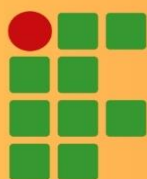


— ✦ PRODUTO EDUCACIONAL ✦ —

MATERIAL DIDÁTICO FORMATIVO

PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE
PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA
A MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO E
ENSINO CTSA

CIÊNCIA - TECNOLOGIA - SOCIEDADE - AMBIENTE



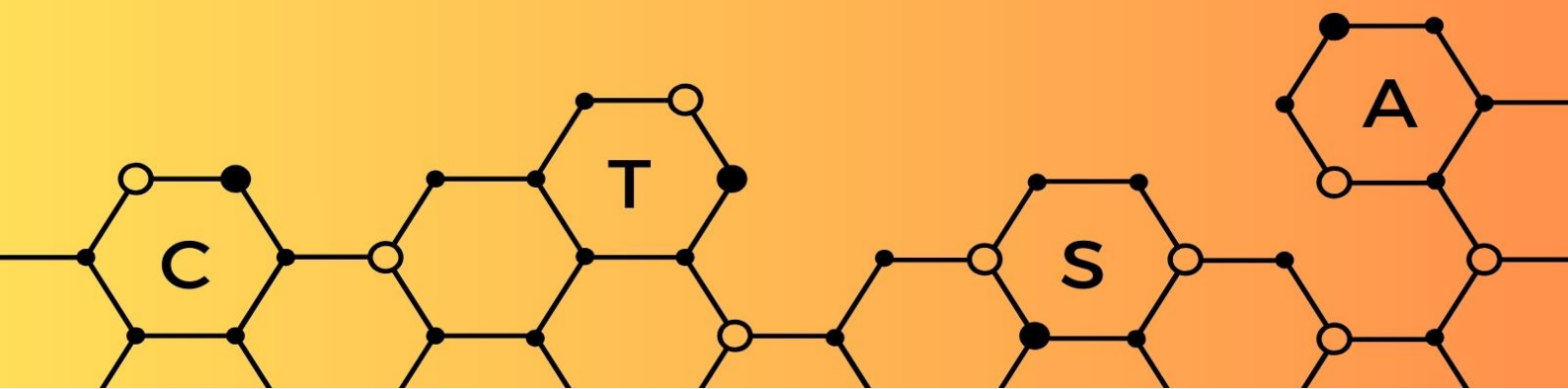
**INSTITUTO
FEDERAL**

Goiás

Câmpus
Jataí

RONI FRANÇA SILVA

ROSENILDE NOGUEIRA PANIAGO



**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input checked="" type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: Material Didático | |

Nome Completo do Autor: Roni França Silva

Matrícula: 20231020280078

Título do Trabalho: PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA (CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE)

Autorização - Marque uma das opções

1. Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ___/___/___ (Embargo);
3. Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
 Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí,
Local

30/09/2024
Data



Documento assinado digitalmente
RONI FRANÇA SILVA
Data: 30/09/2024 10:55:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input checked="" type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: Material Didático | |

Nome Completo do Autor: Roni França Silva

Matrícula: 20231020280078

Título do Trabalho: PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA (CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE)

Autorização - Marque uma das opções

- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ___/___/____ (Embargo);
- Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- O documento está sujeito a registro de patente.
 O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
 Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Jataí,
Local

30/09/2024
Data



Documento assinado digitalmente
ROSENILDE NOGUEIRA PANIAGO
Data: 01/10/2024 14:28:33-0300
verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA



PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A
MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA (CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
SOCIEDADE E AMBIENTE)

Roni França Silva
Rosenilde Nogueira Paniago

Produto Educacional vinculado à dissertação:

**Formação Inicial de Professores de Ciências no Programa de Residência
Pedagógica para a Mobilização da Educação CTSA (Ciência, Tecnologia,
Sociedade e Ambiente)**

JATAÍ
2024

Autorizo, para fins de estudo e de pesquisa, a reprodução e a divulgação total ou parcial desta dissertação, em meio convencional ou eletrônico, desde que a fonte seja citada.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Silva, Roni França.

Proposta de formação de professores de Ciências para a mobilização da educação e ensino CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente): Produto Educacional vinculado à dissertação: Formação inicial de professores de Ciências no programa de residência pedagógica para a mobilização da educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) [manuscrito] / Roni França Silva. - 2024.

58 f.; il.

Orientadora: Profa. Dra. Rosenilde Nogueira Paniago.

Produto Educacional (Mestrado) – IFG – Material Didático – Câmpus Jataí, Programa de Pós – Graduação em Educação para Ciências e Matemática, 2024.

Bibliografias.


1. Alfabetização científica. 2. C&T. 3. CTSA. 4. Educação científica. 5. Ensino de Ciências. 6. Residência pedagógica. I. Paniago, Rosenilde Nogueira. II. IFG, Câmpus Jataí. III. Título.

RONI FRANÇA SILVA

**PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS PARA A
MOBILIZAÇÃO DA EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA (CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
SOCIEDADE E AMBIENTE)**

Produto educacional apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Educação para Ciências e Matemática, defendido e aprovado, em 26 de setembro de 2024, pela banca examinadora constituída por: **Profa. Dra. Rosenilde Nogueira Paniago** - Presidente da banca/Orientadora - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano); **Prof. Dr. Carlos Cezar da Silva** - Membro interno - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG), e **Prof. Dr. Manuel Filipe Pereira da Cunha Martins Costa** - Membro externo - Universidade do Minho (Uminho). A sessão de defesa foi devidamente registrada em ata que depois de assinada foi arquivada no dossiê do estudante.


Documento assinado digitalmente

 **ROSENILDE NOGUEIRA PANIAGO**
Data: 30/09/2024 16:08:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(assinado eletronicamente)

Prof.^a Dra. Rosenilde Nogueira Paniago
Presidente da Banca (Orientadora – IF Goiano)

Documento assinado digitalmente

 **CARLOS CEZAR DA SILVA**
Data: 30/09/2024 21:09:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Carlos Cezar da Silva
Membro interno (IFG)

(assinado eletronicamente)

Prof. Dr. Manuel Filipe Pereira da Cunha Martins Costa
Membro externo (Uminho)

Assinado por: **Manuel Filipe Pereira da Cunha Martins Costa**
Num. de Identificação: 06299609
Data: 2024.09.30 19:56:39+01'00'

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

7

MÓDULO 1 – O CAMPO CTSA

8

MÓDULO 2 – A CIÊNCIA

17

MÓDULO 3 – A TECNOLOGIA

25

MÓDULO 4 – AS RELAÇÕES CTSA

34

MÓDULO 5 – EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA

42

APRESENTAÇÃO

“Há, aqui, um convite à rebeldia. Um ensino mais político não se anuncia, se faz. Ele ocorre quando mostramos a serviço de quem está a Ciência que nós ensinamos. Ele acontece quando nós delimitamos espaços e fazemos ocupações. Quando caracterizamos e marcamos o lado no qual nós estamos” (Chassot, 2018, p. 135)

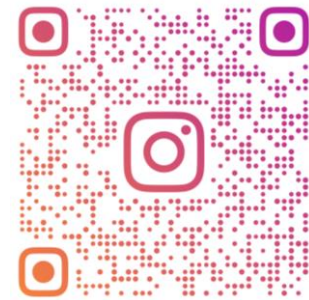
Professor (a),

Este material didático formativo é um **Produto Educacional** parte integrante da pesquisa intitulada “Formação Inicial de Professores de Ciências no Programa de Residência Pedagógica para a Mobilização da Educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente)”, realizada no contexto do Mestrado Profissional em Educação para Ciências e Matemática, curso ofertado pelo Instituto Federal de Goiás, Câmpus Jataí.

A pesquisa teve como objetivo contribuir com a formação inicial de futuros professores de Ciências para a mobilização da Educação CTSA. Para isso, foi necessário elaborar este material, que pode ser utilizado por outros professores em formação. Assim, a finalidade deste material didático é fornecer saberes teórico-práticos sobre o campo CTSA, apoiando-os na elaboração de propostas didáticas nessa perspectiva, a fim de promover a educação científica no contexto escolar.

Este material didático é composto por **sequências de textos, videoaulas** e sugestão de **conteúdos complementares**. Em cada temática apresentada será feita uma breve sinalização teórico-prática para contextualizar o tema e suscitar os leitores a aprofundarem o estudo nos referenciais teóricos indicados. Para a hospedagem dos vídeos, foi criado um perfil no *Instagram*, que pode ser acessado através do link abaixo ou Código QR ao lado.

https://www.instagram.com/ensino.ctsa?igsh=YzZhNWs5eW85bjk3&utm_source=qr



O material está organizado em módulos, em que cada um aborda uma importante temática, conforme o quadro abaixo.

Módulos e Temáticas

MÓDULOS	TEMÁTICAS
1	O campo CTSA
2	A Ciência
3	A Tecnologia
4	As relações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
5	Educação e Ensino CTSA

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

MÓDULO 1

O CAMPO CTSA

Objetivo

- › Conhecer o campo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), seus fundamentos, finalidades e contexto histórico de surgimento.

Orientações

Para o melhor desenvolvimento e aproveitamento do Módulo e seu conteúdo, sugerimos seguir o fluxo abaixo, na respectiva ordem:

- › Leitura do Texto de apoio do Módulo 1
- › Estudo do conteúdo complementar do Módulo 1
- › Assistir ao vídeo referente ao Módulo 1
- › Elaborar uma síntese sobre o que aprendeu no Módulo 1

*“A população precisa decidir se deseja continuar no caminho atual, e só poderá fazê-lo quando estiver em plena posse dos fatos. Nas palavras de Jean Rostand, **a obrigação de suportar nos dá o direito de saber**”.*
(Rachel Carson, 2010, p. 28)

**TEXTO DE APOIO DO
MÓDULO 1****O CAMPO CTSA**

O campo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) se contrapõe à visão clássica do modelo linear de desenvolvimento, o qual afirma que o progresso científico leva ao progresso tecnológico, que, por sua vez, impulsiona o progresso econômico e, conseqüentemente, o progresso social. Essa relação pode ser melhor exemplificada por meio da equação abaixo, apresentada por Crispino (2017).

$$+ \text{CIÊNCIA} \equiv + \text{TECNOLOGIA} \equiv + \text{RIQUEZA} \equiv + \text{BEM-ESTAR SOCIAL}$$

Cabe aqui fazer algumas indagações iniciais: Será que essa equação é totalmente verdadeira? teremos necessariamente um maior bem-estar social com mais ciência e tecnologia? Enquanto você reflete sobre esses questionamentos, permita-me trazer algumas considerações que o ajudará a pensar a respeito.

No período Pós-Segunda Guerra Mundial, o mundo vivenciou um rápido avanço científico e tecnológico, trazendo consigo uma série de questões e desafios relacionados ao impacto das novas tecnologias na sociedade. Entre as décadas de 1960 e 1970, ocorreram diversos eventos marcantes, como a Guerra do Vietnã e a crescente preocupação com a degradação ambiental, impulsionando a reflexão sobre o papel da ciência e da tecnologia (CT) para a sociedade. Com efeito, começou-se a questionar a ideia de que a ciência e a tecnologia eram neutras e objetivas, apontando para a necessidade de analisar o contexto social, político e econômico em que ambas estavam inseridas.

Na linha do tempo a seguir, procuramos sintetizar, a partir de García *et al* (1996), eventos históricos que evidenciam a não sustentação do modelo linear de desenvolvimento, sobretudo quanto ao bem-estar social prometido pelo referido modelo. Tais eventos levaram ao surgimento de movimentos ativistas que chamavam a atenção para a necessidade de se discutir os impactos sociais e ambientais que surgiam da chamada “era da prosperidade tecnológica”.

CRONOLOGIA DE FRACASSOS

Adaptado de Garcia *et al* (1996)

Projeto Manhattan - O desenvolvimento científico leva à criação de uma nova Tecnologia - a Bomba Atômica. Três anos depois um avião lança sobre as cidades de Hiroshima e Nagasaki a Little Boy, primeira bomba atômica de urânio. O sucesso dos artefatos Tecnológicos põe fim a segunda grande guerra, com a vitória dos EUA sobre seu inimigo. Mais tarde desvelou-se as consequências sociais para os sobreviventes desse episódio.

1942

O reator nuclear de Windscale, na Inglaterra, sofre um grave acidente, criando uma nuvem radiativa que se desloca pela Europa Ocidental. No mesmo ano explode nos Montes Urais o depósito nuclear Kyshtym, contaminando uma grande extensão ao redor da antiga URSS.

1957

O medicamento Talidomida é proibido na Europa depois de causar mais de 2500 defeitos congênitos em bebês. Muitos outros casos de malformação são constatados em países do terceiro mundo, e também no Brasil. A Talidomida estava relacionada a ocorrência de deformidades nos membros superiores e inferiores (braços e pernas encurtados ou ausentes, mãos e pés malformados).

1961

Afunda o submarino nuclear USS Thresher. O mesmo acontece com mais quatro submarinos nucleares soviéticos nos anos seguintes.

1963

Cai um avião B-52 com quatro bombas de hidrogênio perto de Palomares (Almería), contaminando uma ampla área com radioatividade.

1966

O petroleiro Torry Canyon sofre um acidente e espalha uma grande quantidade de petróleo nas praias do sul da Inglaterra. A contaminação por petróleo converte-se, desde então, em algo comum em todo o mundo.

1967

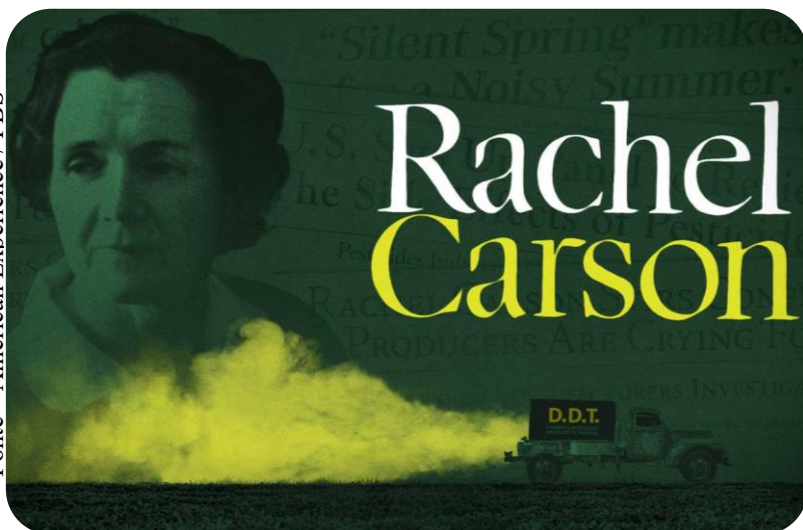
Ao analisar a linha do tempo, é possível depreender as contradições do modelo linear de desenvolvimento. Sobre isso, Chrispino (2017) esclarece que o desenvolvimento científico e tecnológico

“Traz vantagens e benefícios, além de efeitos secundários que podem surgir a curto, médio e longo prazos, e que existem grupos sociais que além de não serem beneficiados com o resultado tecnológico, podem sofrer perdas e restrições com a disseminação do aparato tecnológico”.

------(Chrispino, 2017, p.10) -----

Por certo, percebe-se que a ideia de ciência e tecnologia como portadoras de bondade e progresso, necessariamente acompanhados de bem-estar social, não é totalmente verdadeira. Com efeito, ao longo do tempo, essa concepção clássica do modelo linear de desenvolvimento foi objeto de críticas e questionamentos, especialmente a partir das últimas décadas do século XX, momento em que surgiram movimentos ativistas e personalidades que destacaram as implicações negativas e os dilemas éticos associados ao desenvolvimento científico e tecnológico. Entre as personalidades, destacamos:

Fonte – American Experience / PBS



Para saber mais sobre Rachel Carson e Primavera Silenciosa, assista ao documentário acessando o Código QR ou link abaixo:



https://youtu.be/iWE1EYvCzyM?si=v5lOOI8kkBb_bkhN

Em 1962, a bióloga estadunidense Rachel Carson (1907-1964) publicou “Primavera Silenciosa”, uma das obras mais impactantes do século XX. Pereira (2012, p.1) afirma que o livro “é considerado o primeiro alerta mundial contra os efeitos nocivos do uso de pesticidas (em especial o DDT) na agricultura”. A obra de Carson influenciou a criação da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, além de inspirar movimentos ambientalistas em diversos países.

O DDT foi desenvolvido em 1874, sendo utilizado inicialmente no combate a piolhos, mosquitos e outros insetos transmissores de doenças como malária, febre amarela, tifo e outras. Foi considerado uma descoberta revolucionária, rendendo ao seu criador, o químico Paul Hermann Muller, o Prêmio Nobel de medicina em 1948.

Após a segunda grande guerra, o DDT foi introduzido no combate a insetos que prejudicavam as plantações agrícolas. No entanto, em pouco mais de dez anos, surgiram relatos de contaminação da água e do solo, assim como a morte de animais.

Pereira (2012), lembra que, no ano de 1958, Carson recebeu uma carta de Olga Huckins, uma amiga jornalista, mencionando a triste cena de pássaros mortos em seu quintal, resultado das pulverizações aéreas com DDT. Esse incidente foi o ponto crucial que motivou Carson a pesquisar os efeitos deletérios do DDD durante quatro anos e a escrever "Primavera Silenciosa".

*“Em áreas cada vez maiores dos Estados Unidos, a **primavera** chega agora sem ser anunciada pelo regresso dos pássaros, e as manhãs, outrora preenchidas pela beleza do canto das aves, estão estranhamente **silenciosas**”.*

----- (Carson, 2010, p.96) -----

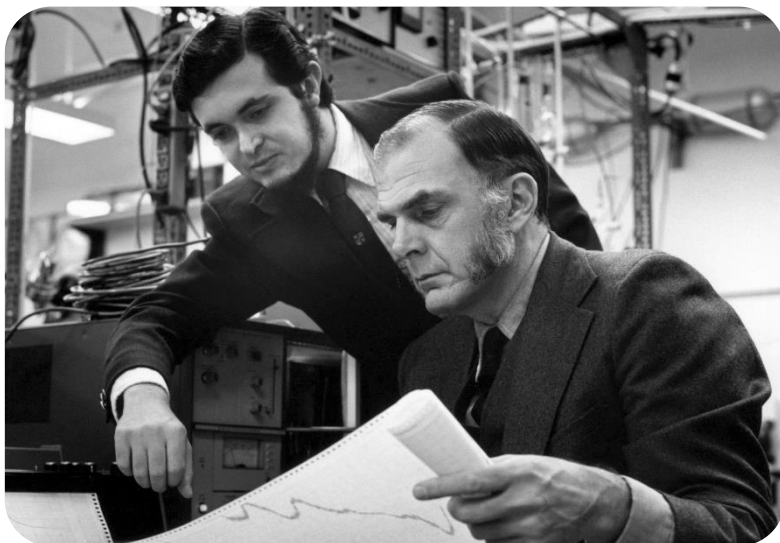
Em seu livro, Carson expôs diversos impactos negativos do uso do DDT. As aplicações não apenas exterminavam as pragas, como insetos, ervas daninhas e fungos, mas também dizimavam muitas outras espécies, incluindo os predadores naturais dessas pragas. Ela demonstrou que esse pesticida afetava todo o ecossistema, contaminando o solo, a água, a fauna e a flora, entrando na cadeia alimentar e chegando aos seres humanos.

Por ser um tema polêmico, Carson despertou reações negativas por parte dos produtores de agrotóxico e cientistas comprometidos com essa produção, que se uniram com o intuito de desacreditá-la. Pereira (2012) afirma que, apesar de toda a perseguição, as denúncias feitas por Carson em “Primavera Silenciosa”, levaram, décadas depois, à proibição do DDT em vários países. É uma pena que ela não tenha podido ver os frutos de seu trabalho, uma vez que Carson faleceu em decorrência de um câncer em 1964.

Ainda hoje, Rachel Carson é considerada a principal expoente do movimento ecologista/ambientalista de caráter político. Pereira (2012) nos lembra que, para Carson, a humanidade estava em guerra com a natureza, trilhando um caminho equivocado que resultava em riscos introduzidos pelo próprio ser humano. E que, em nome do avanço científico, os pesticidas eram promovidos como a melhor solução para erradicar pragas

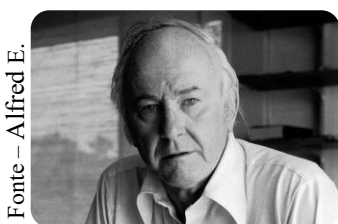
na agricultura e, assim, resolver o problema da fome. Contudo, isso não se concretizou, pois os insetos desenvolveram resistência aos agrotóxicos e ainda há muitas pessoas passando fome.

-Mario
Molina-
e
-Sherwood
Rowland-



Fonte – Nobel Prize

Mario Molina e Sherwood Rowland foram dois cientistas que se destacaram por suas contribuições na pesquisa sobre a destruição da camada de ozônio, na década de 70. Em 1995, receberam o Prêmio Nobel de Química pelos seus estudos que indicaram que os clorofluorcarbonetos (CFCs), gases presentes em refrigeradores, aparelhos de ar condicionado e outras aplicações, ao serem liberados na atmosfera, acabavam alcançando a camada de ozônio e causando sua destruição. Suas descobertas foram fundamentais para a conscientização global e para a implementação do Protocolo de Montreal, um acordo internacional para reduzir a produção e o uso de substâncias que provocam a redução do gás ozônio na atmosfera terrestre.



Fonte – Alfred E.

Vance Packard e a Obsolescência Programada

Em 1960, Packard escreveu o livro “A Estratégia do Desperdício”, onde aborda e critica a questão da obsolescência programada, que se refere à prática da indústria de projetar produtos de consumo com uma vida útil limitada, com o objetivo de incentivar os consumidores a substituí-los mais frequentemente. Essa estratégia é empregada deliberadamente por empresas para aumentar as vendas e os lucros, criando uma cultura de consumo excessivo e a geração de resíduos.

Saiba mais sobre
Obsolescência
Programada acessando o
Código QR ou link abaixo



https://youtu.be/U6KUp_n9GV4?si=HNu4eVdx-KzBf3hm

Em síntese, personalidades do meio científico e grupos de ativistas buscavam chamar a atenção para os riscos a que os cidadãos estavam expostos em relação ao desenvolvimento de certas tecnologias, como a energia nuclear, os mísseis balísticos, os CFCs, os agrotóxicos e as primeiras discussões sobre o impacto de pesquisas genéticas, entre outros. Santos (2011, p.23) lembra que “o movimento CTSA surgiu num contexto de críticas ao modelo desenvolvimentista com forte impacto ambiental [...], como também em função de uma mudança da visão sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade”.

Temos, então, que é nesse contexto que emerge o movimento CTSA, buscando uma abordagem mais ampla, crítica e reflexiva acerca das complexas interações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente, principalmente no que se refere aos impactos e consequências. Portanto, CTSA busca instrumentalizar os cidadãos para que melhor compreendam como os conhecimentos científicos e as tecnologias impactam a sociedade e o ambiente, e como a sociedade influencia a produção da ciência e da tecnologia.

Chripino (2017, p. 22) lembra que o campo CTSA chama atenção para que os especialistas em Ciência e Tecnologia entendam que “a interlocução com os cidadãos é indispensável e necessária, permitindo que se acolha maior participação social nos processos de decisão social envolvendo temas e aspectos que povoam o universo da Ciência e da Tecnologia”. Também, o autor recorda que esse campo busca questionar as concepções e visões tradicionais de CT, mas que, ao fazê-lo, **o campo CTSA não visa negar o conhecimento científico, mas sim desvelar sua natureza.**

“A missão central do campo CTSA tem sido a de expressar a interpretação da ciência e da tecnologia como um processo social”.

------(Chripino, 2017, p. 17) -----

Para além, é pertinente realçar a existência de dois termos que se referem ao mesmo movimento: CTS e CTSA, comumente encontrados nos estudos sobre a temática. Conforme sinaliza Pinheiro *et al* (2022), CTSA (com o acréscimo da letra A) objetiva enfatizar a questão ambiental. Todavia, Siqueira e colaboradores (2021, p. 17) esclarecem que “nem sempre é possível diferenciar os movimentos em relação aos estudos em si, uma vez que a questão ambiental é foco dos dois movimentos, inclusive considerada como ponto de partida para a criação destes”. Consideramos, portanto, o ambiente como inerente à sociedade, um elemento indissociável.

CONTEÚDO COMPLEMENTAR

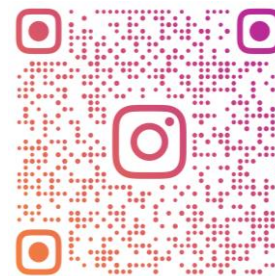
Texto 1: CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, 2017. (Cap. 01) Disponível em https://drive.google.com/file/d/1U0gbdD5N0135K0CAN9CeicKCl_3oxDgy/view?usp=drive_link

Texto 2: SIQUEIRA, G.; C.; de; et al. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1vIjZic2Cg9xzc104276zzZl9C7cOjSGk/view?usp=drive_link

Orientações

Professor (a), agora que você finalizou o estudo do **texto de apoio do módulo 1** e o **conteúdo complementar**, é muito importante que **assista ao vídeo** com o resumo do conteúdo do referido módulo, disponível no *Instagram*. Para ter acesso, utilize o link ou Código QR abaixo.

https://www.instagram.com/reel/C3kjR2iOpOr/?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=MzRIODBiNWFIZA==



Para concluir este módulo, sugerimos que, após a leitura do texto de apoio, do conteúdo complementar e de ter assistido ao vídeo, você **elabore uma síntese** do que aprendeu no módulo 1. Essa atividade de escrita pode ajudá-lo na reflexão e na fixação do conteúdo estudado. Para a escrita da síntese, você pode utilizar a sugestão de roteiro que elaboramos com os principais pontos abordados. ↓

ROTEIRO PARA A SÍNTESE DO MÓDULO 1

O que eu aprendi sobre:

- › O contexto de surgimento do movimento CTSA
- › As finalidades do campo CTSA
- › A relação do “A” (da sigla CTSA) com o surgimento desse movimento

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NO MÓDULO 1

- BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. Do. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero América**. OEI-Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.
- CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.
- CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. *Iberciência*, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/147/109>. Acesso em: 15 dez. 2023.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M.; LÓPEZ CERREZO, J.A.; LUJÁN, J.A. **Ciencia, Tecnología y Sociedad** – Una introducción al estudio social de La ciencia y La tecnología. Madrid: Tecnos, 1996.
- PEREIRA, E. M. Rachel Carson, ciência e coragem”. **Ciência Hoje**, v. 50, p. 72-73, 2012. Disponível em: <http://cienciahoje.org.br/artigo/rachel-carson-ciencia-e-coragem>. Acesso: 06/01/2024.
- PINHEIRO, A, F.; MATTOS, R, F.; SILVEIRA, G, A.; LEITE, M, Q, S. Educação CTSA e aprendizagem baseada em problemas: possibilidade metodológica para o curso de bacharelado em ciência e tecnologias de alimentos. **Revista Ifes Ciência**, v. 8, n. 1, p. 1-25, 2022. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/1648>. Acesso em: 3 fev. 2024.
- SANTOS, W. L. P. dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Unb, 2011.
- SIQUEIRA, G.; C.; de; et al. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/14128>. Acesso em: 3 fev. 2024.

MÓDULO 2 A CIÊNCIA

Objetivos

- › Entender a Ciência como um processo de produção social, desnudando a ideia de Ciência herdada, neutra, positiva, individual e fechada nos laboratórios.

Orientações

Para o melhor desenvolvimento e aproveitamento do Módulo e seu conteúdo, sugerimos seguir o fluxo abaixo, na respectiva ordem:

- › Leitura do Texto de apoio do Módulo 2
- › Estudo do conteúdo complementar do Módulo 2
- › Assistir ao vídeo referente ao Módulo 2
- › Elaborar uma síntese sobre o que aprendeu no Módulo 2

*“Nos Estados Unidos do pós-guerra, a ciência era Deus, e a ciência era masculina”.
(Rachel Carson, 2010, p.12)*

TEXTO DE APOIO DO MÓDULO 2

A CIÊNCIA

Uma das características inerentes ao ser humano é a busca pela compreensão da realidade, e isso pode ocorrer de múltiplas formas, valendo-se do pensamento mítico, religioso e científico, a fim de explicar os fenômenos que se manifestam em seu dia a dia. Portanto, a ciência se apresenta como uma dessas diferentes formas de explicação, ou seja, aquilo que Omnès (1996) define como uma representação da realidade.

A partir de Bourdieu (1983), é possível depreender que as representações funcionam como lentes sem as quais somos incapazes de observar a realidade. Todavia, essas lentes nos distorcem o real, apesar do discurso permeado de interesses, de que a ciência é neutra. Por certo, a verdade objetiva da ciência é contestável, visto que Bourdieu (1983) sinaliza que tal verdade depende das condições sociais de sua produção, aqui entendidas como as disputas ocorridas no campo científico, campo este caracterizado como um espaço de lutas, com relações de força e monopólio como qualquer outro campo.

A CONCEPÇÃO HERDADA DE CIÊNCIA

Trata-se de uma visão tradicional e ingênua sobre a ciência. Bazzo *et al* (2003) trazem que, nesta concepção, a Ciência é vista como um empreendimento autônomo, objetivo, **neutro** e baseado na aplicação de um código de racionalidade – o método científico -, **distante de qualquer tipo de interferência** (sociais, políticos, psicológicos, ideológicos). Assim, essa concepção de ciência tende a enfatizar a busca pela verdade objetiva, a neutralidade e a imparcialidade dos cientistas, bem como a aplicação do método científico de forma linear e universal.

Nessa visão, a ciência é vista como um processo objetivo de descoberta e acumulação de conhecimento, em que as teorias e leis científicas são vistas como representações precisas e definitivas da realidade. Essa concepção se baseia na ideia de que a ciência é um empreendimento puramente racional, baseado em evidências empíricas e livre de influências subjetivas, emocionais ou sociais, retratando-a como uma atividade isolada dos demais aspectos da sociedade.

No entanto, é importante notar que essa concepção herdada da ciência é uma visão simplista e idealizada, pois a prática científica é complexa e influenciada por fatores sociais, culturais, políticos e econômicos. A ciência, enquanto empreendimento humano, está sujeita a vieses, pressões institucionais, interesses pessoais e paradigmas dominantes.

Há tempos, essa concepção tem sido alvo de críticas e questionamentos por parte de estudiosos da filosofia e sociologia da ciência, os quais destacam a importância de considerar o contexto social e histórico, a construção social do conhecimento científico e a influência de valores, interesses e poder nas práticas científicas.

Por isso, é importante reconhecer que a concepção herdada da ciência pode não capturar completamente a complexidade e a natureza social da atividade científica. Uma visão mais realista da ciência enfatiza sua natureza provisória e socialmente construída, reconhecendo a importância da reflexão crítica sobre as práticas científicas e seus impactos na sociedade.

A CIÊNCIA ENQUANTO PRÁTICA SOCIAL

Em “A estrutura das revoluções científicas” - livro com importantes considerações acerca do desenvolvimento científico -, Thomas Kuhn (1962) afirma que os grupos científicos têm uma existência dupla: uma dimensão social e uma dimensão cognitiva. A primeira refere-se às interações sociais que ocorrem dentro da comunidade científica, como a formação de grupos de pesquisa, a publicação de artigos, a participação em conferências e disputas por recursos e reconhecimento. Já a segunda diz respeito ao conhecimento, às teorias e aos métodos científicos desenvolvidos pelos membros da comunidade. Com efeito, essa dupla existência dos grupos científicos enfatiza a importância tanto dos aspectos sociais quanto dos cognitivos na prática científica, destacando como as interações sociais e o desenvolvimento do conhecimento estão intrinsecamente ligados na evolução da ciência.

Entendemos, a partir de Kuhn (1962), que a prática científica envolve aspectos como a interação entre cientistas em comunidades científicas, a atuação em instituições de pesquisa, a disputa por financiamento, a influência de políticas científicas e as colaborações internacionais. Certamente, tais elementos sociais desempenham um papel fundamental na determinação dos temas de pesquisa, nas metodologias adotadas, nas prioridades de investimento e na disseminação dos resultados científicos.

Os cientistas trabalham em contextos sociais específicos, e suas crenças, valores, preconceitos e interesses pessoais podem influenciar suas escolhas e interpretações. Além disso, os governos, as agências de financiamento e as instituições de pesquisa desempenham um papel importante na direção da pesquisa, ao definir prioridades e alocação de recursos. As pressões políticas, econômicas e sociais podem influenciar a seleção de tópicos de pesquisa, bem como a interpretação e divulgação dos resultados. Por isso, a ideia de neutralidade da ciência não se sustenta.

ALGUMAS CRENÇAS SOBRE A CIÊNCIA

No quadro abaixo, procuramos sintetizar, a partir de Chrispino (2017, *apud* Ziman, 1980), crenças que circundam a ciência e que o Campo CTSA objetiva desconstruir e ressignificar.

Cientificismo	Ideia de que qualquer atividade científica é valiosa, sem, contudo, analisar tais atividades e suas consequências.
Anticientificismo	Ideia oposta ao cientificismo, considerando como deletérias as atividades científicas e atribuindo-as todos os males sociais.
Método Científico	Ideia de que o método científico valida automaticamente todo conhecimento científico produzido, fazendo com que haja pouca discussão em sala de aula sobre a natureza da Ciência, seus limites e aplicações.
Positivismo	Mito atrelado ao cientificismo, no qual a ciência é vista como única forma de obter a verdade, podendo, em seu extremo, negar qualquer outra fonte de conhecimento que não científico
Ciência pura	Crença baseada na ideia de que os cientistas devem alcançar a ciência pura através da busca desinteressada pela verdade, sendo financiados pela sociedade, a qual irá receber em troca os benefícios que advirem da procura da verdade
Otimismo tecnológico	A crença de que qualquer coisa que seja tecnicamente possível será um dia desenvolvida
Visão instrumental da ciência	Ideia de que basta realizar pesquisas o suficiente sobre determinado tema para que qualquer objetivo seja atingido
Tecnocracia	Baseia-se no mito de que apenas cientistas ou especialistas podem dar conselhos confiáveis sobre quaisquer assuntos
Neutralidade moral da ciência	A crença de que a ciência é boa por natureza e que, por isso, na busca pela verdade não existiria a necessidade de se questionar se as ações feitas seriam éticas e humanas.

Fonte: adaptado de Chrispino (2017) e Ziman (1980)

A partir do quadro anterior, verifica-se várias semelhanças com a concepção herdada de ciência, caracterizada como uma visão tradicional e amplamente aceita da ciência que foi transmitida ao longo do tempo. Essa concepção geralmente enfatiza aspectos como objetividade, neutralidade, universalidade e a ideia de que a ciência é um empreendimento neutro, imparcial e livre de influências subjetivas.

Além disso, nessa concepção de ciência, acredita-se que o método científico é a única abordagem válida para obter conhecimento confiável sobre o mundo natural. Busca-se, também, por verdades universais e leis gerais que governam os fenômenos naturais, acreditando que a ciência progressivamente se aproxima da verdade absoluta por meio de um processo linear de acumulação de conhecimento.

Santos (2018) tece críticas ao modelo de ciência dominante (racionalidade científica). O autor argumenta que esse modelo não tolera o senso comum nem os estudos humanísticos, como estudos históricos, filosóficos e teológicos. Além disso, a racionalidade científica é descrita como totalitária, pois recusa atribuir caráter racional a todas as formas de conhecimento que não estejam em conformidade com seus princípios e regras metodológicas. Logo, entende e aceita apenas um tipo de conhecimento como verdadeiro, o que segue as suas normas.

Além disso, Santos (2018) sinaliza que esse modelo hegemônico está em crise e precisa ser superado por um novo paradigma, que ele chama de paradigma emergente. Este reconhece a diversidade e a pluralidade dos saberes, que não despreza o senso comum, a experiência, a imaginação e a utopia, respeita as diferenças culturais e busca uma emancipação social e ecológica.

Quem também contribui aqui é o mestre Chassot, ao considerar que

“Toda a construção da ciência moderna, representada por idealizadores famosos como Francis Bacon, René Descartes, Antoine Lavoisier, Charles Darwin e Galileu Galilei, gerou um espetacular avanço na construção de conhecimentos. Inegável e impressionante foi o êxito dessa Ciência na explicação e predição de fenômenos naturais, na cura e prevenção de doenças, na revolução dos transportes e na agricultura. Tal sucesso motivou uma crença, talvez cega ou um tanto míope, no poder da ciência. Poder esse que se materializava cada vez mais rapidamente pela construção de artefatos tecnológicos, capazes de gerar riqueza e bem-estar social”.

----- (Chassot, 2018, p. 12) -----

Todavia, Chassot (2018, p. 13) esclarece que a crença no desenvolvimento linear de Ciência, Tecnologia, Riqueza e Bem-estar social foi sendo percebida como um “outro vidro que pensávamos ser diamante”.

Em síntese, esclarecemos que a ideia de que a ciência progressivamente se aproxima da verdade absoluta por meio de um processo linear de acumulação de conhecimento não é totalmente verdadeira. Kuhn (1962) afirma que **a ciência não progride de maneira linear e contínua**, mas sim por meio de mudanças paradigmáticas que ele chama de "revoluções científicas". Ou seja, ocorrem mudanças nas concepções básicas, de forma que aquilo que era tido como verdade em determinado período da história deixa de ser em outro.

Além disso, é importante reconhecer que a ciência não existe em um vácuo, mas está enraizada em contextos sociais e é moldada por eles. Logo, **quando se fala que a ciência é uma prática social, quer dizer que ela é uma prática humana, feita por pessoas**. Por conta disso, “está impregnada de sentimentos e erros humanos”, (Chrispino, 2017, p. 40). O mesmo autor, citando estudos acerca da natureza da ciência, nos lembra que tais estudos vêm demonstrando que

“o conhecimento científico é socialmente construído, que a comunidade científica trabalha a partir de crenças e interesses, que os cientistas e grupos possuem valores prévios que, em alguma medida, interferem nas decisões que tomam.”

----- (Chrispino, 2017, p. 28) -----

Tem-se, portanto, que é muito difícil falar em ciência neutra quando esta é vista como uma atividade puramente social e humana, estando, assim, sujeita a interesses pessoais e também a pressões dos governos e das agências de financiamento.

Por fim, resgatamos Chassot (2018, p. 83), que defende a visão de Ciência como "uma linguagem para facilitar nossa leitura do mundo". Isso permite considerar que essa linguagem é um empreendimento humano, portanto, mutável e falível. Em outras palavras, o conhecimento científico não pode ser entendido como algo pronto e certezas absolutas.

CONTEÚDO COMPLEMENTAR

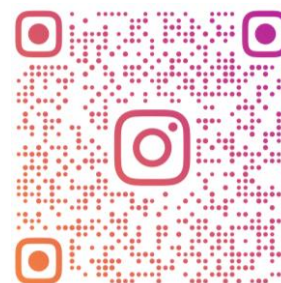
Texto 1: CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. *Iberciência*, n. 4, 2017. *Ciência & Ensino*, vol. 1, número especial, 2017. (Cap. 02). Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1qBxwWvNiVCbnJblfX5HPjy9aznePY-6/view?usp=drive_link

Texto 2: BERTOTTI, M. Resenha crítica da obra: “um discurso sobre as ciências”, de Boaventura de Sousa Santos. *Revista Direito em Debate*, v. 23, n. 41, p. 280–292, 2014. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1YMofT77CndpmC_G7cWghLRBbaTmPyDSB/view?usp=drive_link

Orientações

Professor (a), agora que você finalizou o estudo do **texto de apoio do módulo 2** e o **conteúdo complementar**, é muito importante que **assista ao vídeo** com o resumo do conteúdo do respectivo módulo, disponível no *Instagram*. Para ter acesso, utilize o link ou Código QR abaixo.

https://www.instagram.com/reel/C3kifYDOqxZ/?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=MzRIODBiNWFIZA==



Para concluir este módulo, sugerimos que, após a leitura do texto de apoio, do conteúdo complementar e de ter assistido ao vídeo, você **elabore uma síntese** do que aprendeu no módulo 2. Essa atividade de escrita pode ajudá-lo na reflexão e na fixação do conteúdo estudado. Para a escrita da síntese, você pode utilizar a sugestão de roteiro que elaboramos com os principais pontos abordados.

ROTEIRO PARA A SÍNTESE DO MÓDULO 2

O que eu aprendi sobre:

- › A concepção tradicional/herdada de ciência
- › A ciência enquanto prática social
- › A suposta neutralidade da ciência

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NO MÓDULO 2

BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. Do. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero América**. OEI-Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.

BOURDIEU, P. O campo científico. In: ORTIZ, Renato (org.). **Bourdieu – Sociologia**: coleção grandes cientistas sociais, vol. 39. São Paulo: Ática, 1983a. p. 122-155.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. 8. ed. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2018.

CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/147/109>. Acesso em: 15 dez. 2023.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Um Discurso sobre as Ciências**. São Paulo: Cortez, 2018.

KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções científicas**. 11ª Edição, São Paulo: Editora Perspectiva, 2011.

OMNÈS, R. **Filosofia da ciência contemporânea**. São Paulo: Editora da UNESP, 1996.

MÓDULO 3

A TECNOLOGIA

Objetivos

- › Entender a Tecnologia como um processo de produção social, e desconstruir algumas concepções e mitos sobre Tecnologia.

Orientações

Para o melhor desenvolvimento e aproveitamento do Módulo e seu conteúdo, sugerimos seguir o fluxo abaixo, na respectiva ordem:

- › Leitura do Texto de apoio do Módulo 3
- › Estudo do conteúdo complementar do módulo 3
- › Assistir ao vídeo referente ao Módulo 3
- › Elaborar uma síntese sobre o que aprendeu ao estudar o Módulo 3

Carson temia que “a tecnologia estivesse avançando em uma trajetória mais rápida do que o senso de responsabilidade moral da humanidade”.

(Rachel Carson, 2010, p.15)

TEXTO DE APOIO DO MÓDULO 3

A TECNOLOGIA

A definição de tecnologia não é algo simples, considerando que o termo "tecnologia" abrange uma gama ampla e variada de conceitos, processos e objetos. Todavia, acreditamos que, mais importante do que tentar chegar a uma definição correta de tecnologia, é compreendê-la em perspectiva ampla e crítica.

Bazzo *et al* (2003) escrevem que uma concepção ainda muito aceita sobre a relação ciência-tecnologia, subjacente ao modelo linear de desenvolvimento, é a que trata a tecnologia como ciência aplicada, sendo, portanto, a tecnologia redutível à ciência. Para os autores, fazer essa afirmativa é considerar que: *uma tecnologia é principalmente um conjunto de regras tecnológicas; as regras tecnológicas são consequências dedutíveis das leis científicas; e o desenvolvimento tecnológico depende da investigação científica.* Assim, nessa perspectiva, respaldada no Positivismo Lógico, a tecnologia era analisada como conhecimento prático que derivava diretamente da ciência, Bazzo *et al* (2003).

Para os positivistas, Bazzo *et al* afirmam que ↴

“As teorias científicas eram sobretudo conjuntos de enunciados que tratariam de explicar o mundo natural de um modo objetivo, racional e livre de qualquer valor externo à própria ciência. O conhecimento científico, para quem segue essa lógica filosófica, é visto como um processo progressivo e acumulativo, articulado através de teorias cada vez mais amplas e precisas que iam subsumindo e substituindo a ciência do passado”.

----- (Bazzo *et al*, 2003, p. 39) -----

Os mesmos autores apontam que, nessa lógica positivista, não se pode dizer que existe tecnologia sem uma teoria científica que a respalde. Todavia, poderiam existir teorias científicas sem contar com tecnologias. Os autores esclarecem que essa forma de ver a tecnologia é o que a literatura chama de Imagem Intelectualista da Tecnologia, e que, a partir dessa imagem intelectualista, é possível inferir ↴

“Que as teorias científicas são valorativamente neutras, ninguém pode exigir responsabilidades dos cientistas a respeito de suas aplicações, quando são postas em prática. Em todo caso, se tivesse que existir algum tipo de responsabilidade, esta deveria recair sobre aqueles que fazem uso da ciência aplicada, isto é, da tecnologia. As tecnologias, como formas de conhecimento científico, são valorativamente neutras”.

----- (Bazzo *et al*, 2003, p. 39) -----

Cachapuz *et al* (2005, p. 41) afirmam que é relativamente fácil questionar a visão que trata a tecnologia como ciência aplicada, bastando refletir sobre o “desenvolvimento histórico de ambas para perceber que a atividade técnica precedeu em milênios a ciência”. De igual modo, Bazo *et al* (2003) trazem que a ideia de tecnologia como ciência aplicada tem sido atacada pelos estudiosos da área, e os argumentos são os seguintes: *a tecnologia modifica os conceitos científicos; a tecnologia utiliza dados problemáticos diferentes dos da ciência; a especificidade do conhecimento tecnológico; e a dependência da tecnologia das habilidades técnicas.*

Além disso, os autores esclarecem que os argumentos acima não negam a existência de relações entre a ciência e a tecnologia, mas negam que essa relação seja exclusivamente aquela que trata a tecnologia como ciência aplicada. Bazzo *et al* (2003) lembram ainda que a ideia de tecnologia como ciência aplicada tem contribuído para que se dê pouca importância à análise da tecnologia, visto que, ao trata-la unicamente como ciência aplicada, desprende-se que é suficiente a análise da ciência, já que, entendendo a ciência, a tecnologia também será entendida.

ALGUMAS CONCEPÇÕES SOBRE TECNOLOGIA

Intelectualista	Compreende a tecnologia como um conhecimento prático derivado diretamente do desenvolvimento científico através de processos progressivos e acumulativos
Utilitarista	Considera a tecnologia como sendo sinônimo de técnica. Ou seja, o processo envolvido em sua elaboração não tem relação com a tecnologia, apenas a sua finalidade e utilização.
Tecnologia como sinônimo de ciência	Encara a tecnologia como sendo Ciência, com as mesmas lógicas e mesmas formas de produção.
Instrumentalista	Considera a tecnologia como sendo simples ferramentas, artefatos ou produtos, geralmente sofisticados
Neutralidade tecnológica	Ideia que a tecnologia não é boa nem má. Seu uso é que pode ser inadequado, não o artefato em si. Mas e a Bomba Atômica?
Determinismo tecnológico	Considera a tecnologia como sendo autônoma, auto evolutiva, e principal fonte promotora de mudanças sociais
Universalidade da tecnologia	Entende a tecnologia como sendo algo universal; um mesmo produto, serviço ou artefato poderia surgir em qualquer local e, conseqüentemente, ser útil em qualquer contexto.
Pessimismo tecnológico	Considera a tecnologia como algo nocivo e pernicioso para a sustentabilidade do planeta, responsável pela degradação do meio e pelo alargamento das desigualdades sociais.
Otimismo tecnológico	Compreende a tecnologia como portadora de mecanismos capazes sanar problemas ambientais, sociais e materiais.

Fonte: adaptado de Chrispino (2017, apud de Veraszto 2009)

Indo além, é pertinente aprofundar as discussões sobre alguns mitos relacionados à ciência e à tecnologia, como problematizado por Oliveira (2023) em referência aos estudos de Auler (2007). Acerca desses mitos, Oliveira esclarece

*“O **determinismo tecnológico** é definido pela capacidade da tecnologia em controlar a sociedade e produzir mudanças sociais, sendo um poder independente. A **perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia** legitima a ideia de que ambas levam necessariamente ao progresso da sociedade e de que o bem-estar dela está condicionado à criação de mais ciência e tecnologia. O endosso ao **modelo de decisões tecnocráticas** se dá pela visão de que ciência e tecnologia são neutras e capazes de construir soluções relevantes para os problemas da sociedade. Assim, os diversos setores sociais devem ser controlados para que o processo tenha estabilidade e condições de funcionamento proporcionando, finalmente, o bem-estar da humanidade”*
----- (Oliveira, 2023, p. 7) -----

É possível inferir que, de acordo com o **determinismo tecnológico**, a tecnologia é o principal motor de transformação social, sendo autônoma e não influenciada pela sociedade. Porém, é preciso esclarecer que a tecnologia é resultado de escolhas humanas, que podem ser questionadas, modificadas ou rejeitadas. Os seres humanos têm livre-arbítrio e responsabilidade sobre suas ações e criações, e não são meras vítimas da tecnologia que eles próprios criam.

Sobre a **perspectiva salvacionista da ciência e da tecnologia**, visualiza-se a ideia de que mais ciência e mais tecnologia são condições obrigatórias para resolver os diversos problemas sociais, e de que o bem-estar social está condicionado à criação de mais ciência e tecnologia. Chassot nos lembra que esta perspectiva está em sintonia com o modelo linear de desenvolvimento, o qual já se mostrou ser “vidro” em vez de “diamante”.

“A ciência e a tecnologia são desenvolvidas por poucos, mas a riqueza e o bem-estar cabem a um número ainda menor. Por razões sabidas os benefícios das criações humanas, decorrentes da ciência e da tecnologia, ainda se concentram nas mãos de poucos”.
----- Chassot, 2018, p. 13 -----

No que se refere ao **modelo de decisões tecnocráticas**, depreende-se que ele está alicerçado na ideia de que o técnico/especialista é quem melhor decide, em função de seu conhecimento. Assim, elimina os cidadãos da tomada de decisões no que se refere ao desenvolvimento e à aplicação da ciência e da tecnologia. Todavia, é importante lembrar que a sociedade é afetada o tempo todo pelas decisões tomadas pelos especialistas, então não seria prudente considerar e valorizar a participação dos cidadãos nessas decisões?

TECNOLOGIAS QUE IMPACTARAM A SOCIEDADE

Chrispino (2017) afirma que a sociedade moderna está bastante ligada à tecnologia, a qual influencia de forma decisiva as pessoas, as famílias e a sociedade como um todo. Este autor, citando Dyson (2001), apresenta quatro tecnologias que impactaram a sociedade, abrindo uma discussão sobre benefícios e malefícios dos sistemas e aparatos tecnológicos.

A tecnologia da impressão: permitiu que mais pessoas tivesse acesso ao conhecimento acumulado, algo que antes era restrito aqueles que tinham acesso à educação ofertada nos mosteiros.

As tecnologias de saúde pública: (abastecimento de água limpa, de tratamento de esgotos, de vacinação e de antibióticos) que não poderiam ficar restritas aos ricos visto que a contaminação do pobre por determinadas doenças põe em risco a chamada classe rica.

A tecnologia da mobilidade ascendente: surgida com a bicicleta motorizada e que foi se aperfeiçoando até os meios de transporte de massa ou os automóveis como os conhecemos hoje.

As chamadas tecnologias negativas são as da câmara de gás e de armas nucleares, por exemplo.

Fonte: adaptado de Chrispino (2017, *apud* de Dyson 2001)

Bazzo *et al* (2003) trazem importante discussão ao afirmar que as décadas de sessenta e setenta são de grande relevância quando se trata de entender temas relacionados com a regulação pública da tecnologia. Isso porque as décadas supracitadas acumularam diversas catástrofes relacionadas com a tecnologia (ver, por exemplo, a Cronologia de Fracassos, módulo 1), o que levou ao surgimento de movimentos ativistas que tinham a tecnologia como alvo de suas críticas, fazendo emergir na sociedade a suspeição acerca da inovação tecnológica.

Com efeito, o autor diz ser também nesse período que começa a se pensar em uma política mais intervencionista, onde o poder público desenvolve e aplica instrumentos objetivando o processamento do desenvolvimento científico e tecnológico, bem como a supervisão de seus efeitos sobre o meio ambiente e a sociedade.

Bazzo *et al* (2003) lembram que uma das mais importantes iniciativas desenvolvidas se refere aos instrumentos e mecanismos de avaliação de tecnologias. Consideram, também, que uma das atitudes mais importantes é a análise de impactos indiretos, algo que pode ser feito com qualquer tecnologia. Os autores trazem um exemplo desse tipo de análise, utilizando como estudo de caso a televisão.

IMPACTOS	
Primeira ordem	Nova fonte de entretenimento e diversão nos lares
Segunda ordem	Mais tempo em casa, deixa-se de ir a cafês e bares onde se viam os amigos
Terceira ordem	Os residentes de uma comunidade já não se encontram com tanta frequência e deixa-se de depender dos demais para o tempo de lazer.
Quarta ordem	Os membros de uma comunidade começam a ser estranhos entre si; aparecem dificuldades para tratar os problemas comuns; as pessoas começam a sentir maior solidão.
Quinta ordem	Isolados dos vizinhos, os membros das famílias começam a depender mais uns dos outros para a satisfação de suas necessidades psicológicas.
Sexta ordem	As fortes demandas psicológicas dos companheiros geram frustrações quando não se cumprem as expectativas; a separação e o divórcio crescem.

Fonte: adaptado de Bazzo et al (2003, *apud* de Coates 1971)

Já Chrispino (2017, p. 52), em referência a Manzano (1997), oferece uma classificação para as posições da sociedade em relação à tecnologia:

Posição tecnófoba: manifestação negativa acerca do desenvolvimento científico e tecnológico, atribuindo-lhe a responsabilidade pela desumanização do trabalho, desemprego, o desastre ecológico e a crise geral dos valores da sociedade moderna.

Posição tecnófila: confiança na bondade intrínseca da Ciência, que tem potencial esclarecedor. A tecnologia é vista como capaz resolver todos os problemas da humanidade, exaltando os benefícios do progresso com os avanços da medicina, agricultura e indústria, podendo ser estendidos a toda a população. Já as consequências negativas podem ser facilmente corrigidas.

Posição intermediária: vê a tecnologia como promotora de efeitos positivos e negativos, e que se deve procurar aumentar os primeiros em detrimento dos outros. Esses aspectos dependem de como se utiliza e promove o uso de valores de âmbito ético e político, como, por exemplo, o movimento ecologista.

Fonte: adaptado de Chrispino (2017, *apud* de Manzano 1997)

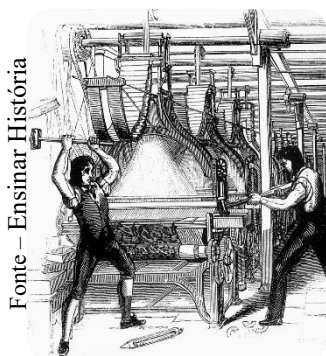
Em síntese, até aqui vimos que a Tecnologia não pode ser reduzida à ciência aplicada, uma vez que a atividade técnica precedeu em milênios a ciência e que, embora em certos momentos da história ciência e tecnologia tenham seguido caminhos distintos, Chrispino (2017) afirma que, hoje em dia, esses campos do conhecimento estão estreitamente interligados, apoiando-se mutuamente. Ou seja, a ciência vem alimentando

a tecnologia com conhecimentos indispensáveis ao surgimento e aperfeiçoamento de aparatos tecnológicos, e, da mesma forma, a tecnologia tem contribuído para o desenvolvimento científico.

Assim como a ciência, a tecnologia também é uma prática social, não estando apartada das intencionalidades, crenças e interesses dos grupos que a produzem. Com efeito, o discurso da neutralidade tecnológica é largamente questionado pelo campo CTSA, justamente por ser uma atividade humana.

Além disso, é importante que visões extremistas, como o “otimismo tecnológico” e o “pessimismo tecnológico”, sejam substituídas por uma visão mais intermediária, pois bem sabemos que a tecnologia promove tanto efeitos positivos quanto negativos, e que os desenvolvedores de tecnologias devem ter a preocupação de aumentar os benéficos em detrimento daqueles que podem impactar negativamente a sociedade.

Finalizamos este módulo resgatando, para fins de reflexão, o que trazem Bazzo *et al* (2003, p. 70, apud de Sale, 1996) quando se referem ao *movimento ludista*.



Para saber mais sobre o ludismo, assista ao vídeo acessando o Código QR ou link abaixo:

<https://youtu.be/6GA2ZtdUDCg?si=EnVFeKFNFPYYP0U7>



“Os luditas nos ensinaram que as máquinas não são neutras: são construídas, na maioria dos casos, valorizando somente fatores de caráter econômico que correspondem aos interesses de uns poucos, enquanto costumam ser marginalizados, por serem considerados irrelevantes, os aspectos sociais, culturais e do meio ambiente. Portanto, a tecnologia não é neutra, como sustentam muitos tecnófilos. De fato, não podemos ver as tecnologias como um conjunto de ferramentas ou dispositivos que podem ser utilizados para o bem ou para o mal. Muito pelo contrário, as tecnologias expressam valores e ideologias das sociedades e dos grupos que as geram. Assim, uma cultura triunfalista e violenta é a base para produzir ferramentas triunfalistas e violentas. Por exemplo, quando o industrialismo americano transformou a agricultura depois da Segunda Guerra Mundial, o fez com tudo aquilo que havia aprendido no campo de batalha: utilizando tratores projetados tomando como base os tanques de guerra; pulverizadores aéreos utilizando os aviões de guerra; pesticidas e herbicidas desenvolvidos a partir das bombas químicas”.

CONTEÚDO COMPLEMENTAR

Texto 1: CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, 2017. (Cap. 03). Disponível em: https://drive.google.com/file/d/10gKzMutjOassMJVC1t_nSU2gwLe8UKGc/view?usp=drive_link

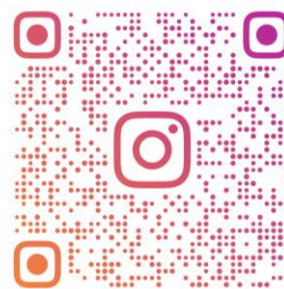
Texto 2: BANDEIRA, A. E. O conceito de tecnologia sob o olhar do filósofo Álvaro Vieira Pinto. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 15, n. 1, 2011. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1bsWIWKWrLivXVbMPb39Bp_DkCtOfOYmS/view?usp=drive_link

Texto 3: PIRES, R, F, L. Os quatros significados de tecnologia em Álvaro Vieira Pinto. **Iniciação e formação docente**. v. 8. n. 3. 2021. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1LZ9UQIaLv-jARPgKN3GPe0QnyzWw7U1s/view?usp=drive_link

Orientações

Professor (a), agora que você finalizou o estudo do **texto de apoio do módulo 3** e o **conteúdo complementar**, é muito importante que **assista ao vídeo** com o resumo do conteúdo do respectivo módulo, disponível no *Instagram*. Para ter acesso, utilize o link ou Código QR abaixo

https://www.instagram.com/reel/C3kiH36um7f/?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=MzRIODBiNWFIZA==



Para concluir este módulo, sugerimos que, após a leitura do texto de apoio, do conteúdo complementar e ter assistido ao vídeo, você **elabore uma síntese** do que aprendeu no módulo 3. Essa atividade de escrita pode ajudá-lo na reflexão e na fixação do conteúdo estudado. Para a escrita da síntese, você pode utilizar a sugestão de roteiro que elaboramos com os principais pontos abordados.

ROTEIRO PARA A SÍNTESE DO MÓDULO 3

O que eu aprendi sobre:

- › Os mitos do Determinismo Tecnológico, da Perspectiva Salvacionista da Ciência e Tecnologia, e do Modelo de Decisões Tecnocráticos
- › A tecnologia enquanto prática social
- › A Neutralidade tecnológica

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NO MÓDULO 3

BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. Do. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero América**. OEI- Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez. 2005.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8. ed. Ijuí: Ed. UNIJUI, 2018.

CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. IBERCIÊNCIA, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017. Disponível em <http://prc.ifsp.edu.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/147/109>. Acesso em: 15 dez. 2023.

OLIVEIRA, M. P. Os Mitos da Ciência e da Tecnologia: Uma Reflexão Filosófica acerca da Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade. **Revista Alexandria**, v. 16, n. 1, p. 345-366. Florianópolis, maio. 2023.

MÓDULO 4

AS RELAÇÕES CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE

Objetivo

- › Visualizar relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, bem como perceber a importância da participação social nas decisões sobre temas tecnocientíficos.

Orientações

Para o melhor desenvolvimento e aproveitamento do Módulo e seu conteúdo, sugerimos seguir o fluxo abaixo, na respectiva ordem:

- › Leitura do Texto de apoio do Módulo 4
- › Estudo do conteúdo complementar do Módulo 4
- › Assistir ao vídeo referente ao Módulo 4
- › Elaborar uma síntese sobre o que aprendeu ao estudar o Módulo 4

*“O que a ciência concebeu e a tecnologia tornou possível devia ser primeiro avaliado quanto a segurança e ao benefício de toda a **corrente da vida**”.*
(Rachel Carson, 2010, p.15)

**TEXTO DE APOIO DO
MÓDULO 4****AS RELAÇÕES CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E
AMBIENTE**

Que a ciência e a tecnologia são empreendimentos surpreendentes é um fato inquestionável. É inquestionável também que a sociedade (e o ambiente) são constantemente afetados por elas, pois, ao serem desenvolvidas, retornam à sociedade impactando-a das mais variadas formas, seja positivamente ou negativamente.

Iniciamos a tessitura deste módulo acerca das relações CTSA, resgatando, a partir de Chrispino (2017, p. 67), a seguinte indagação: “O conhecimento – que diz ser possível construir uma ponte de uma margem a outra de um rio – é capaz de dizer se devemos ou não construir a ponte ou seria essa uma decisão **com participação social**?”. Com este questionamento, o autor busca discutir se as decisões de cunho político/ético devem ser determinadas pela ciência, ou seja, por aqueles que operam os conhecimentos científicos e tecnológicos (cientistas ou especialistas).

No mesmo sentido, Fourez (1995, p. 224) apresenta uma classificação feita pelo filósofo Jürgen Habermas acerca de alguns **modelos de interação entre** ciência e sociedade:

- › **Tecnocráticos:** Os cientistas e especialistas determinam as políticas
- › **Decisionistas:** Os usuários determinam os fins, enquanto os meios são determinados pelos técnicos/especialistas
- › **Pragmático-político:** É caracterizado por interações/negociações entre especialistas e não-especialistas

Objetivando esclarecer tais modelos, Fourez traz exemplos de interações entre o mecânico e o dono do carro. No modelo **tecnocrático**, acredita-se que o mecânico sabe o que é melhor para o dono do carro, uma vez que ele detém o conhecimento técnico de sua área. Temos, portanto, que neste modelo as *decisões são tomadas pelo especialista*.

Já no modelo **decisionista** de interação, a situação difere um pouco, considerando que nele o especialista procura saber do cliente quais são suas intenções e objetivos ao procura-lo. Logo, no exemplo do mecânico e o dono do carro, este último pode estar

buscando que seu veículo tenha um menor consumo de combustível. Assim, de posse dessa informação, o especialista se encarregará de encontrar o meio mais viável para alcançar aquilo que seu cliente busca. Temos, portanto, que em uma sociedade decisionista compete às *instituições políticas determinar os objetivos almejados por essa sociedade*, cabendo aos especialistas, em seguida, encontrar os meios apropriados (Fourez, 1995).

Quanto ao modelo **pragmático-político**, caracteriza-se pela ênfase na discussão e negociação (por isso é político) entre o especialista e seu cliente. Diferentemente do modelo decisionista, aqui a discussão é permanente. Logo, no exemplo do mecânico e seu cliente, Fourez (1995) dirá que *há um intercâmbio contínuo de informações* entre ambos, de forma que ao final o cliente tenha um carro que satisfaça suas necessidades.

Chrispino (2017, p. 68) depreende dos modelos de interação elencados acima que eles “fortalecem a posição da Ciência como detentora do conhecimento que melhor observa, que melhor organiza, que melhor decide, que melhor realiza e que melhor avalia”.

No que se refere a tecnologia, o mesmo autor dirá que “o cidadão se sente bastante familiarizado com os aparatos tecnológicos. Afinal, sua vida cotidiana está repleta destes aparatos que deixam de ser suporte para serem indispensáveis” (Chrispino, 2017, p. 69). Com efeito, depreende-se que essa dependência de tecnologias pelo homem/sociedade incorre em riscos diversos. Chrispino exemplifica com dois casos envolvendo Hegel e Mary Shelley:



- › *Na dialética Hegel, podemos lembrar das reflexões envolvendo o amo e o servo. O amo ordenava ao servo que realizasse todos os serviços e, com o tempo, o amo deixava de saber como fazer, enquanto que o servo dominava todas as rotinas do como fazer. Ao final, quem dominava quem? Quem era dependente de quem?*
- › *Quanto a Mary Shelley, vale a lembrança dos escritos em sua famosa novela Frankstein, em 1818. A chamada síndrome de Frankstein se deve ao medo de que as forças que nos utilizamos para dominar a natureza se voltem contra nós, como faz o “monstro” nos diversos filmes existentes. Ao final, diz o “monstro” a Victor Frankstein: “Tu és meu criador, mas eu sou o teu senhor”.*

----- (Chrispino, 2017, p. 69, *apud* de Bazzo, Linsingen e Pereira, 2003, p. 125) -----

Chrispino (2017, p. 69) nos convida a reflexão ao lembrar que as pessoas vêm se deixando “escravizar” pelas tecnologias, uma vez que estas “tornam suas vidas mais confortáveis, ou tornam suas tarefas cotidianas menos penosas”.

Sobre a ciência e a tecnologia na atualidade, Bazzo *et al* (2003, p. 139) afirmam que estas não têm atuado como agentes niveladores, estando mais a serviço do capital, e, assim, acentuando as desigualdades sociais. “Isso quando essa ciência e essa tecnologia não destroem de um modo mais direto a vida humana ou a natureza. As tecnologias armamentistas continuam sendo tão rentáveis como nos tempos da Guerra Fria”. Os autores lembram ainda que, **na atualidade, a ciência e a tecnologia são muito eficazes, mas se seus objetivos estão sendo socialmente valiosos, parece não ser uma certeza.**

Infiro da constatação dos autores que deve haver exceções, ou seja, nem toda ciência e nem toda tecnologia deve estar preocupada tão somente com a acumulação de riqueza, mas que certamente as grandes corporações que monopolizam a ciência e a tecnologia têm na obtenção de lucros um de seus principais objetivos.

Ainda, resgatando as contribuições de Bazzo *et al*, os autores dirão que

“A ciência aplicada e a tecnologia atual estão em geral demasiadamente vinculadas ao benefício imediato, a serviço dos ricos e dos governos poderosos, para dizer de uma forma bem clara. Somente uma pequena porção da humanidade pode usufruir de seus serviços e inovações. Podemos nos perguntar de que modo coisas como aviões supersônicos, cibernética, televisão de alta definição, ou fertilização in vitro, vão ajudar a resolver os grandes problemas sociais que a humanidade tem estabelecido: comida fácil de produzir, casas baratas, atendimento médico e educação acessível.

Não se pode esquecer, para completar este sombrio panorama, que campos científico-tecnológicos tão problemáticos como a energia nuclear ou a biotecnologia, denunciados não só por sua aplicação militar, mas também por sua periculosidade social e ambiental, ameaçam não só não resolver os grandes problemas sociais, como também criar mais e novos problemas”.

----- (Bazzo *et al* 2003, p. 139) -----

Alves (1968, p. 20) pode nos ajudar a entender o fragmento textual acima quando diz que “em vez de as necessidades humanas definirem as necessidades de produção – o que seria a norma para uma sociedade verdadeiramente humana – são as necessidades do funcionamento do sistema que irão criar as “falsas necessidades” de consumo”.

No mesmo sentido, Santos (2002), em referência aos estudos de Vargas (1994), chama atenção para a necessidade de que as decisões sobre as aplicações da ciência e

tecnologias passem por um “filtro” social. Por certo, tal proposição seria uma forma de romper com as decisões tecnocráticas que hoje vigoram na sociedade. Sobre isso, vejamos o que assinalam Bazzo e colaboradores

*“As comissões onde se tomam as decisões de política científica ou tecnológica são constituídas somente por cientistas ou homens de negócios. Uns apoiam os campos de moda, cada vez mais distantes do que podemos ver, tocar ou comer; outros, como era de se esperar, apoiam a rentabilidade econômica. Em tempo, mobilizam-se os recursos da divulgação tradicional da ciência em periódicos, museus e escolas, para difundir uma imagem essencialista e benemérita da ciência, uma ciência que somente funcionará otimamente se se mantiver seu financiamento e autonomia frente à sociedade. A questão não consiste, portanto, em entrar nos laboratórios e dizer aos cientistas o que eles têm de fazer, e sim em vê-los e assumi-los tal como são, como seres humanos com razões e interesses, para abrir então para a sociedade as salas e laboratórios onde se discutem e decidem os problemas e prioridades de pesquisa e onde se estabelece a localização de recursos. **O desafio de nosso tempo é abrir esses locais herméticos, essas comissões à compreensão e à participação pública. Abrir, em suma, a ciência à luz pública e à ética**”.*

----- (Bazzo et al 2003, p. 140) -----

De igual modo, Oliveira (2023, p. 2) denuncia que “no campo do poder decisório, a centralização e a escassez de instâncias democráticas efetivas não favorecem a possibilidade de protagonismo e engajamento da população”. Portanto, verifica-se a necessidade de democratizar a ciência e a tecnologia, objetivando a reorientação de seus objetivos e prioridades para as reais necessidades da sociedade, necessidades essas que derivem de um debate público acerca dos temas que envolvam a CT.

A PARTICIPAÇÃO SOCIAL NAS DECISÕES SOBRE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Reconhecer que a sociedade enfrenta dificuldades para compreender temas tecnocientíficos e que essa limitação pode dificultar sua participação nas decisões é crucial para desenvolver instrumentos que visem à superação da problemática. Este é o apontamento de Chrispino (2017) em defesa daquilo que chama de vulgarização científica, a ocorrer por meio da alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos.

Nessa mesma perspectiva, Fourez (1995) explica que a vulgarização científica pode acontecer de duas formas: efeito vitrine e transmissão de poder social. O **efeito**

vitrine acontece por meio de uma operação de relações públicas da comunidade científica, imbuída de mostrar ao povo as maravilhas que os cientistas são capazes de produzir. Isso pode se dar por meio de anúncios televisivos ou artigos. Em síntese, esse tipo de vulgarização “dá apenas uma ilusão de conhecimento, sem poder”, (p. 225). O seja, a negação do conhecimento à sociedade a impede de agir, de tomar decisões.

No que se refere à **transmissão de poder social**, esse tipo de vulgarização fornece certo conhecimento às pessoas, conferindo-lhes certo poder de decisão. Fourez (1995, p. 221) exemplifica: “Há como difundir uma informação relativa às centrais nucleares a fim de permitir à população local escolher com melhores fundamentos se ela quer ou não uma central nuclear”. Chrispino (2017) diz que essa forma de vulgarização é o que pode ser chamado de Alfabetização Científica e Tecnológica, que permite aos cidadãos participarem da tomada consciente de decisões em temas tecnocientíficos.

Destacamos que uma das finalidades do campo CTSA promover a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, como veremos no próximo módulo. Por fim, queremos encerrar este módulo apresentando o quadro abaixo – que é também um quadro-síntese das relações CTSA. Nele estão os aspectos que devem ser observados quando o processo de alfabetização científica e tecnológica se dá por meio da abordagem CTSA, conforme Santos e Schnetzler (2003, p. 65).

Aspectos CTS/CTSA	Considerações
Natureza da ciência	Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
Natureza da Tecnologia	Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos.
Natureza da Sociedade	A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
Efeito da Ciência sobre a Sociedade	Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: adaptado de Santos e Schnetzler (2003).

CONTEÚDO COMPLEMENTAR

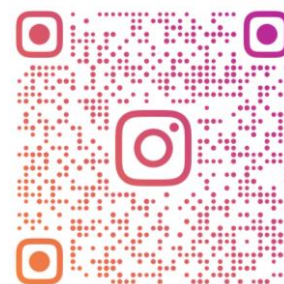
Texto 1: CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabalho. *Iberciência*, n. 4, 2017. *Ciência & Ensino*, vol. 1, número especial, 2017. (Cap. 04). Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1h80VtzaWEc8gB1K0u7Yw4bnJ9tdpOQY5/view?usp=drive_link

Texto 2: FELIX DE LIMA, D. C.; DANTAS, J. M.; PRADO AMARAL ROSA, M. Interações entre tecnologia, ciência e sociedade na concepção de professores em formação inicial de ciências. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*. v. 6, n. especial, 2023. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1d0ZGo0GUNXXFV4ySGe_7qIGK9WoIQ-89/view?usp=drive_link

Orientações

Professor (a), agora que você finalizou o estudo do **texto de apoio do módulo 4** e o **conteúdo complementar**, é muito importante que **assista ao vídeo** com o resumo do conteúdo do respectivo módulo, disponível no *Instagram*. Para ter acesso, utilize o link ou Código QR abaixo.

https://www.instagram.com/reel/C3khxQxOv7Z/?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=MzRIODBiNWFIZA==



Para concluir este módulo, sugerimos que, após a leitura do texto de apoio, do conteúdo complementar e ter assistido ao vídeo, você **elabore uma síntese** do que aprendeu no módulo 4. Essa atividade de escrita pode auxiliá-lo na reflexão e fixação do conteúdo estudado. Para a escrita da síntese, você pode utilizar a sugestão de roteiro que elaboramos com os principais pontos abordados.

ROTEIRO PARA A SÍNTESE DO MÓDULO 4

O que eu aprendi sobre:

- › Os modelos de interação ciência-sociedade
- › As relações Ciência-Tecnologia-Sociedade
- › A participação social nas decisões sobre temas tecnocientíficos

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NO MÓDULO 4

ALVES, R. Tecnologia e humanização. **Revista Paz e Terra**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, n. 8, 1968.

BAZZO, W. A.; VON LINSINGEN, I.; PEREIRA, L. T. Do. Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). **Cadernos de Ibero América**. OEI-Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura. Espanha: Madrid, 2003.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez. 2017.

CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. *Iberciência*, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2017.

FOUREZ, Gérard. **A construção das ciências**. Introdução à Filosofia e à Ética das Ciências. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

OLIVEIRA, M. P. Os mitos da ciência e da tecnologia: uma reflexão filosófica acerca da educação ciência, tecnologia e sociedade. **Alexandria**. v. 16. n.1. Florianópolis, 2023. Disponível em:
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/90267>

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**. 2002.

SANTOS, W. L. P. DOS; SCHNETZLER, R. P. A formação do cidadão e o ensino de CTS. *in Educação em química: compromisso com a cidadania*. 3.^a ed. Ijuí, 2003.

MÓDULO 5

EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA

Objetivos

- › Conhecer a Educação e o Ensino CTSA, bem como as formas de implementação em sala de aula.

Orientações

Para o melhor desenvolvimento e aproveitamento do Módulo e seu conteúdo, sugerimos seguir o fluxo abaixo, na respectiva ordem:

- › Leitura do texto de apoio do Módulo 5
- › Estudo do conteúdo complementar do Módulo 5
- › Assistir ao vídeo referente ao Módulo 5
- › Elaborar uma síntese sobre o que aprendeu ao estudar o Módulo 5

“parece haver uma relação direta entre o que sabemos sobre ciência e tecnologia e o que ensinamos e como ensinamos ciência e tecnologia”.
(Chispino, 2017, p. 26)

**TEXTO DE APOIO DO
MÓDULO 5****EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA**

Sasseron (2017) destaca que a alfabetização científica dos estudantes é um dos principais objetivos do ensino de Ciências. Da mesma forma, Cachapuz (2017) aponta a educação científica como um objetivo social prioritário. Esse autor apresenta argumentos que justificam essa necessidade, os quais serão explorados adiante. Contudo, antes de avançar, consideramos importante responder a uma pergunta: o que significa alfabetização científica? Cachapuz menciona que há uma convergência entre diversos autores quanto à necessidade de

“ir mais além da habitual transmissão de conhecimentos científicos, de incluir uma aproximação à natureza da ciência e à prática científica e, sobretudo, de enfatizar as relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, de modo a favorecer a participação dos cidadãos na tomada fundamentada de decisões”.

------(Cachapuz, 2017, p. 23) -----

Além disso, o autor aponta que a ideia de alfabetização envolve alguns objetivos básicos para todos os estudantes. Referindo-se a Marco (2000), Cachapuz (2017) apresenta o que seria um currículo científico básico para todos os cidadãos, que inclui: *alfabetização científica prática* (permitindo a utilização dos conhecimentos no cotidiano para melhorar as condições de vida, entre outros); *alfabetização científica cívica* (capacitando as pessoas a intervirem socialmente e participarem de decisões fundamentadas); e *alfabetização científica cultural* (relacionada à natureza da ciência, ao significado da ciência e da tecnologia, e suas interações com a sociedade).

Pode-se concluir, portanto, que a alfabetização científica e tecnológica (ACT) é um movimento abrangente que vai além da mera transmissão de conceitos científicos. Este movimento busca desvelar a natureza da ciência e da tecnologia, apresentando-as como empreendimentos sociais e humanos. Ele enfatiza as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, visando instrumentalizar os cidadãos para participarem de decisões fundamentadas sobre temas tecnocientíficos.

Quanto aos argumentos que justificam a necessidade da alfabetização científica e tecnológica (ACT) dos cidadãos, Cachapuz (2017) afirma que essa é uma condição essencial para que as pessoas possam participar de maneira fundamentada na tomada de decisões sobre temas relacionados à ciência e tecnologia. O autor destaca que esse argumento democrático é o mais frequentemente utilizado por aqueles que defendem a ACT como um componente da educação para a cidadania.

Para ilustrar a importância de "cidadãos informados" na tomada de decisões, Cachapuz (2017) cita o caso emblemático da bióloga estadunidense Rachel Carson e sua luta contra o uso de agrotóxicos, especialmente o DDT. Em seu livro "Primavera Silenciosa", publicado em 1962, Carson expôs diversos impactos negativos do uso desse pesticida, que ela denominou "biocida" devido à sua capacidade de exterminar. As aplicações não apenas eliminavam pragas como insetos, ervas daninhas e fungos, mas também dizimavam muitas outras espécies, incluindo predadores naturais dessas pragas. Carson demonstrou que o pesticida afetava todo o ecossistema, contaminando o solo, a água, a fauna e a flora, além de entrar na cadeia alimentar e atingir os seres humanos.

As denúncias de Rachel Carson levaram, décadas depois, à proibição do DDT em vários países. Cachapuz (2017) ressalta que a batalha contra o DDT foi conduzida por cientistas como Carson, mas em sintonia com grupos de ativistas que foram sensíveis aos argumentos e causas defendidas por ela. O autor lembra que

“Sem a ação destes grupos de cidadãos com capacidade para compreender os argumentos de Carson, a proibição só teria ocorrido muito mais tarde, com efeitos ainda mais devastadores. Convém, pois, chamar a atenção sobre a influência destes “ativistas informados” e a sua indubitável participação na tomada de decisões, ao fazer seus os argumentos de Carson e exigir controles rigorosos dos efeitos do DDT, que acabaram por convencer a comunidade científica posteriormente, os legisladores, obrigando à sua proibição. Convém assinalar também que muitos cientistas, com um nível de conhecimentos sem dúvida muito superior ao desses cidadãos, não souberam ou não quiseram ver, inicialmente, os perigos associados ao uso de pesticidas”.

------(Cachapuz, 2017, p. 27) -----

Cachapuz ressalta que as preocupações em torno do desenvolvimento e da utilização dos produtos da ciência e da tecnologia, assim como as dúvidas sobre seus efeitos, são fortes indicativos de que os cidadãos têm o direito de participar das decisões, exigindo que o princípio da prudência ou precaução seja respeitado. Ele esclarece ainda

que esse princípio "não questiona, desde o início, o desenvolvimento da pesquisa, seja neste ou em outro campo, mas se opõe à aplicação apressada e sem garantias suficientes dos novos produtos, movida pelo desejo de benefícios a curto prazo" (Cachapuz, 2017, p. 28).

O autor conclui afirmando que a participação dos cidadãos é positiva, justamente por garantir a aplicação do princípio da precaução diante das incertezas do desenvolvimento científico e tecnológico, que podem representar riscos à vida e ao meio ambiente. No entanto, para que essa participação seja efetiva, é necessário um mínimo de formação científica que permita "a compreensão dos problemas e das opções" (Cachapuz, 2017, p. 28).

Dessa forma, se a alfabetização científica e tecnológica (ACT) é um dos principais objetivos do ensino de Ciências, podemos inferir que, para alcançar esse objetivo, é essencial que os professores de Ciências sejam capacitados para promover a educação científica em suas práticas pedagógicas. Isso envolve não apenas o domínio dos conteúdos científicos, mas também o entendimento da natureza e das implicações da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente. Essa é exatamente a proposta da Educação e do Ensino CTSA, que serão abordados a seguir.

EDUCAÇÃO E ENSINO CTSA

Vimos no módulo 1 que o movimento CTSA surgiu em um contexto "de críticas ao modelo desenvolvimentista com forte impacto ambiental [...], como também em função de uma mudança da visão sobre a natureza da ciência e do seu papel na sociedade", conforme apontado por Santos (2011, p. 23).

Munchen e Adaime (2021) sinalizam que é também nesse contexto que o movimento CTSA passa a se inserir na educação, sendo que no Brasil somente a partir dos anos 1980 se inicia a inclusão de elementos CTSA nos currículos. Além disso, Santos (2007) aponta que os PCNs (Parâmetros Curriculares Nacionais), publicados em 1998, vislumbram pela primeira vez a abordagem CTSA na organização curricular.

É importante esclarecer, conforme Egevardt *et al* (2021), que a expressão Educação CTSA engloba dois elementos: o *Enfoque CTSA* (entendido como as repercussões do Movimento CTSA no contexto escolar) e a *Abordagem CTSA* (que envolve as iniciativas didático-pedagógicas que ocorrem no contexto escolar).

Indo além, Chrispino (2017) faz esclarecimentos acerca da Educação e do Ensino CTS/CTSA

“A Abordagem CTS é uma maneira de abordar o currículo escolar ou mesmo de posicionar-se frente à Educação e ao mundo real, nos seus mais diversos aspectos. Mais do que uma técnica (pois não é uma ferramenta didática que conduz a um fim de aprendizado específico para encerrar-se logo após), nem uma metodologia (pois que abarca aspectos muito mais amplos que aqueles que caracterizam uma metodologia), CTS é uma abordagem curricular e uma escolha de política educacional. A isso classificamos de Educação CTS.

Partindo-se desta premissa, pode-se esperar que a maneira de ver e de fazer educação por meio do ensino na abordagem CTS se materializará em várias esferas de ação didática (desde o ensino fundamental até a educação de jovens e adultos), nos ambientes de ensino tradicional ou inovador (visto que a abordagem CTS não está restrita aos instrumentos mas está sob a égide do professor e sua proposta de apresentar o mundo por outra ótica), em ações de formação educacional de longo porte (como cursos de formação) ou mesmo em atividades pontuais (como estudos pontuais e temáticos). A isso classificamos de Ensino CTS”.

----- (Chrispino, 2017, p. 81) -----

Temos, então, que a Educação CTSA pode ser entendida como uma abordagem curricular e, portanto, uma escolha de política educacional. Já a maneira de fazer educação na perspectiva CTSA, por meio de ações didáticas de formação educacional, é entendida como Ensino CTSA.

Chrispino (2017) chama atenção para que a abordagem CTSA no ensino não seja vista como uma solução milagrosa para todos os problemas que se manifestam em sala de aula, mas sim como uma forma de apresentar, organizar e disseminar conhecimento, sem se limitar às características ou restrições impostas externamente.

Auler (2007) resume os objetivos da educação CTSA da seguinte forma: *incentivar os estudantes a relacionar a ciência com aspectos tecnológicos e sociais, além de discutir as implicações sociais e éticas do uso da ciência e tecnologia; promover a compreensão da natureza da ciência e do trabalho científico; e formar cidadãos cientificamente e tecnologicamente alfabetizados, capacitando-os a participar da tomada de decisões de maneira fundamentada e a desenvolver um pensamento crítico.*

Além disso, Santos (2011, p. 23) destaca que "na educação científica, o movimento CTSA adotou como objetivo o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica, bem como o desenvolvimento de valores". Em outras palavras, trata-se de um exemplo claro de formação para a cidadania. *Assim, um dos principais objetivos da educação CTSA é promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes, capacitando-os a tomar decisões em uma sociedade cada vez mais permeada por produtos da ciência e da tecnologia.*

Santos e Auler (2011) trazem algumas classificações dos currículos com ênfase em CTS/CTSA, dentre elas destaca-se a de Luján López (1996), com foco no ensino de Ciências. Tal classificação se dá em



- › **Enxerto CTS:** inclusão de temas CTS/CTSA nos conteúdos científicos normais das disciplinas;
- › **Ciência vista por meio de CTS:** os conceitos científicos são introduzidos a partir de temas CTS/CTSA, ou seja, os conceitos científicos emergem dos temas e são subordinados a eles;
- › **Programas CTS puro:** as discussões CTS/CTSA ocupam posição de destaque, enquanto os conteúdos científicos são tratados de forma secundária e complementar no currículo.

Neste módulo, focaremos no Enxerto CTS/CTSA, por entender que esta é a forma mais acessível de inserção CTSA no currículo, justamente pela não necessidade de alteração dos programas das disciplinas ofertadas na escola, uma vez que o enxerto permite agregar temas CTSA aos conteúdos normais da disciplina, garantindo que os conteúdos específicos estejam alinhados com os objetivos da Educação CTSA.

Munchen e Adaime (2021) destacam que a abordagem CTSA no ensino acontece por meio de temas que, além de abranger discussões científicas e tecnológicas, incluem também aspectos sociais, políticos, econômicos, éticos e morais, proporcionando ao aluno uma formação que o capacite a atuar como cidadão. Com base em Santos e Mortimer

(2000), os autores esclarecem que os temas escolhidos devem evidenciar as “contradições relativas à ciência e tecnologia e seu impacto social, e que estimulem o debate e a participação dos estudantes, possibilitando assim que as discussões no espaço de sala de aula promovam atitudes e valores na formação para o exercício da cidadania” (Munchen e Adaime, 2021, p. 3).

Quanto aos critérios para a seleção dos temas, Munchen e Adaime (2021, p. 3, apud Ramsey, 1993) indicam que um tema relacionado à ciência deve atender a alguns requisitos: *“se é, de fato, um problema de natureza controvertida, ou seja, se existem opiniões diferentes a seu respeito; o tema deve ter significado social; e em alguma dimensão o tema seja relativo à ciência e tecnologia”*.

Indo além, é pertinente resgatar os aspectos CTS/CTSA que devem ser considerados na Educação CTSA, conforme visto no módulo 4.

Aspectos CTS/CTSA	Considerações
Natureza da ciência	Ciência é uma busca de conhecimentos dentro de uma perspectiva social.
Natureza da Tecnologia	Tecnologia envolve o uso do conhecimento científico e de outros conhecimentos para resolver problemas práticos.
Natureza da Sociedade	A sociedade é uma instituição humana na qual ocorrem mudanças científicas e tecnológicas.
Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia grandemente o estilo de vida do grupo.
Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
Efeito da Ciência sobre a Sociedade	Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o pensamento das pessoas e as soluções de problemas.
Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões dos órgãos públicos e de empresas privadas podem influenciar a direção da solução do problema e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: adaptado de Santos e Schnetzler (2003)

Agora que você já conhece a proposta e os objetivos da Educação e do ensino CTSA, bem como as formas de se trabalhar nessa perspectiva, chegou o momento de conhecer uma Proposta Didática com Abordagem CTSA. É importante esclarecer que primeiro apresentaremos a proposta e, ao final, trazemos alguns esclarecimentos acerca das etapas seguidas para sua elaboração.

CONSTRUINDO UMA PROPOSTA DIDÁTICA COM ABORDAGEM CTSA

Público-alvo	1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio
Habilidade	(EM13CNT304) Análise e debate acerca de situações controversas sobre a aplicação de conhecimentos científicos e tecnológicos
Objetivo	Compreender os Impactos da Ciência e Tecnologia sobre a Sociedade e o meio ambiente
Tema	Tecnologia e Sociedade
Recurso Didático	Ficção Científica (Episódio “Odiados pela Nação”, da série “Black Mirror”).
Estratégia	Roda de Conversa
Quantidade de aulas	6 aulas de 60 minutos

Caro professor (a),

Esta Proposta Didática foi planejada para o ensino de questões que envolvem a ciência e tecnologia, sobretudo no que se refere aos impactos destas na sociedade e no ambiente, sob uma perspectiva CTSA, de forma a promover a alfabetização científica e tecnológica dos estudantes. A escolha do tema se justifica pela amplitude de situações que podem ser problematizadas a partir dele.

1º MOMENTO

- › Exibição do Episódio “Odiados Pela Nação”, da série “Black Mirror”
- › Professor, peça aos alunos que anotem situações visualizadas no episódio que evidenciam como a ciência e as tecnologias impactam a sociedade e o ambiente

2º MOMENTO

1º AÇÃO

- › Apresentação dos objetivos da aula
- › Leitura coletiva do resumo do episódio
- › Reexibição de cenas do episódio “odiados pela nação”, com pausas para discussões de situações evidenciadas.

PROFESSOR (A),

- › Apresente aos alunos os objetivos da aula;
- › Leia o resumo do episódio exibido anteriormente [Texto 1];
- › Peça aos alunos que apresentem suas anotações acerca das situações evidenciadas;
- › Faça a reexibição das cenas do EP, fazendo pausas direcionadas para discussão de situações importantes, conforme as sugestões abaixo.

REEXIBIÇÃO DE CENAS

- › **1º (03min19s a 06min38s):** Professor(a), lembre aos alunos que a situação abordada evidencia o efeito da sociedade sobre a tecnologia, em especial, no uso das mídias sociais. Neste recorte, somos apresentados à personagem fictícia "Jo Powers", uma jornalista que passa a receber severas críticas após assinar uma matéria controversa em seu blog sobre um suicídio ocorrido. Essas críticas se intensificam até chegarem a ameaças contra sua vida e linchamento virtual nas redes sociais. O mesmo ocorre com mais dois personagens: "Tusk", um rapper que teve um comportamento maldoso com um fã ao vivo em um programa de TV, e a personagem "Clara Meades", que postou uma foto em que simulava um ato que foi entendido como desrespeitoso em um monumento de guerra. Os três personagens, "Jo Powers", "Tusk" e "Clara Meades", se transformam em alvo de ódio por suas atitudes impopulares e sofrem ataques virtuais.
 - **Pergunta Norteadora: Qual a relação do que está sendo evidenciado nesta cena e a realidade em que vivemos?**
- › Professor(a), esclareça que, ao discutirmos sobre a sociedade contemporânea, é necessário levar em consideração o que Santos (2019) afirma ao dizer que as novas relações sociais estão pautadas na interação digital e com a mediação tecnológica, já que o acesso à internet está cada vez mais presente no cotidiano das pessoas. Todavia, é esse mesmo aspecto que nos desperta uma reflexão, já que há uma alta velocidade nos avanços das mídias sociais e uma exacerbação em seu uso, mas a sociedade não acompanha esses avanços. Sendo assim, comportamentos que, a princípio, não seriam aceitos dentro das regras gerais de viver em sociedade passam a ser facilmente aceitos dentro do mundo virtual. Santos (2019) lembra ainda que a popularização da internet veio acompanhada da preocupação com as ondas de violência e desmoralização propagadas na internet, como o *cyberbullying*, discurso

de ódio, entre outros, podendo ter consequências graves que afetam a vida dos indivíduos permanentemente, com efeitos como a perda de emprego, depressão e até mesmo mortes. Para mostrar um exemplo do que o cancelamento pode causar, exiba a cena (**01h03min58s a 01h06min10s**). Em seguida, esclareça que a tecnologia e a cultura do cancelamento são dois fenômenos interligados. A tecnologia torna mais fácil a exposição de comportamentos violentos e é um terreno fértil para o discurso de ódio. No caso das mídias sociais, funcionam como um tribunal virtual, onde pessoas que se denominam "cidadãos de bem" se acham no direito de linchar outras pessoas. Além disso, a tecnologia tornou mais fácil o compartilhamento de informações e opiniões. Isso significa que incidentes que antes poderiam passar despercebidos agora podem se tornar virais em questão de minutos.

- › **2º (39min a 42min):** Professor (a), além dos ataques virtuais, nesta cena você pode problematizar o efeito manada (comportamento de rebanho), que ocorre quando um grupo de indivíduos, mesmo de forma irracional, passa a se comportar de maneira semelhante. Neste caso, com a projeção de ódio gratuito e o início de uma caçada a uma figura específica (cultura do cancelamento).

 - **Pergunta Norteadora: você se lembra de algum caso de cancelamento?**
- › **3º (29min13s a 29min38s e 56min8s a 58min21s):** Professor(a), nestes recortes, um importante aspecto pode ser discutido: os interesses que subjazem ao desenvolvimento de tecnologias. Aqui fica evidenciada a influência que o governo exerce no desenvolvimento científico e tecnológico, algo que ocorre de diferentes formas, mas sobretudo por meio de financiamentos. Neste momento, é introduzido o clima de tensão submetido à sociedade, em razão do projeto IDA ser financiado e bancado por agências governamentais, o que causa desconfiança em uma parcela da população que acredita que essa pode ser mais uma forma de espionagem e controle por parte do governo. Professor(a), frise que a tecnologia é um empreendimento social e humano, desenvolvida por pessoas que têm interesses e intencionalidades, sendo, portanto, não neutra.
- › **4º (30min47s a 36min30s):** Nesta cena, o foco está no evento de extinção das abelhas e criação de uma Tecnologia para substituí-las. Dadas a importância ecológica das abelhas, a extinção leva a um desequilíbrio ambiental global e como

consequência tem um efeito direto à vida humana. Professor(a), discuta que, nessa cena, é possível inferir que, na tentativa de contornar a situação, passa-se a ter um grande investimento em pesquisas científicas e na produção de novas tecnologias para a mitigação do iminente colapso ambiental. Esclareça também que neste momento somos apresentados a outra face da tecnologia, em que, ao mesmo tempo que é tida como "salvação" para um problema, passa a ser vista como "vilã", por ser causadora de muitos outros. Os Insetos Drones de Abelhas (IDA), que foram desenvolvidos, a princípio, com a intencionalidade de fazer a polinização das abelhas extintas, começam a ser relacionados à espionagem e mortes. Um exemplo de que nem toda invenção foi feita com boa intenção.

- › Outro ponto que pode ser abordado é o descontrole tecnológico evidenciado. Quando se trata do desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias, o princípio da precaução deve ser observado, pois frequentemente surgem incertezas significativas em relação aos seus impactos potenciais na sociedade, como problemas relacionados à segurança, ao meio ambiente e à saúde pública. Antes de introduzir uma nova tecnologia ou produto no mercado, as empresas e os órgãos reguladores devem aplicar o princípio da precaução para avaliar e mitigar potenciais riscos. Isso pode envolver a realização de testes rigorosos de segurança, considerando cenários de uso adversos e implementando medidas de precaução.
- › **5º (11min40s a 12min30s):** Professor, explique que esse recorte evidencia a problemática da privacidade.
 - Pergunta Norteadora: o que é possível depreender / inferir / entender da frase “essas coisas absorvem quem nós somos, sabem tudo sobre nós”?
- › Explique aos alunos que a frase acima admite duas interpretações: a vida é pautada na interação e vivência online, com isso as pessoas deixam rastros nos dispositivos que utilizam. De igual modo as plataformas digitais colhem dados acerca dos interesses dos usuários (através dos cookies), sabendo muitas coisas sobre eles.
- › **6º (19min50s a 22min38s e 1h8min57s a 1h9min35s):** Aqui é evidenciado que as atitudes virtuais podem ter consequências. Professor(a), frise que o discurso de ódio não é liberdade de expressão, uma vez que se refere a expressões que promovem ou incitam violência, hostilidade ou discriminação. É importante também esclarecer que a internet não é terra sem lei, e inclusive existem dispositivos legais que preveem a punição daqueles que cometem crimes virtuais.

2º AÇÃO

- › Aplicação de instrumento avaliativo (questionário)

QUESTIONÁRIO

- › Professor(a), você pode avaliar os estudantes por meio da participação deles nas discussões. Esclarecemos que este questionário é apenas mais um instrumento avaliativo que pode ser utilizado.
- › Entregue o questionário abaixo para cada estudante e, em seguida, faça a leitura de cada questão. Dê o tempo suficiente para que os alunos respondam e, por fim, recolha para análise.

1 - Como você acredita que a Tecnologia afeta a Sociedade e o Ambiente?

2 – A partir do que foi evidenciado no EP, estabeleça relações entre as Mídias Sociais (enquanto tecnologias) e a cultura do cancelamento.

3 – “A Tecnologia pode contribuir para resolver certos problemas sociais, mas certamente pode causar muitos outros”

Você concorda com a frase acima? SIM NÃO

Justifique:

4 – Elabore uma proposta para resolver o problema do “Cancelamento” nas redes sociais.

5 – O que você aprendeu nessa aula?

TEXTO 1

RESUMO DO EPISÓDIO “ODIADOS PELA NAÇÃO”


- › A história se passa em um futuro próximo e segue a detetive Karin Parke e a especialista em tecnologia Blue Coulson enquanto investigam uma série de assassinatos misteriosos que estão ocorrendo em todo o Reino Unido. As vítimas incluem figuras públicas e pessoas comuns que se tornaram alvos de ódio nas redes sociais.
- › À medida que a investigação avança, Parke e Coulson descobrem que as abelhas mecânicas, conhecidas como "ADIs" (Agentes de Insetos Autônomos), estão envolvidas nos assassinatos. Essas abelhas são usadas pelo governo para rastrear indivíduos através de nanotecnologia, coletando dados sobre eles. Um hacker misterioso assume o controle dessas abelhas e as utiliza para executar assassinatos com base na quantidade de ódio que as pessoas expressam nas redes sociais usando uma hashtag específica (**#mortealguem**).
- › Conforme a investigação continua, Parke e Coulson descobrem uma conspiração que envolve o governo, uma empresa de tecnologia e a população em geral. A história explora questões relacionadas à vigilância em massa, ao impacto das redes sociais (Tecnologias) na sociedade e à responsabilidade pelos atos de ódio online.

Professor(a), esclarecemos que, para a elaboração desta proposta, foram seguidas algumas etapas. A primeira delas foi a definição do tema a ser trabalhado. Em seguida, procedeu-se à escolha de um recurso didático, que, no caso, foi a ficção científica (FC). Ao fazer uma busca na internet acerca da utilização da FC no ensino de Ciências, chegou-se a um artigo sobre o episódio (EP) "Odiados pela Nação", da série "*Black Mirror*". O artigo versava sobre as potencialidades desse EP para o ensino de Ciências em uma perspectiva CTSA. A próxima etapa consistiu na análise do EP, a fim de mapear as cenas de interesse. Em seguida, procedeu-se à elaboração dos textos para a proposta didática.

Já caminhando para as últimas páginas deste material, queremos enfatizar que defendemos a importância de os professores cultivarem o hábito da pesquisa para se tornarem produtores de conhecimento e, assim, conseguirem integrar a Educação CTSA em sala de aula. Há diversos argumentos que sustentam essa necessidade. Primeiramente, como já discutido em parágrafos anteriores, o ensino CTSA se desenvolve a partir de temas. Portanto, para trabalhar com temáticas, é fundamental que o professor seja capaz de elaborar propostas didáticas específicas, considerando que não é possível depender exclusivamente dos livros didáticos dentro dessa perspectiva.

Dessa forma, podemos afirmar que, para uma prática embasada na perspectiva CTSA, é necessário romper com a racionalidade técnica, que enxerga os professores como meros aplicadores de conhecimentos e materiais produzidos por pessoas que não estão inseridas na realidade em que eles atuam, como aponta Paniago (2017).

Além disso, a partir das reflexões dessa autora, percebemos que a racionalidade crítica se alinha melhor aos pressupostos teórico-práticos que defendemos, sendo mais adequada para a formação do profissional que vislumbramos, considerando que, nesse modelo



“O professor é visto como alguém que indaga, questiona, que reflete sobre sua prática e procura soluções para os problemas que surgem em sala de aula e, colaborativamente, busca, por meio da intervenção em sua realidade educativa, alternativas para as desigualdades de ordem social, política, ambiental. As situações que acontecem em sala de aula são singulares, complexas, ambíguas, tornado-se, portanto impossível que o professor aplique modelos prontos e acabados, técnicas produzidas por outros”.

-----*(Paniago, 2017, p. 119)*-----

Finalizamos a tessitura deste material didático com a necessária reflexão de Chassot acerca da natureza da ciência

“Há um adjetivo muito usual para a Ciência que é preciso ainda comentar: a Ciência é maravilhosa, ou pelo menos ela é boa. Afinal, é ela a artífice de todos os benefícios que nos traz a tecnologia.

Quem analisar um pouco o que aconteceu na humanidade nos últimos anos chega a se surpreender. Na metade da década de 80 do século 20 nenhum de nós conhecia computadores pessoais, fax, telefones celulares, correio eletrônico, CDs, que hoje fazem parte da rotina de nossas vidas. Parece que falar de 1985 é voltar a priscas eras. Pensemos um pouco em quantas mudanças tecnológicas ocorreram até os dias atuais.

*É fácil, assim, pintar a Ciência como uma fada benfazeja. Podemos ver algo menos bom na Ciência? Sim. Há coisas macabras. Cito o monopólio das sementes, falando de uma situação que para alguns de nós é bastante familiar: a perda de nossas sementes caipiras para aderir, por exemplo, ao milho híbrido, que não pode fornecer sementes para as safras seguintes, ou a tristemente célebre fabricação de uma peste suína, nos anos 70, para depois serem fornecidas matrizes de ciclo reprodutivo limitado e de exigências alimentares de rações produzidas somente pelos próprios fornecedores das matrizes. Aliás, é sempre válido especular sobre por que, coincidentemente, são as mesmas companhias transnacionais que fornecem as sementes e que vendem também os herbicidas tão específicos e eficazes. Talvez o mesmo valha para os vírus que contaminam tão ameaçadoramente nossos computadores. Às vezes penso que são as mesmas multinacionais que vendem os antivírus as que criam os vírus. **Parece indiscutível a associação do conhecimento ao poder. Isto é, não podemos passar para os nossos alunos e alunas uma imagem de uma Ciência neutra.***

Assim, observamos que não podemos ver na Ciência apenas a fada benfazeja que nos proporciona conforto no vestir e na habitação, nos ensina remédios mais baratos e mais eficazes ou até alimentos mais saborosos e mais nutritivos ou ainda facilita nossas comunicações. Ela pode ser - ou é - também uma bruxa malvada que programa grãos ou animais que são fontes alimentares da humanidade para se tornarem estéreis numa segunda reprodução.

A Ciência se parece mais ao Golem (ou Goilem), aquele ente da mitologia judaica que é descrito como um gigante de pés de barro que desconhece sua verdadeira força e se assemelha muito a um bobão, mas que tem ações, às vezes, de sábio, e outras de sabido. Aqui sabido nas suas duas acepções quase antípodas: uma, conhecedor; sabedor; versado, perito; a outra: astuto, finório, velhaco, trapaceiro. Realmente, muitas vezes a Ciência, ou melhor, os homens e mulheres que fazem Ciência, aparentam desconhecer a força que têm e agem como Golem.

Assim como as imponentes catedrais medievais ou como os modernos shopping centers foram construídos por milhares de trabalhadores anônimos e por alguns poucos arquitetos, todos sabemos que a Ciência não é apenas o produto do trabalho de uns poucos cientistas, mas das seculares tarefas de muitos que dedicaram sua produção à formação dos conhecimentos que estão disponíveis para a humanidade. Mesmo que não se defenda uma História da Ciência marcada pelo culto aos nomes de pessoas, sabemos que em todos os tempos houve homens e mulheres (estas, por sabidas razões, uma expressiva minoria) que foram decisivos na construção da Ciência”.

----- (Chassot, 2018, p. 112, 113, 114 e 115) -----

Com adaptações

CONTEÚDO COMPLEMENTAR

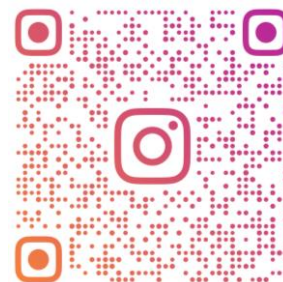
Texto: CHRISPINO, A. Introdução aos enfoques CTS–Ciência, Tecnologia e Sociedade–na Educação e no Ensino. Documentos de Trabajo. *Iberciência*, n. 4, 2017. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, 2017. (Cap. 05). Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1JmS7xjLtXttOzQDOHzOODPJzW2_G4O61/view?usp=drive_link

Texto 2: OLIVEIRA, M. P. Os mitos da ciência e da tecnologia: uma reflexão filosófica acerca da educação ciência, tecnologia e sociedade. *Alexandria*. v. 16. n.1. Florianópolis, 2023. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1U5kKBZzCDyhrIreGCOPMosudfWa1JmfZ/view?usp=drive_link

Orientações

Professor (a), agora que você finalizou o estudo do **texto de apoio do módulo 5** e o **conteúdo complementar**, é muito importante que **assista ao vídeo** com o resumo do conteúdo do respectivo módulo, disponível no *Instagram*. Para ter acesso, utilize o link ou Código QR abaixo.

https://www.instagram.com/reel/C3kg5CPOgNv/?utm_source=ig_web_button_share_sheet&igsh=MzRIODBiNWFIZA==



Para concluir este módulo, sugerimos que, após a leitura do texto de apoio, do conteúdo complementar e ter assistido ao vídeo, você **elabore uma síntese** do que aprendeu no módulo 5. Essa atividade de escrita pode ajudá-lo na reflexão e fixação do conteúdo estudado. Para a escrita da síntese, você pode utilizar a sugestão de roteiro que elaboramos com os principais pontos abordados.

ROTEIRO PARA A SÍNTESE DO MÓDULO 5

O que eu aprendi sobre:

- › Os objetivos da Educação CTSA
- › A Alfabetização Científica e Tecnológica
- › O Enxerto CTSA e o trabalho com temáticas
- › A relação entre Educação CTSA, Alfabetização Científica e Tecnológica, e a participação social nas decisões sobre temas tecnocientíficos
- › A importância de que os professores sejam pesquisadores/produtores de conhecimento para que consigam mobilizar a abordagem CTSA em sala de aula

REFERÊNCIAS UTILIZADAS NO MÓDULO 5

- AULER, D. Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, 2007. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rcen&cod=_enfoqueciencia-tecnologi. Acesso em: 22 jun. 2023.
- CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez. 2017.
- CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 8. ed. Ijuí: Ed. UNIUI, 2018.
- EGEVARDT, C.; LORENZETTI, L.; HUSSEIN, F. R. G. e S.; LAMBACH, M. Desafios da educação CTS na formação de professores de química: analisando uma disciplina CTS. **Reamec - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, Brasil, v. 9, n. 2, 2021. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/11796>. Acesso em: 18 fev. 2024.
- MÜNCHEN, S.; BOHRER ADAIME, M. 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. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/3532>. Acesso em: 4 fev. 2024.
- PANIAGO, R. **Os professores, seu saber e seu fazer: elementos para uma reflexão sobre a prática docente**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2017.
- SANTOS, S. C. C. Dos. **O ensino de ciências e as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (ctsa) a partir de um episódio de “black mirror”**. Anais VI CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/61337>>. Acesso em: 04/09/2023.
- SANTOS, W. L. P. DOS. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474–492, set. 2007.
- SANTOS, W. L. P. dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Unb, 2011.
- SANTOS, W. L. P. DOS; SCHNETZLER, R. P. A formação do cidadão e o ensino de CTS. *in* **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3.^a ed. Ijuí, 2003.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. O Ensino de C-T-S (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no Contexto da Educação Básica Brasileira. **Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000.
- SASSERON, L. H; MACHADO, V. F. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física**. Livraria da Física, São Paulo, 2017.