes, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Para isso, a abordagem temática é feita por meio da introdução de problemas, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e consequências sociais. Essa proposta de Santos e Mortimer (2002) nos lembra os Três Momentos Pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) (ver Capítulo 2).

Neste sentido, propomos uma abordagem CTS, a partir do trabalho de Santos e Mortimer (2002) (Quadro 6) e organizado pelos Três Momentos Pedagógicos (ver Capítulo 2), que tem o objetivo de desenvolver a tríade C-T-S da Figura 3 (Quadro 8). Esta proposta busca se articular com a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (BRASIL, 2018) ou com o Currículo Referência de cada estado, ao desenvolver a Unidade Temática (UT) e Objetos de Conhecimento (OC) propostos pela Base. Essa opção em articular a BNCC com o enfoque CTS tem o objetivo de diminuir a dificuldade dos docentes da educação básica em trabalhar diferentes conteúdos nesta perspectiva. Neste sentido, tentamos aproximar os professores de situações conhecidas e possíveis de serem desenvolvidas no contexto de sala de aula, uma vez que em geral são poucas aulas de Ciências para desenvolver uma UT e seus OC:

Quadro 8. Sequência de Etapas na Abordagem CTS organizada a partir dos Três Momentos Pedagógicos

1. Tema da abordagem CTS a partir da BNCC:				
1.1) Unidade Temática (UT): indicar a UT específica a ser desenvolvida baseada na BNCC (a UT não é conteúdo).				
1.2) Objetos do conhecimento (OC): indicar os principais OC relacionados à UT.				
1.3) Tempo estimado total: n° de aulas/ tempo de cada aula.				
2. Sequência Didática a partir dos Três Momentos Pedagógicos.				
1º Momento: Problematização Inicial ou Estudo da Realidade				
Etapas	1º Momento: Problematização Inicial ou Estudo da Realidade	Temática	Recursos	Estratégias
1)	Introdução de um problema social	Apresentar um (ou mais) problema(s) social(is) (problematização)		
2)	Discussão e análise da questão social original	Apresentar os tópicos para a discussão e análise da questão social original		
3)	Discussão e análise da tecnologia relacionada ao tema social	Apresentar os tópicos para a discussão e análise da tecnologia relacionada ao tema social		
2º Momento: Organização do Conhecimento				
Etapas	2º Momento: Organização do Conhecimento	Conteúdos	Recursos	Estratégias
4)	Estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida			
5)	Estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado			
3º Momento: Aplicação do conhecimento				
Etapas	3º Momento: Aplicação do conhecimento	Temática	Recursos	Estratégias
6)	Retomada das questões propostas no primeiro momento pedagógico			
7)	Apresentação, análise e discussão de novas situações	Indicar novas situações relacionadas ao tema CTS estudado		
8)	Apresentação do produto da aula elaborado pelos estudantes	Exemplo: elaboração de maquetes, resolução de problemas, elaboração de projetos etc.		

Fonte: laborado pelos autores

As etapas gerais do Quadro 8 não devem ser consideradas “rígidas” para o desenvolvimento da abordagem CTS. É importante que cada momento seja organizado em diferentes *níveis de execução e complexidade do enfoque CTS*, a partir da Figura 3, de acordo com o ano escolar e a estrutura cognitiva do aluno. A proposta busca equilibrar a tríade C-T-S: no primeiro momento são apresentados, refletidos e discutidos os elementos da tríade, no segundo momento é enfatizada a abordagem de conceitos científicos e aspectos da prática tecnológica, e no último, retoma-se os aspectos sociais da ciência e da tecnologia da unidade temática proposta.

Chamamos atenção que no primeiro e terceiro momentos são exploradas temáticas específicas da UT, já no segundo momento a ênfase é dada nos conceitos. Além disso, há possibilidade de desenvolver, em cada momento, perspectivas educacionais através de diferentes recursos e estratégias (por exemplo: questões sociocientíficas, atividade experimental: exposição do problema, criação de hipóteses, definição de um plano de trabalho, obtenção de dados e conclusão; atividades com textos históricos: problematização, leitura do texto, análise do texto e conclusões etc.). Ou seja, para cada etapa existem níveis diferentes de atividades para concretizar o aprendizado.

Lembramos também que estas sequências de etapas que foram apresentadas para o desenvolvimento da abordagem CTS não são únicas e nem são fechadas, cabe ao professor propor diferentes possibilidades em suas aulas, em uma perspectiva disciplinar ou multidisciplinar, levando em consideração os conteúdos que se quer trabalhar, os objetivos a serem alcançados pelos estudantes, como será o *feedback* e o conhecimento construído. O sucesso da abordagem CTS no ensino de Ciências está no papel do professor como mediador das discussões relativas a C-T-S, com a retomada dos conceitos importantes, do aprendizado que a turma demonstrou e do que precisa ser novamente estudado.



ALGUNS EXEMPLOS E RESULTADOS

Neste tópico, apresentamos um exemplo e o resultado de um roteiro baseado no Quadro 8, realizado pelo PIBID Ciências da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). Este roteiro foi desenvolvido em uma escola estadual em três turmas da EJA do ensino fundamental. Cada

turma é composta por estudantes com idade entre 15 e 37 anos, com algum tipo de incapacidade intelectual ou física. A Abordagem CTS foi desenvolvida por três estudantes participantes do PIBID Ciências da UFVJM.

Quadro 9. Exemplo de uma Sequência de Etapas na Abordagem CTS organizada a partir dos Três Momentos Pedagógicos

1. Tema da abordagem CTS a partir da BNCC:				
1.1) Unidade Temática (UT): Vida e Evolução.				
1.2) Objetos do conhecimento (OC): Programas e indicadores de saúde pública.				
1.3) Tempo estimado total: 3 aulas/ 50 minutos.				
2. Sequência Didática a partir dos Três Momentos Pedagógicos.				
1º Momento: Problemática Inicial ou Estudo da Realidade				
Eta- pas	1º Momento: Pro- blematização Inicial ou Estudo da Realidade	Temática	Recursos	Estratégias
1)	Introdução de um problema social	Como saber que um alimento é inadequado? O que faz uma pessoa ser obesa?	Giz, quadro, cópias de folhas mostrando uma pirâmide alimentar. Revistas, tesouras, cola, pincel e cartolina.	Discussão sobre as definições de alimentação saudável e inadequada, ressaltando suas consequências. Confeção em grupo de uma pirâmide alimentar a partir de recortes em revistas.
2)	Discussão e análise da questão social original	Alimentação incorreta e suas consequências: o que fazer?	Giz, quadro, embalagens vazias para demonstração.	Discussão com os estudantes mostrando imagens de alimentos que, se ingeridos em excesso, são maléficos a saúde. Análise das embalagens vazias.
3)	Discussão e análise da tecnologia relacionada ao tema social	De onde vem os alimentos e como são produzidos?	Giz, quadro, embalagens vazias de alimentos.	Discussão acerca de como os alimentos são produzidos, a obesidade e sua relação com o

		<i>Como saber que um alimento é industrializado e que tem conservantes?</i>		<i>consumo excessivo de alimentos industrializados e com conservantes. Análise das embalagens vazias.</i>
--	--	---	--	--

2º Momento: Organização do Conhecimento

Etapas	2º Momento: Organização do Conhecimento	Conteúdos	Recursos	Estratégias
4)	Estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida	<i>Alimentação saudável; Alimentos naturais; alimentos industrializados.</i>	<i>Embalagens de leite e de alimentos que contém conservantes.</i>	<i>Discussão sobre o que é alimentação saudável; alimentos naturais; alimentos industrializados.</i>
5)	Estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado	<i>Técnicas de conservação de alimentos; Uso de conservantes.</i>	<i>Embalagens de leite e de alimentos que contém conservantes.</i>	<i>Discussão acerca da importância dos conservantes.</i>

3º Momento: Aplicação do conhecimento

Etapas	3º Momento: Aplicação do conhecimento	Temática	Recursos	Estratégias
6)	Retomada das questões propostas para discussão no primeiro momento pedagógico.	<i>Alimentação inadequada</i>	<i>Giz, quadro, pirâmide alimentar, embalagens de alimentos.</i>	<i>Exemplificar alimentos saudáveis e não saudáveis; Diferenciar alimentos industrializados dos naturais.</i>
7)	Análise e discussão de novas situações	<i>Consequências e doenças da alimentação inadequada.</i>	<i>Giz, quadro, pirâmide alimentar, embalagens de alimentos.</i>	<i>Debater sobre as principais doenças que podem ser causadas por alimentação incorreta; Relacionar com a prevenção das mesmas a partir da alimentação. Debater sobre possíveis alternativas para</i>

				evitar doenças e associar os mesmos com os hábitos alimentares.
8)	Produto da aula elaborado pelos estudantes	Montagem da pirâmide alimentar individualmente, utilizando recortes e desenho sobre a percepção de alimentos saudáveis e não saudáveis. Capacidade de associar a alimentação saudável com a boa condição do corpo humano.	Cópia da atividade alimentos naturais x alimentos industrializados. Papel, cola, tesoura, revistas para recortes.	Confecção de uma nova pirâmide alimentar em uma folha de papel. Apresentação da pirâmide alimentar relacionada com a alimentação saudável.

3. Descrição do desenvolvimento de cada momento pedagógico.

1º Momento Pedagógico: Problematização inicial a partir da introdução de um problema social para a turma de estudantes especiais que é a “obesidade infantil”. Foi desenvolvida uma discussão e análise da questão social original e da tecnologia relacionada ao tema social (alimentos naturais e industrializados).

Figura 1: Estudantes colando imagem de alimentos na Pirâmide Alimentar

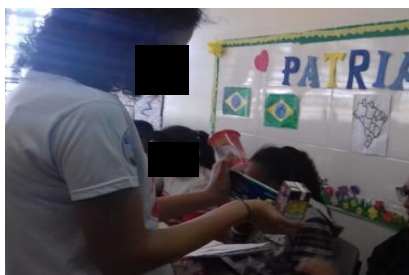


2º Momento Pedagógico: Organização do conhecimento definido em função do tema social e da tecnologia introduzida e estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado (embalagens e conservação do alimento). Pibidianas explicando acerca da composição dos alimentos, sobre os alimentos industrializados e alguns exemplos.

Figura 2. Organização do conhecimento pelas pibidianas



Figura 3: Pibidiana mostrando à aluna exemplos de alimentos industrializados



3º Momento Pedagógico:

Figura 4: Aluno(a) desenhando e escrevendo os alimentos que considera saudável e não saudável



Neste momento, são retomadas as questões propostas que foram discutidas no primeiro momento pedagógico, análise e discussão de novas situações e apresentação do produto da aula elaborado pelos estudantes

Fonte: acervo dos autores (PIBID Ciências – UFVJM, 2019)

❖❖❖ SÍNTESE

O que é?

A proposta CTS abrange definições e compreensões distintas. Primeiramente podemos dizer que não é uma *metodologia*. *Como Movimento*: refere-se às discussões CTS num contexto mais amplo, enquanto situação de intervenção social. *Como Enfoque*: refere-se às repercussões do Movimento CTS no contexto educacional. *Como Abordagem*: refere-se às diversas maneiras de abordar as relações CTS no contexto da Educação Científica.

O que diz?

Atualmente, existem muitos trabalhos na literatura que discutem a *Educação CTS* (como enfoque e abordagem). Para o seu entendimento, recomendamos especial atenção à origem do movimento e estudos CTS; ao motivo de desenvolver a educação CTS; à característica da tríade C-T-S; ao desenvolvimento do enfoque CTS e às possibilidades e limitações do seu desenvolvimento no contexto escolar. O mais importante é que as pesquisas indicam que a educação CTS tem a capacidade de: proporcionar aos estudantes meios para emitirem julgamentos conscientes sobre os problemas da sociedade; proporcionar uma perspectiva mais rica e mais realista sobre a história e a natureza da ciência e da tecnologia; tornar a ciência mais acessível e mais atraente a estudantes de diferentes capacidades e sensibilidades, e preparar os jovens para o papel de cidadãos numa sociedade democrática.

Como?

Propomos uma abordagem CTS a partir do trabalho de Santos e Mortimer (2002) (Quadro 6) e organizado a partir dos Três Momentos Pedagógicos (ver Capítulo 2) que tem o objetivo de desenvolver a tríade C-T-S da Figura 3 (Quadro 8). Esta proposta busca se articular com a BNCC ou com o Currículo Referência de cada Estado para desenvolver a Unidade Temática (UT) e Objetos de Conhecimento (OC) propostos pela Base. Essa opção em articular a BNCC com o enfoque CTS tem o objetivo de diminuir a dificuldade dos docentes da educação básica em trabalhar diferentes conteúdos nesta perspectiva.

Quais limites e possibilidades?

Possibilidades: mudanças na percepção da relação CTS; renovações de atitudes; superação do ensino propedêutico; assimilação e aplicação de conteúdos científicos escolares no dia a dia dos estudantes (STRIEDER, 2012).

Limites: a necessidade de conhecimentos interdisciplinares e curriculares profundos para articular os conteúdos com contextos reais; o tempo e esforço necessários para o planejamento das atividades; os modos de avaliação; desconforto ao abordar temas controversos; desconhecimento de aspectos históricos, da natureza da ciência e da tecnologia e a reprodução de processos tradicionais de ensino (RODRÍGUEZ; DEL PINO, 2019).

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J. A.; ALONSO, Á. V.; MASSERO, M. A.; P. ACEVEDO, R. Creencias sobre la tecnología y sus relaciones con la ciencia. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, v. 2, n. 3, p. 353–376, 2003. Disponível em: <https://bit.ly/3p1YShE>. Acesso em: 15 jan. 2021.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 2002. 248 f. Tese (Doutorado em Educação) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/82610>. Acesso em: 10 fev. 2021.

AULER, D *et al.* Abordagem Temática: Temas em Freire e no Enfoque CTS. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 6, 2007, Florianópolis. **Anais eletrônicos [...]**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007, 11 p. Disponível em: https://abrapecnet.org.br/atas_enpec/vienpec/CR2/p721.pdf. Acesso em: 22 nov. 2021.

BAZZO, W. A. (Org.). **Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: OEI, 2003.

BERNANDO, J. R. Da R.; VIANNA, D. M.; SILVA, V. H. D. A construção de propostas de ensino em Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) para abordagem de temas sociocientíficos. In: AULER, D.; SANTOS, W. L. P. dos. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendência e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

BRASIL, MEC, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL, Secretaria de Educação Básica (SEB) e Departamento de Políticas de Ensino médio. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. 1 ed. São Paulo: Gaia, 2010.

DAGNINO, R.; SILVA, R. B. da; PADOVANNI, N. Por que a educação em ciência, tecnologia e sociedade vem andando devagar? In: AULER, D.; SANTOS, W. L. P. dos. **CTS e educação científica: desafios, tendência e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.

DAGNINO, R.; THOMAS, H.; DAVYT, A. El Pensamiento em Ciencia, Tecnología y Sociedad em Latinoamérica: una interpretación política de su trayectoria. In: DAGNINO, R.; THOMAS, H. **Ciência, Tecnología e Sociedade: uma reflexão latino-americana**. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DIGIRONIMO, N. What is Technology? Investigating Student Conceptions about the Nature of Technology. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 10, p. 1337–1352, 2011.

FERNANDES, G. W. R.; RODRIGUES, A. M., FERREIRA, C. A. Elaboração e validação de um instrumento de análise sobre o papel do cientista e a natureza da ciência e da tecnologia. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 23, n. 2, 2018.

FOUREZ, G. **Alfabetización Científica y Tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Traducción: Elsa Gómez de Sarriá. Buenos Aires: Ediciones Colihue, 1997.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo**. São Paulo: EPU, 1987.

KUHN, T. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1982.

MARTINS, I. P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 1, 2002. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen1/REEC_1_1_2.pdf. Acesso em: 14 out. 2021.

PORTO, M. De L. O.; TEIXEIRA, P. M. M. A articulação da tríade CTS: reflexões sobre o desenvolvimento de uma proposta didática aplicada no contexto da EJA. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 124-144, 2016. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/241>. Acesso em 14 set. 2021.

RICARDO, E. C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização**: dos Parâmetros Curriculares Nacionais a uma compreensão para o Ensino das Ciências. 2005. 249 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/102668>. Acesso em 15 fev. 2021.

RICARDO, E. C. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, Bauru, v. 1, número especial, 2007. Disponível em: <http://200.133.218.118:3537/ojs/index.php/cienciaeensino/article/download/160/113>. Acesso em 10 dez. 2021.

RODRÍGUEZ, A. S. M.; DEL PINO, J. C. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na reconstrução da identidade profissional docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 24, n. 2, pp. 90-119, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3gZfVws>. Acesso em: 14 dez. 2021.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 02, n.2, p. 1-23, dez. 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/QtH9SrxpZwXMwbpfpps5jqRL/>. Acesso em: 10 dez. 2021.

SOUZA CRUZ, S. M. S. C. de; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In PIETRECOLA, M. (Org.). **Ensino de Física. Conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2 ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2005. 236p.

STRIEDER *et al.* Abordagem de temas na pesquisa em Educação em Ciências: pressupostos teórico-metodológicos. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8, 2011, Campinas. **Anais eletrônicos [...]**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2011. 13 p. Disponível em: <https://bit.ly/35f73A3>. Acesso em: 11 nov. 2021.

STRIEDER, R. **Abordagem CTS na Educação Científica no Brasil: Sentidos e Perspectivas**. 2011. 283 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3s4MWO3>. Acesso: 18 fev. 2021.

TOMAZELLO, M. G. C. O Movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade - Ambiente na Educação em Ciências. In: Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente, 1, 2009, **Anais eletrônicos [...]**. Cascavel: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2009. 7 p. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/read/17214145/o-movimento-ciencia-tecnologia-sociedade-unioeste>. Acesso em: 12 nov. 2021.

VILCHES, A.; GIL PÉREZ, D.; PRAIA, J. Do CTS a CTSA: Educação por um futuro sustentável. In: AULER, D.; SANTOS, W. L. P. dos. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendência e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011.