

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS ANÁPOLIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E
TECNOLÓGICA

LORYNE VIANA DE OLIVEIRA

**PERCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA:
LIMITES E POSSIBILIDADES DE UMA AÇÃO DIDÁTICO-FORMATIVA**

Anápolis – GO

2019

LORYNE VIANA DE OLIVEIRA

**PERCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA:
LIMITES E POSSIBILIDADES DE UMA AÇÃO DIDÁTICO-FORMATIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Goiás – Campus Anápolis, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional.

Orientador: Prof. Dr. Adelino Pimenta.

Anápolis – GO

2019

LORYNE VIANA DE OLIVEIRA

**PERCEPÇÕES SOBRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS DA NATUREZA:
Limites e Possibilidades de uma Ação Didático-Formativa**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Goiás – Campus Anápolis, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Profissional.

Esta Dissertação foi defendida e aprovada em 02 de abril de 2019, pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Adelino Candido Pimenta

Presidente da Banca/Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Rodrigo Claudino Diogo

Membro Externo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof^a. Dr^a. Karla Amâncio Pinto Field's

Membro Externo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

O48p	<p>OLIVEIRA, Loryne Viana de</p> <p>Percepções sobre ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores de ciências da natureza: limites e possibilidades de uma ação didático-formativa. / Loryne Viana de Oliveira – – Anápolis: IFG, 2019.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Adelino Pimenta</p> <p>Dissertação (mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás; Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica</p> <p>1. Ciência – Tecnologia e sociedade. 2. Formação de professores. 3. Educação científica. I. PIMENTA, Adelino orien. II. Título.</p> <p>CDD 370.7</p>
------	---

À dona Dalva,

cuja dedicação em apoiar meus projetos põe à prova todo amor possível.

Aos meus professores e estudantes,

pelos quais vivencio um grato caminho pessoal e profissional: não há docência
sem discência.

AGRADECIMENTOS

À **minha família**, cuja companhia por vezes me foi privada em função da disciplina e dedicação que o desenvolvimento de uma pesquisa exige. Sem medir esforços, estiveram comigo de forma amorosa durante todo este processo:

À **Dalva**, pelo apoio *incondicional* nos bastidores de todas as minhas (nossas) conquistas.

À **Anna Clara**, por há muitos anos ter me recebido em sua sala de aula na pré-escola quando eu fugia da minha, por alguns anos depois me guiar em meus primeiros passos na Universidade de Brasília e por, há poucos anos atrás, ter me encorajado a enfrentar a pós-graduação. Pela cumplicidade cultivada e o companheirismo, mesmo que controverso, neste percurso.

Ao **Edilon**, por ser entusiasta e incentivador de meus projetos.

À minha avó **Madalena**, que, mesmo sem compreender plenamente meu trabalho, sempre acreditou em mim.

À **Jana**, que com sua doçura e atenção sempre dispôs de seu ombro amigo.

Ao **Samuel**, pelo afetuoso companheirismo no desfecho desta jornada.

Aos/às **amigos/as** que, a cada sinal de esmorecimento, traziam palavras de ânimo e perseverança. Em especial:

André Escoto, pelo carinho zeloso com o qual me cerca cotidianamente;

Nayla Reis, por me guiar no exercício da lembrança de mim, o segredo da inteireza dessa conquista;

Wenderson Chagas, que há tantos anos vem me ensinando a leveza de uma amizade tenaz;

Kris e Bia, que, através da “disciplina literária”, me auxiliaram a restaurar a necessária imaginação criativa que o meio acadêmico drena;

Thiago Varanda, pelos debates e reflexões tão pertinentes ao amadurecimento desta pesquisadora e amiga;

Gustavo Garcia, pelo engajamento com detalhes pouco gloriosos desta pesquisa;

Júlia Carrari, cuja paciência em me ouvir e o desvelo em me ajudar deram suporte para que eu chegasse até o início deste percurso.

Aos colegas de pesquisa em Educação Profissional e Tecnológica do ProfEPT. Em especial **Wallace Sant'ana, Suzana Medeiros, Mônica Almeida, Marília Castro, e Luiz Carlos**, pela rede de apoio que resultou em uma experiência solidária de formação acadêmica.

À Prof.^a Dra. **Roseline Strieder**, pelas ricas contribuições dadas a esta pesquisa desde seu início.

Aos membros da banca: Prof^a Dra. **Karla Field's** e Prof. Dr. **Rodrigo Claudino**, pela leitura cuidadosa que viabilizou o amadurecimento deste texto.

Aos **professores do ProfEPT** e, em especial, ao meu orientador Prof. Dr. **Adelino Pimenta**, pelo grau de autonomia concedido na execução desta pesquisa.

À equipe da Secretaria de Pós-Graduação do Instituto Federal de Goiás – *Campus Anápolis*, na figura de **Thiago Milhomem**, por todo suporte para que pudéssemos permanecer no programa.

Ao Prof. Dr. **Wildson Luiz Pereira dos Santos**, *in memoriam*, por ter inspirado ao me apresentar o universo CTS.

Às/aos pesquisadoras/es do III Ciclo Estudos CTS, organizado pelo NP+CTS/CEAM - UnB, mais especificamente na figura do Prof. Dr. **Ricardo Neder**, um exemplo de militância a ser seguido na transposição dos muros da academia.

Aos **colegas de IFB** que compreenderam meu momento e acreditaram em meu potencial enquanto pesquisadora. Por terem me incentivado a seguir em frente com contribuições acadêmicas, profissionais, com palavras sábias, ou com escuta acolhedora.

Aos sujeitos participantes desta pesquisa pelo engajamento e dedicação.

Às equipes do **Instituto Federal de Brasília** - *Campus Ceilândia* e Estrutural, pelas horas de pesquisa concedidas.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Goiás** e a todos contribuintes que financiaram parcialmente a execução desta pesquisa.

A tantos outros que não foram explicitamente citados, mas, de alguma forma, se fazem presentes neste caminho do qual este trabalho é um fruto (coletivo).

“[...] a teoria em si [...] não transforma o mundo. Pode contribuir para a sua transformação, mas para isso tem que sair de si mesma, e, em primeiro lugar, tem que ser assimilada pelos que vão ocasionar, com seus atos reais, efetivos, tal transformação. Entre a teoria e a atividade prática transformadora se insere um trabalho de educação das consciências, de organização dos meios materiais e planos concretos de ação: tudo isso como passagem indispensável para desenvolver ações reais, efetivas. Nesse sentido, uma teoria é prática na medida em que materializa, através de uma série de mediações, o que antes só existia idealmente, como conhecimento da realidade, ou antecipação ideal de sua transformação.”

[Sánchez Vásquez, 1968]

RESUMO

A presença cada vez maior de artefatos tecnológicos em nosso cotidiano denuncia a necessidade de compreender as relações que podem ser estabelecidas entre a Ciência, Tecnologia e a Sociedade - CTS. Atualmente, cresce o consenso acerca de que é tarefa da educação científica e do ensino de ciências preparar cidadãos para a compreensão das dimensões técnica e social do fenômeno científico-tecnológico, através da Alfabetização e do Letramento Científico-Tecnológico. Para qualificar melhor a educação científica e atender a esta demanda, é importante dotar professores de ciências de subsídios teóricos e metodológicos que os aproximem da abordagem CTS. Neste sentido, o trabalho em tela trata do desenvolvimento experimental de uma ação didático-formativa (ADF), no contexto da formação inicial de professores de ciências da natureza sobre as relações CTS. O objetivo geral da ADF foi tornar professores de ciências em formação mais propensos na adoção do enfoque CTS. Buscou-se abordar quatro eixos temáticos: a racionalidade científica, o desenvolvimento tecnológico, os pressupostos do movimento CTS e a educação científica CTS. Tais eixos foram estruturados em torno da apresentação de conhecimentos conceituais interdisciplinares e discussões articuladas a partir de aspectos sociocientíficos. A ADF foi ofertada como curso de extensão a distância para 36 licenciandos em ciências da natureza - Biologia, Física ou Química. Empregaram-se duas metodologias: uma para o desenvolvimento da intervenção e outra para avaliação de seus resultados. A primeira delas buscou atender ao prescrito por Waks (1992) na Espiral da Responsabilidade, que desenvolve etapas cíclicas para a organização de atividades que promovam a responsabilidade social em temas sociocientíficos. A avaliação da contribuição da intervenção se deu a partir da Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011), através da qual foram identificadas indutivamente e analisadas quatro categorias discursivas: Ciência e Tecnologia, Educação Científica, Participação Social e Política de Ciência e Tecnologia. Os resultados apontam que o desenvolvimento das temáticas propostas através da ADF permitiu aos cursistas, de uma forma geral, avançar no questionamento de ideias convencionais sobre a ciência e a tecnologia e debilitar o maniqueísmo tecnológico, problematizando aspectos de sua apropriação e desenvolvimento. O produto educacional resultante – Curso de Extensão em Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade – se identifica com a própria Ação Didática e é composto através do Extrato de Curso, que reúne os materiais elaborados e utilizados no curso da pesquisa.

Palavras-chave: Ciência-Tecnologia-Sociedade. Educação Científica. Formação Inicial de Professores.

ABSTRACT

The increasing presence of technological artifacts in our daily lives highlights the need to understand the connections established among Science, Technology and Society - STS. There is a growing consensus that it is the task of scientific education and science education to prepare citizens for the understanding of the technical and social dimensions of the scientific-technological phenomenon, the so-called Scientific Literacy. To better qualify science education and meet this demand it is important to provide science teachers with theoretical and methodological tools that bring them closer to the STS approach. This research discusses the experimental development of a didactic-formative action (DFA), in the context of the pre-service teacher training about STS. The aim of the DFA was to encourage future science teachers to adopt the STS approach. It was organized in four thematic sections: the scientific rationality, the technological development, the STS movement and the STS scientific education. These sections were structured considering conceptual interdisciplinary knowledge and links with socio-scientific issues. The DFA was offered as a distance education course for 36 under graduates in Natural Sciences - Biology, Physics or Chemistry. Two methodologies were used: one for the development of the intervention and another for the evaluation of its results. The first one sought to meet the requirements of Waks (1992) in the Responsibility Spiral, which develops cyclical stages for the organization of activities that promote social responsibility in socio-scientific issues. The evaluation of the contributions of the intervention was based on the Discursive Textual Analysis (MORAES, GALIAZZI, 2011), through which four discursive categories were inductively identified and analyzed: Science and Technology, Scientific Education, Social Participation and Science and Technology Policies. The results point out that the development of the themes proposed through the DFA allowed the students, in general, to advance in the questioning of conventional ideas about science and technology and to weaken the technological manichaeism, problematizing aspects of their appropriation and development. The resulting educational product - Topics in Science, Technology and Society Course, is identified with the Didactic Action itself and is composed through the compilation of materials elaborated and used in the research.

Keywords: Science-Technology-Society. Scientific Education. Pre-service Teacher Training.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Espiral da Cultura Científica	23
FIGURA 2 – As dimensões básicas do ensino CTS.....	69
FIGURA 3 – Elementos conceituais de abordagens CTS	71
FIGURA 4 – Questão da Atividade Autoinstrutiva do segundo módulo.....	84
FIGURA 5 – Orientações preliminares do Laboratório de Avaliação.....	85
FIGURA 6 – Fluxo de Etapas da Análise Textual Discursiva	96
FIGURA 7 – Esquema de articulação entre problema, objetivo e metodologia da pesquisa	97

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Matriz Curricular da Ação Didático-Formativa	29
QUADRO 2 - O ensino de ciências tradicional x CTS	68
QUADRO 3 - Categorias de Ensino CTS	73
QUADRO 4 – Estratégias pedagógicas e atividades desenvolvidas.....	79
QUADRO 5 - Eixos, Aspectos Sociocientíficos Abordados e Estratégias Pedagógicas empregadas.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - Atividade Autoinstrutiva
ABED - Associação Brasileira de Educação a Distância
AC - Avaliação do Curso
ACT - Alfabetização científico-tecnológica
ADF - Ação Didático-Formativa
AS - Aspecto Sociocientífico
CEAM - Centro de Estudos Avançados Multidisciplinares
CEPAL - Comissão Econômica para a América Latina e Caribe
CT - Ciência e Tecnologia
CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade
EC - Educação Científica
ECTS - Estudos em Ciência-Tecnologia-Sociedade
EPT - Educação Profissional e Tecnológica
FD - Fórum de Discussão
IFET - Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia
IFB - Instituto Federal de Brasília
IFG - Instituto Federal de Goiás
M2 - Módulo 2
M3 - Módulo 3
M4 - Módulo 4
M5 - Módulo 5
MOL - Modelo Ofertista Linear
NP+CTS Núcleo de Políticas CTS - Ciência Tecnologia Sociedade
ONU - Organização das Nações Unidas
P&D - Pesquisa e Desenvolvimento
PA - Plano de Aula
PLACTS - Pensamento Latino-Americano em CTS
TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação
UnB - Universidade de Brasília

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
INTRODUÇÃO	19
1 AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE	30
1.1 Um olhar desde antes: da Antiguidade à Modernidade e além.....	31
1.2 Um olhar sócio-histórico para a ciência: o funcionalismo mertoniano e os paradigmas de Kuhn	34
1.3 Os Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia: o Programa Forte da Sociologia do conhecimento e abordagens contemporâneas.....	38
1.4 Um passo para fora da academia: o Movimento CTS no âmbito social.....	40
1.5 O Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade.....	44
1.6 Em torno de uma conclusão	48
2 EDUCAÇÃO CTS.....	51
2.1 CTS e a educação básica: por uma perspectiva educacional crítica.....	52
2.2 Alfabetização e Letramento Científico-Tecnológico	56
2.3 Qual formação docente para qual ensino de ciências?	61
2.4 Ensino CTS: Unidades CTS e Organização curricular.....	67
2.5 Ensino de ciências CTS.....	67
3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO	75
3.1 Delineamento da pesquisa.....	75
3.2 O desenvolvimento da Ação Didático-Formativa	77
3.3 Contexto e participantes da pesquisa	88
3.4 O componente metodológico avaliativo	92
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	98
4.1 Ciência e Tecnologia	99
4.2 Educação Científica	117
4.3 Participação Social	124
4.4 Política de Ciência e Tecnologia.....	128
4.5 Avaliação da Ação Didático-Formativa	133
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	138
REFERÊNCIAS	141

APÊNDICE A	154
MATRIZ CURRICULAR DETALHADA DA ADF	154
APÊNDICE B	157
PLANO DE CURSO APROVADO PARA OFERTA	157
APÊNDICE C	165
PLANO DE ENSINO DA ADF	165
APÊNDICE D	170
APÊNDICE E	198
ÁRVORE CATEGORIAL	198
APÊNDICE F	199
EXTRATO DE CURSO	199

APRESENTAÇÃO

*O senhor saiba: eu toda a minha vida
pensei por mim, forro, sou nascido
diferente. Eu sou é eu mesmo. Divêrjo
de todo o mundo... Eu quase que nada
não sei. Mas desconfio de muita coisa.*

Guimarães Rosa

Em todos os percursos, o resgate da memória tem um papel importante. Nesta pesquisa, não poderia ser diferente. Opto por começar resgatando o caminho que me trouxe até aqui. Em 2008, ingressei na Universidade de Brasília - UnB, para estudar o que havia escolhido: filosofia. A graduação foi um salto precoce, doloroso, porém necessário de crescimento pessoal, acadêmico e, por que não, profissional.

Durante a graduação, tive a oportunidade de estudar com grandes professores, que continuaram me inspirando e me trazendo à lembrança o porquê de eu ter optado pela docência desde muito cedo. Cito Nelson Gomes, professor da cadeira de Lógica e responsável pela consolidação do interesse que veio a ser a espinha dorsal de minha formação inicial em filosofia, Samuel Simon, sob os auspícios de quem continuei me interessando por história e filosofia da ciência, e Eros Moreira, sob orientação de quem tive a felicidade de descobrir o que é pesquisa através do engajamento em um projeto de iniciação científica. Neste período, a ênfase de meus estudos na filosofia se dava em epistemologia, lógica e filosofia da ciência, e em geral, orientava-me para o estudo da natureza do conhecimento e os desdobramentos desta questão no campo da ciência.

A seguir, sem perder o interesse por estas áreas, tive a oportunidade de participar do programa de iniciação à docência, ocasião na qual re-situei, sob uma lente mais crítica e menos romanceada que outrora assumira, o compromisso de minha formação para ser formadora. Foram questões oriundas desta experiência que me levaram a reorientar meu interesse e pesquisa, tendo-me voltado para o tema de ensino de filosofia, no qual me inspiraram Ana Míriam Wuensch, Wanderson Flor do Nascimento e Pedro Gontijo, durante a redação do trabalho de conclusão de curso.

Em 2013, iniciei minha jornada profissional oficialmente enquanto professora temporária da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal - SEDF. Foram os meses mais difíceis da minha vida até então, sem dúvida. A carga de aula excessiva e as condições desfavoráveis de trabalho me impediam de experimentar e construir tudo que o contexto da formação me havia feito pensar sobre o que é educar.

Em 2014, já como docente do Instituto Federal de Brasília - IFB, *Campus Ceilândia*, tive outra experiência, radicalmente diferente da anterior. Tendo sido lotada em um *campus* em implantação, assumi coordenações, participei de grupos de trabalho para suprir demandas institucionais. Isso me gerou certa angústia: além de não estar em sala de aula, crescia em mim uma pergunta sobre qual o papel de um professor de filosofia numa escola técnica. Qual espaço pode a filosofia disputar no contexto de uma educação cujo foco é a formação profissional, considerando as demandas mercadológicas? Gestei estas questões por algum tempo até que tive a oportunidade de cursar uma disciplina como aluna especial no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Brasília. O tema era Alfabetização e Letramento Científico Tecnológico (ACT), e o professor, Wildson Santos, uma das referências nacionais no assunto. Esta experiência, que acabou me conduzindo ao universo CTS, reavivou em mim muito do que me havia feito optar por filosofia, uma vez que tornou concreta a característica mais envolvente dessa área: a interdisciplinaridade.

No período, inquietações começaram a dar espaço a uma ingenuidade: era óbvio que a Educação Profissional e Tecnológica possuía um *telos* e um *ethos* próprios, materializava em sua tessitura uma determinada racionalidade, um determinado fazer tecnológico com papéis claros entre quem faz e quem pensa e, sobretudo: um olhar específico para o desenvolvimento de ciência e tecnologia em sua relação com a sociedade. Esse engajamento proporcionou o amadurecimento de minhas reflexões, modificando o próprio olhar que eu guardava sobre a filosofia. Deparei-me, enfim, com o caos indomável da realidade concreta, para o qual eu estava segura: a filosofia pode contribuir. Ainda não estava claro como.

A partir desta experiência, pude ressignificar minha presença no espaço de uma escola técnica. Em paralelo, participei de muitas formações para

entender o que era a Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica – EPT, e seus propósitos. Diferentemente das Universidades, cujo compromisso com a pesquisa básica é central, a Rede Federal de EPT, em especial os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia – IFETs – nascem de uma concepção de instituição de educação científico-tecnológica socialmente produtiva, comprometida com a pesquisa aplicada e, principalmente, capaz de conduzir seu trabalho científico e tecnológico para além da dimensão mercadológica da tecnociência. Para tanto, guia seu trabalho em articulação com o território, arranjos produtivos locais, considerando as demandas das comunidades que atende em diálogo permanente com grupos de interesse representados por movimentos sociais e sociedade civil organizada no sentido de democratização do projeto tecnológico e dos códigos técnicos, gerando maior distribuição de renda, trabalho e emprego.

O projeto ambicioso acarreta alguns desafios, sobretudo acerca do perfil docente para atuação em sintonia com estes preceitos. Neste contexto, coloca-se a necessidade de consolidar uma formação científico-tecnológica de relevo para a transformação social. A formação docente realizada pelos Institutos Federais obedece aos parâmetros legais estabelecidos nacionalmente, muito embora os *campi* e cada IFET possuam autonomia acerca de seu projeto político-pedagógico, desenhado sempre em harmonia com a perspectiva político-pedagógica fundante desta Rede.

Neste contexto mais amplo, a formação inicial de professores de ciências representa a interseção entre a formação científico-tecnológica e formação docente, sendo um nó crítico da educação científica, reverberando, portanto, em outros elos da cadeia nos âmbitos científico, tecnológico, de divulgação científica e, principalmente, ensino de ciência. Acresce-se a isso meu interesse de longa data por questões associadas à ciência desde uma perspectiva filosófica, sociológica e histórica em função da escolha em pesquisar formação inicial de professores de ciências, afinal, se em uma sociedade democrática compromissada com a educação de seus cidadãos o ensino formal de ciência é basilar para as percepções públicas acerca da temática, nada mais natural que buscar por esta via uma reconstrução do sentido público de ciência e tecnologia e da necessidade de participação social nestes assuntos.

Obviamente esta intrusão cobra um preço. A despeito do fato de que CTS não seja uma área disciplinar, é pouco confortável para uma pessoa com minha formação pesquisar em um campo de acesso restrito como a formação docente específica de áreas de ciência dura. Entretanto, ingressando com respeito neste campo da educação científica e ensino de ciências, que se avizinha ao campo da didática das ciências, e ciente do desafio epistemológico representado pela interdisciplinaridade, assumo este risco.

É neste contexto, na condição atual de discente do Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Goiás – IFG, certamente guardando ainda algumas ingenuidades, com mais dúvidas que certezas e com desejo de continuar trilhando o percurso envolvente que é a pesquisa científica, que me proponho a realizar uma investigação no contexto da formação de professores, tomando como referencial teórico os Estudos Sociais de Ciência-Tecnologia-Sociedade.

Considerando a natureza multidisciplinar deste programa de pós-graduação, espero que a pesquisa fortaleça minhas inquietações, me leve a outros problemas e principalmente: contribua para diminuir o fosso entre o “saber puro” e o “saber ensinar” na minha prática docente individualmente e, quiçá, na de futuros professores.

INTRODUÇÃO

O imaginário social é ricamente povoado por representações da ciência, da tecnologia e o papel das duas no destino humano. Esta fecundidade de representações se materializa frequentemente através de lendas, histórias e mitos. Talvez um dos influentes e paradigmáticos seja *O Frankenstein*, de Mary Shelley, obra de 1818, pioneira da ficção científica, que sintetiza o temor que circunda o avanço tecnológico. Nele, as forças empregadas no controle da natureza se insurgem contra o homem, destruindo-o. Entretanto, desde o próprio mito de Prometeu na mitologia grega, passando pelo episódio fundante da narrativa bíblica judaico-cristã representada pela Árvore da Ciência e seu fruto proibido, que estes medos ganham voz.

As roupagens modernas destas narrativas são inúmeras e centradas, *grosso modo*, preservando as mesmas nuances das mais antigas, na relação homem-máquina sob a égide da revolução industrial, ou, de forma hodierna, no contexto da revolução científico-tecnológica, na relação homem-inteligência artificial, nas quais “a tecnologia” transcende o domínio do humano, aprofundando variações sobre o mesmo enredo.

Esta reincidência temática é termômetro para que possamos assumir a centralidade social do debate sobre o conhecimento científico e seus desdobramentos tecnológicos: é muito comum encontrar discursos orientados pela tentativa de contextualizar o modo de vida atual como sendo íntima e até inseparavelmente ligado a artefatos tecnológicos. Algumas vezes, esta suposta reflexão vem descolada de qualquer criticidade a respeito do que vem a ser tecnologia ou como podemos, enquanto coletivo, pensar e nos responsabilizar por ela e seus impactos.

À ciência moderna são conferidos atributos que ultrapassam sua alçada. No contexto mais geral de contestação e desconstrução de tal paradigma de ciência redentora, podemos considerar as dificuldades em endereçar questões relativas a esta problemática, ou seja, a interface ser humano, ciência e tecnologia (CT). Perante tal complexidade é frequente o discurso de “explosão tecnológica” ou da “era tecnológica”, para o qual o homem vive atualmente sob influência destes artefatos tecnológicos, que pouco a pouco se apossam de todos os aspectos da existência humana “como nunca se viu anteriormente”.

Movido por uma espécie de encantamento e na contramão do pensamento crítico, tal postura revela imensa incapacidade de situar o fato da ciência e da tecnologia no curso do processo que o engendra (PINTO, 2005).

Com frequência, o “[...] desenvolvimento tecnológico é percebido como uma força autônoma, completamente independente de restrições sociais [...]” (LIMA FILHO, 2010, p. 9), o que tem por corolário uma agência própria da tecnologia fetichizada por possuir atributos intrínsecos, nos restando muito pouco ou nada a fazer senão acatar suas exigências inerentes e buscar por meio de nossa conduta dirimir possíveis impactos negativos que ela tenha na sociedade.

A despeito da crítica acima esboçada, há que se considerar que o avanço de CT impacta diretamente o modo de vida, refletindo transformações sociais radicais. Não é incomum encontrar discursos que associem linearmente estes avanços ao crescimento econômico e, por consequência, desenvolvimento social/bem-estar social (GARDINI, 2003).

Nesta mesma linha de raciocínio, se mais ciência e mais tecnologia proporcionam mais crescimento e desenvolvimento social, é correto afirmar que este seja um caminho para a solução de problemas da humanidade. Winner (1986), ao denunciar o uso da tecnologia como instrumento político, afirma ser raro que surja uma nova invenção a qual não se proclame salvadora na direção de uma sociedade livre.

Radicalizando esta visão ingênua, temos o que se chama de mito da ciência salvacionista, ou redentora, para o qual a CT – enquanto entidade autônoma e livre de valores – proverá respostas coerentes às necessidades da humanidade. É o discutido por Postman (1993) ao relatar o que nomeia *tecnopólio*, no contexto da sociedade norte-americana do fim do Século XX: a rendição da cultura à ciência em certo sentido dogmática, apoiada em uma crença cega nas benesses do progresso ilimitado e da tecnologia sem custos, marginalizando a moral em detrimento da racionalização do lucro. A este respeito:

O desenvolvimento científico-tecnológico não pode ser considerado um processo neutro que deixa intactas as estruturas sociais sobre as quais atua. Nem a Ciência e nem a Tecnologia são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que

transformam. O progresso científico e tecnológico não coincide necessariamente com o progresso social e moral (SACHS, 1996, apud AULER; DELIZOICOV 2006, p. 343).

Por outro lado, verifica-se também o contradiscurso catastrofista, construído com ênfase nos descaminhos do desenvolvimento científico e tecnológico representados, sobretudo, por episódios na segunda metade do século passado, como o uso de pesquisas científicas para fins bélicos ou impactos ambientais do uso de pesticidas. De tal disputa entendem González, López e Luján (1996, p. 127-132) que:

A ideia de uma tecnologia autônoma favorece o que se conhece como tecnocatastrofismo e tecno-otimismo, ou melhor, posições a favor ou contra a tecnologia. O tecnocatastrofista busca assinalar a ameaça da autonomia da tecnologia, já que esta se encontra fora de controle, e então o que se deve fazer é destruí-la para voltar a uma sociedade menos tecnológica e mais humanizada. O tecno-otimista tem uma posição contrária. É precisamente essa ausência de controle, seu caráter autônomo, o que assegura a eficácia da tecnologia, e, por conseguinte, sua ação benéfica frente a qualquer perturbação que ela pode gerar. No momento pode-se assinalar que a ideia de uma investigação científica objetiva, neutra, prévia e independente de suas possíveis aplicações práticas pela tecnologia é uma ficção ideológica que não tem correspondência com a atividade real dos projetos de pesquisa nos quais os componentes científicos teóricos e tecnológicos práticos resultam quase sempre indissociáveis do contexto social. (GONZÁLEZ; LÓPEZ; LUJÁN, 1996, p. 127-132, apud GARCÍA et al., 2003, p. 40).

O trinômio Ciência-Tecnologia-Sociedade vem atendendo às inovações propostas no campo educacional em resposta ao avanço da Ciência e Tecnologia e seu impacto direto sobre o modo de vida social, refletindo mudanças e transformações sociais radicais. Neste sentido, é premente adequar nossos valores de acordo com situações que transcendem o limite espaço-temporal através da tecnologia em um viés da ética da responsabilidade (JONAS, 1984).

De acordo com este paradigma, caberia à educação promover este debate de forma crítica e situada, viabilizando a formação para a ação social responsável. Esta proposta converge atualmente para um ensino de ciências humanístico cujo objetivo é a difusão de uma ciência cidadã, voltada para a participação social (SANTOS, W., 2008).

Estas reflexões tomam espaço sob a égide dos Estudos sobre Ciência, Tecnologia e Sociedade (ECTS), campo interdisciplinar que tem por objeto as próprias relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade. Sinteticamente, podemos organizá-los conforme González, López e Luján (1996), em (a) estudos no campo acadêmico; (b) estudos no campo das políticas públicas; e (c) estudos no campo da educação.

Tais estudos ganharam fôlego no intento de compreender CT a partir do descontentamento com os rumos de seu desenvolvimento no período pós-Segunda Guerra Mundial, antecedido por um período de confiança inabalável no progresso da CT como fonte de desenvolvimento social e solução para diversos problemas da humanidade. A concepção tradicional da ciência e da tecnologia se encontrava abalada, sobretudo devido aos problemas políticos e econômicos relacionados ao desenvolvimento da Ciência e Tecnologia, e à degradação ambiental (GONZÁLEZ; LÓPEZ; LUJÁN, 1996).

Politicamente, tal perspectiva representaria uma ruptura com a hegemonia do modelo decisório tecnocrata, para o qual é o especialista quem detém a qualificação necessária para opinar de forma preponderante sobre determinado assunto (AULER, 2011). Este modelo produz paradoxos na percepção pública de CT:

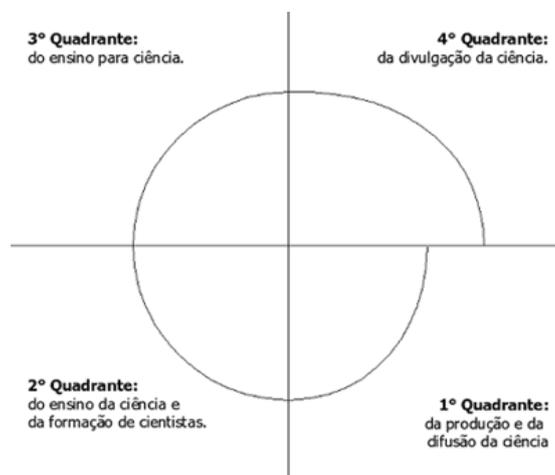
[...] a sociedade experiencia uma ambiguidade sobre o papel da ciência e da tecnologia, caracterizada como uma “percepção pública esquizofrênica”, segundo Gonzáles, López e Luján (1996) ao se referirem à confiança e à desconfiança de parcela da sociedade diante do avanço científico e tecnológico. Essa percepção é tanto reforçada pelos meios de comunicação de massa e pelos artigos e trabalhos de divulgação científica, como fortalecida pela tecnocracia dos modelos de gestão governamentais, que inviabilizam a participação de cidadãos nas discussões públicas sobre questões científicas e tecnológicas (MARTÍNEZ, 2012, p. 31).

Neste contexto, é propugnada a Alfabetização Científico-Tecnológica (ACT), terminologia que nomeia um espectro de posicionamentos que, em comum, coloca a necessidade da democratização de conhecimentos sobre ciência e tecnologia frente a uma sociedade crescentemente permeada por avanços científico-tecnológicos (AULER; DELIZOICOV, 2001).

A ACT, portanto, seria um conceito para o qual confluem diversos campos da cultura científica como delineados por Vogt (2003) e apresentados na Figura

1: (a) produção e difusão da ciência (cientistas); (b) ensino da ciência e formação de cientistas (estudantes, professores e cientistas); (c) ensino para ciência (educação científica não formal) e (d) divulgação da ciência (jornalistas e mídias).

FIGURA 1 – Espiral da Cultura Científica



Fonte: Vogt (2003)

Na perspectiva de democratização do projeto tecnológico, deve-se cultivar outro olhar sobre o que são CT, bem como sobre sua relação com a sociedade enquanto produto da cultura (JAPIASSU, 2005; VOGT, 2003). A própria questão sobre o que significa, perante o Estado Moderno, a possibilidade de democratização do projeto tecnológico deve considerar sua estrutura de gestão tecnocrática cuja legitimidade reside no “controle dos cidadãos por meio das valorações dos especialistas e exclui, dessa forma, a possibilidade de participação da população” (MARTÍNEZ, 2012, p. 33).

Enquanto CT continuarem sendo formas de dominação social permeadas pela racionalidade técnica e pelo cientificismo, que têm por corolário a percepção pública paradoxal supracitada segundo a qual constituem ora um avanço inescapável e inerentemente bom, ora um prenúncio apocalíptico fora de nosso controle, não será possível avançar de forma qualificada rumo à efetivação de um novo modelo decisório para tomada de decisões em CT para a realização do próprio ideal democrático.

A materialização da alternativa de democratização do projeto tecnológico dá centralidade à discussão sobre a educação científica, fundamento da participação do público informado em processos decisórios. Portanto, a presente

pesquisa toma por foco a Educação Científica (EC), por entender que a educação formal é o espaço privilegiado de desconstrução da racionalidade técnica que impinge crenças inadequadas sobre a natureza da CT e sua relação com a sociedade.

No quesito curricular na perspectiva CTS, é possível identificar uma miríade de termos e pressupostos que fundamentam uma matriz cognitiva para a Educação Científica. Aikenhead (2005), realizando revisão de literatura no contexto norte-americano, considera que o frequente fracasso escolar associado às concepções curriculares tradicionais de ciência conduz à emergência do enfoque CTS como mecanismo para melhoria de resultados acadêmicos em ciência e combate à evasão escolar. É neste mesmo sentido, por assim dizer gerencial-instrumental, que Cachapuz e colaboradores (2005, p. 38) apresentam razões para uma alternativa ao ensino de ciências tradicional:

[...] O ensino transmite visões da ciência que se afastam notoriamente da forma como se constroem e evoluem os conhecimentos científicos (McComas, 1998; Fernández, 2000; Gil-Pérez et al., 2001). Visões empobrecidas e distorcidas que criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes e se convertem num obstáculo para a aprendizagem. Isto está relacionado com o facto de que o ensino científico — incluindo o universitário — reduziu-se basicamente à apresentação de conhecimentos já elaborados, sem dar ocasião aos estudantes de se aproximarem das atividades características do trabalho científico (Gil-Pérez et al., 1999). Deste modo, as concepções dos estudantes — incluindo as dos futuros docentes — não se afastam daquilo a que se pode chamar uma imagem “folk”, “naif” ou “popular” da ciência, socialmente aceite, associada a um suposto Método Científico, com maiúsculas, perfeitamente definido (Fernandez et al., 2002) (CACHAPUZ et al., 2005, p. 38).

Por outro lado, muito se tem avançado nas discussões em direção à construção de uma Educação Científica crítica, reflexiva, transformadora, não apenas em função de resultados escolares, mas que estimule a autonomia, dotando seus sujeitos de conhecimentos e atitudes proativas frente às situações sociais que se lhes apresentem, orientados para que possam reconhecer-se enquanto agentes sociais no contexto da CT.

Para este novo desafio da EC – atrelado aos objetivos da Educação CTS, é necessário que a formação docente acompanhe tais discussões, pois ensinar ciências no cenário atual requer que os professores compreendam as origens das inovações científicas e tecnológicas; lutem contra as desigualdades

impostas pelo capital e pelo exercício do poder; e abram novos horizontes aos estudantes no sentido de se desenvolverem humana e integralmente (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2012).

Para tanto é necessário dotar professores de ciências de subsídios teóricos e práticos voltados para estimular condutas reflexivas e transformadoras que viabilizem a construção de estratégias de ensino-aprendizagem cuja tônica seja o desejo de investigar e agir sobre seus contextos de atuação e da compreensão da complexa relação ciência-tecnologia-sociedade (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2012).

A perspectiva de formação docente para a qual convergem tais demandas e também segundo a qual trabalharemos é, portanto, a de professores enquanto intelectuais transformadores (GIROUX, 1999) que vão além de práticas educativas voltadas ao aspecto individual dos educandos, com vistas a promover um engajamento em raciocínios críticos que subsidiem a leitura de transformação do mundo em que vivem. Ao pensar nos saberes necessários à prática educativa, esta perspectiva se alinha com Freire (2011), para quem educar é uma forma de intervenção no mundo e exige apreensão da realidade.

Tendo em vista o exposto, este estudo integra três campos distintos: CTS, educação científica e formação docente para apresentar e avaliar uma ação pedagógica que objetiva trabalhar dimensões CTS, voltada ao contexto da formação inicial de professores de ciências, considerando tais desafios para a educação científica.

As questões norteadoras da presente investigação são formuladas em torno de entender: quais são os princípios teóricos e analíticos dos ECTS; qual ideário sobre CTS dos professores de ciências da natureza durante sua formação inicial; como planejar uma ação didático-formativa que possa alinhar este ideário ao proposto pelo movimento CTS; e como avaliar a adequação desta ação aos objetivos propostos.

Coloca-se como problema de pesquisa *como contribuir para que futuros professores de ciências tenham uma adequada compreensão de ensino sobre CTS*. Nosso objetivo geral é desenvolver, implementar e avaliar uma Ação Didático-Formativa para CTS no contexto da formação inicial de professores de ciências.

Como objetivos específicos elencamos:

- Sintetizar princípios teórico-metodológicos dos ECTS e da Educação CTS;
- Desenvolver e implementar uma ação didático-formativa no contexto da formação inicial de professores de ciências da natureza sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade;
- Avaliar os limites e possibilidades envolvidos no desenvolvimento da ADF, considerando a sua contribuição para as compreensões de futuros professores sobre CTS.

A revisão inicial de literatura contou com uma busca em variadas plataformas¹. A busca retornou resultados em três diferentes dimensões que se interseccionam na consecução de nosso projeto: estudos sociais da ciência e tecnologia/estudos em ciência, tecnologia e sociedade (DAGNINO, 2008; GÁRCIA et al., 2003; PREMEBIDA et al. 2011), propósitos da educação científica (AIKENHEAD, 1994a, 1994b, 2005; SANTOS; SCHNETZLER, 2014; STRIEDER, 2012) e formação inicial de professores de ciências (AULER, 2002; GATTI, 2010; GIROUX, 1997; NASCIMENTO; MENDONÇA; FERNANDES, 2012; SAVIANI 1997; TARDIFF; LESSARD, 2005). Cumpre notar que os autores supracitados não constituem uma perspectiva educacional única e uniforme, relacionando-se, porquanto se dispõem a pensar a perspectiva teleológica da prática educativa.

A apropriação das discussões educacionais no contexto brasileiro tem sido construída de forma mais robusta a partir da década de 90 (SANTOS, W., 1992), com destaques para aproximações entre a Educação CTS e os pressupostos educativos de Paulo Freire (AULER, 2002).

A relevância de nossa pesquisa se dá também em função do necessário avanço no diálogo interdisciplinar cuja premissa é aliar o ferramental interpretativo do qual dispõem as ciências humanas em “busca de análises mais apuradas desta expansão dos objetos tecnológicos para além do espaço laboratorial” (PREMEBIDA et al., 2011).

Desta forma, delineamos a investigação na formação inicial de professores de Ciências da Natureza (Biologia, Física e Química) para

¹ As referidas plataformas foram: Periódicos CAPES/MEC, Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e Google Acadêmico.

licenciandos matriculados em Instituições de Ensino Superior do Distrito Federal e Entorno. A ação didático-formativa se deu na modalidade a distância através do Ambiente Virtual de Aprendizagem, e teve por objeto as relações entre Ciência-Tecnologia e Sociedade sob a perspectiva dos estudos CTS e da perspectiva de educação científica CTS.

Metodologicamente, caracteriza-se enquanto pesquisa aplicada de desenvolvimento experimental de produto educacional, sendo categorizada como pesquisa do tipo intervenção pedagógica, uma vez que envolve o planejamento e implementação de interferências, visando produzir avanços e melhorias nos processos de aprendizagem dos sujeitos participantes, ao mesmo tempo que se compromete com a avaliação dos efeitos dessas interferências (DAMIANI et al., 2013). Esse tipo de pesquisa envolve metodologias distintas: uma destinada a fundamentar a intervenção e outra que embasa a avaliação da intervenção.

O componente interventivo se situa a partir do diálogo com a teoria, que auxilia na compreensão da realidade e a implementação da intervenção. Para isso, nos orientamos pela espiral de responsabilidade de Waks (1992) como parâmetro didático-pedagógico no desenvolvimento da intervenção. A espiral se organiza em cinco fases com o objetivo de orientar estudantes “na constituição de suas convicções e compromissos, estilo de vida, escolhas e valores, como estes incidem sobre assuntos do domínio tecnológico frente à nossa sociedade [...]” (WAKS, 1992, p. 13). Tal modelo, oferecido por Waks (1992), é discutido e apropriado conforme o contexto desta pesquisa, considerando também a discussão formal e conceitual desenvolvida por Zabala (1998) acerca da construção de sequências didáticas.

Para avaliar a contribuição desta ação didático-formativa sobre o ideário dos sujeitos da formação oferecida no contexto desta pesquisa, optamos por fazer uso da Análise Textual Discursiva – ATD (MORAES; GALIAZZI, 2007), uma espécie de análise textual que se caracteriza como um processo auto-organizado visando resultados criativos e originais, obtidos por elementos e processos racionalizados e planejados de forma a se assemelhar a um sistema complexo cujos resultados não são previstos. Também não há hipóteses prévias a serem consideradas.

Metodologicamente, a ADT se divide em uma cadeia que vai da desmontagem dos textos visando um exame detalhado do *corpus* com o objetivo de atingir suas unidades constituintes (enunciados referentes aos fenômenos estudados) à categorização, momento no qual se estabelece relações entre as unidades de base por similaridade até a captação do “novo emergente”, para fazer com que o mergulho nos materiais desencadeie uma compreensão renovada do todo.

As categorias encontradas foram quatro – Ciência e Tecnologia, Educação Científica, Participação Social e Política de Ciência e Tecnologia – e refletem, em diálogo com intervenção proposta, o discurso emergente nas elaborações dos cursistas sobre as temáticas orientadas ostensivamente ou não na estrutura da ADF.

O presente trabalho, por se situar em um Mestrado Profissional na área de Ensino, envolve a apresentação de um produto educacional (CAPES, 2012). Nosso produto caracteriza-se como uma proposta de ensino – uma ação didático-formativa, a ser implementada através de um curso de extensão.

O objetivo desta ADF é colocar estudantes de licenciatura em ciências da natureza em contato com aspectos sociocientíficos numa perspectiva CTS, apresentando discussões da área. Tal proposta classifica-se, conforme a literatura (WAKS, 1990; AIKENHEAD, 1994b), como um *programa CTS puro* ou de *conteúdo CTS*, no qual o foco são questões tecnológicas ou sociais, e conteúdo científico propriamente dito é mencionado, mas apenas para indicar uma correlação com a ciência. Os alunos não são avaliados em conteúdo científico puro em qualquer grau.

O produto educacional se apresenta no formato de extrato de curso de extensão, que envolveu várias instâncias de planejamento e execução: desenvolvimento, implementação e avaliação. Compõem o extrato materiais de apoio criados ou utilizados, com sugestões e orientações no intuito de difundir a proposta e socializar as reflexões e frutos da pesquisa.

Intitulada “Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade”, a Ação Didático-Formativa foi articulada conforme Quadro 1 abaixo:

QUADRO 1 – Matriz Curricular da Ação Didático-Formativa

COMPONENTE CURRICULAR	CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	CARGA HORÁRIA
Conhecendo a EaD	Recursos e Características do Ambiente Virtual de Aprendizagem.	5 h/a
A Racionalidade científica	O paradigma moderno de ciência Características do conhecimento científico O “método científico” Cientistas e questões sociocientíficas	15h/a
O Desenvolvimento tecnológico	O conceito de tecnologia Concepções sobre tecnologia Tecnologia e Desenvolvimento social Tecnologia e Sustentabilidade Política de CT	15h/a
Movimento CTS e interações entre CT e Sociedade	A relação entre modelos tecnocráticos e democráticos para tomada de decisão em CT Influência mútua entre CT e Sociedade Origem do pensamento CTS Objetivos CTS O Pensamento Latino-Americano em CTS	15h/a
CTS e Educação Científica	Educação Científica com enfoque CTS O conceito de Alfabetização e Letramento Científico-Tecnológico	10h/a

Fonte: Elaboração própria.

Desta forma, a dissertação se estrutura em quatro capítulos. O Capítulo 1 se debruça sobre o arcabouço teórico dos ECTS e, fazendo um breve apanhado histórico destas relações ao longo da história das ideias, traz a discussão que embasou as opções metodológicas e conceituais do trabalho. O Capítulo 2 é dedicado a pensar a educação científica e a formação de professores sob a perspectiva educativa crítica atrelada ao movimento CTS, desvelando seus objetivos, estratégias de ensino e categorização curricular. No Capítulo 3 são relatados desdobramentos metodológicos da pesquisa, sua caracterização, métodos e técnicas adotados no desenvolvimento da ADF e a forma de análise de dados. O Capítulo 4 é dedicado à apresentação e discussão de resultados encontrados bem como a avaliação de limitações e potencialidades da ADF.

As considerações finais buscam resgatar as discussões empreendidas no trabalho, avaliar os objetivos da pesquisa e o produto apresentado, sopesando a relevância da contribuição aqui oferecida. Procurou-se destacar ainda lacunas a serem preenchidas por investigações futuras e outros aspectos teóricos que merecem aprofundamento.

1 AS RELAÇÕES ENTRE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

A literatura acerca de ciência, tecnologia e sociedade, doravante CTS², narra, univocamente, o surgimento do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade como tendo ocorrido nos Estados Unidos durante os anos 60 do século passado (AIKENHEAD, 1994a, 1994b, 2005; GARCÍA et al., 2003; GONZÁLEZ; LÓPEZ; LUJAN, 1996; SOLOMON, 1988).

Entretanto, os ECTS – Estudos CTS – podem ser entendidos como uma nova leitura que tem tomado lugar no curso das transformações históricas, sociais, econômicas, científicas e tecnológicas, vivenciadas de forma ainda mais intensa, considerando a quantidade e velocidade de informação que circula em um mundo crescentemente globalizado, cuja marca indelével é a própria dinâmica entre os elementos da tríade Ciência-Tecnologia-Sociedade.

Para trilhar este caminho, propomos neste capítulo a dilação da análise das relações CTS conforme uma breve historiografia das ideias, numa perspectiva ampliada que nos permita balizar a temática considerando sua natureza interdisciplinar em sua particularidade filosófica, posto que um dos desafios de nossa pesquisa requer escolher uma abordagem que nos permita delimitar ECTS como um campo de conhecimento não homogêneo e dificilmente unificável, porém, possuindo um núcleo, mesmo que restrito, de consenso em seus pressupostos. Soma-se a isto o fato de que a tríade CTS exige uma compreensão da ciência como atividade humana, historicamente contextualizada, que se dá em contextos socioeconômicos e culturais determinados, nos quais descobertas científicas tomam lugar (AMARAL; XAVIER; MACIEL, 2009).

Pretendemos, portanto, lançar um breve olhar para estas relações ou mesmo para a sua elisão em alguns períodos da história das ideias a fim de resgatar de forma concisa os fundamentos histórico-ontológicos da relação entre ciência, tecnologia e sociedade e compreender seu desdobramento no tempo.

² Tomaremos aqui CTS para nos referir às relações entre os elementos da tríade, e ECTS ou ESCT – Estudos Sociais sobre CT para nos referirmos aos estudos acadêmicos sobre CTS. Quanto à expressão *movimento CTS* a usaremos para nos referir a situações de intervenção social através de reivindicações ou interesse de mudança específicos (cf. VACCAREZZA, 2011; VON LINSINGEN, 2008).

Neste percurso, será inevitável um trânsito constante entre filosofia e sociologia da ciência. Esperamos que a partir destes entendimentos possamos finalmente sintetizar princípios teóricos e analíticos dos ECTS e perceber suas implicações no nosso contexto sócio-histórico através do Pensamento Latino-Americano sobre CTS – PLACTS.

1.1 Um olhar desde antes: da Antiguidade à Modernidade e além

O mito de Prometeu, informado por Ésquilo e Hesíodo, traz a representação da condição humana entre a dor e sabedoria. O titã, protetor da humanidade ainda ignorante e sofredora, fornece aos homens o fogo, que simbolicamente corresponde às artes e técnicas, de forma a ensinar uma existência mais inteligente e projetiva³, potencialmente dotada de conhecimento para a vida. Por fim, Prometeu atribui ao homem um “espírito-criador” (JAEGER, 2001). Com a posse de tal lote divino, o homem, o animal mais indefeso e inerme de toda a criação, conforme Platão (Prot., 321 c), se vê apto a sobreviver. Em resposta ao furto cometido por Prometeu, Zeus pune também os homens lhes enviando Pandora, portadora de todas as mazelas das quais padece a humanidade.

A consciência mítica arrola ainda outras narrativas que enfocam a aspiração de transcender os limites da condição humana por meio da relação com a técnica e com a tecnologia. É o caso da história da fuga de Dédalo e Ícaro do labirinto do Minotauro. Nela, Ícaro, em desobediência aos conselhos do pai, acaba voando alto demais, comprometendo as asas artificiais que Dédalo havia projetado.

No curso da história, o vínculo do homem com a natureza começa a se destacar há cerca de 2,5 milhões de anos⁴, quando se inicia o emprego de artefatos que intermedeiam ou mesmo suprimem o contato imediato com o mundo. A idade da pedra inaugura uma relação de proximidade entre o conhecimento da *physis* ou natureza, que se dá numa relação profundamente ritualizada e mítica em povos arcaicos e tem outros desdobramentos ao longo

³ Cf. Azambuja (2013).

⁴ Artefatos como a pedra polida remontam ao Neolítico, que compreende os períodos de 5.000 a 3.000 a.C.

da história. A ruptura completa com o mundo natural no qual o humano se insere não é factível, ou seja, ciência e tecnologia compõem a cultura na qual florescem e para a qual contribuem (MITCHAM, 1999).

A trajetória da relação entre ciência, tecnologia e sociedade acompanha a história do empreendimento humano e de sua diferenciação do mundo natural através do emprego da técnica para atingir o intento de sobrevivência através da transformação da natureza. Em certo sentido, “para que qualquer grupo humano sobreviva, é indispensável certo grau de desenvolvimento da técnica, e a sobrevivência e o bem-estar de grupos humanos cada vez maiores são condicionados pelo desenvolvimento dos meios técnicos” (ABBAGNANO, 2007, p. 940). A relação entre o mundo natural e o mundo humano “foi complementada, posta de lado por nossa aliança a artefatos”.

É possível organizar em torno de três estágios, agrupados pelas características aproximadas no que tange às mudanças introduzidas na forma de conceber as relações CTS: a visão pré-moderna, moderna e contemporânea (MITCHAN, 1989).

Para o período pré-moderno, Ciência, Tecnologia e Sociedade são separadas e não sofrem influência mútua, sendo CT controladas pela sociedade ou pelo Estado (MITCHAN, 1989). Neste período, vigorava o ideal do saber teórico em detrimento do fazer cotidiano, prático ou produtivo, representado pelo pensamento filosófico clássico de Platão e Aristóteles. No período, era ressaltada a relação com o conhecimento como sendo de observação, contemplação e não manipulação. Outro fator característico é que a tecnologia disponível era funcional no sentido de construir modelos.

Na modernidade são elididas relações entre CT e sociedade, sobretudo para proclamar a autonomia e neutralidade desta esfera tecnocientífica emergente. Situada no processo histórico que culmina com a revolução científica, a modernidade assiste ao divórcio entre ciência e religião. O protagonista deste episódio é Galileu, que, a partir da teoria heliocêntrica, garantiu a prevalência da ideia de autonomia da ciência.

Em suma, CT se influenciam reciprocamente, sendo *autônomas e livres de valores*, e a tecnologia passa a ser empregada para realizar experimentos e novas aplicações tecnológicas (MITCHAN, 1989). O desdobramento da

modernidade faz com que a ciência deixe de fazer parte de um corpo de conhecimento teórico-contemplativo e se torne ativa subsidiária da técnica.

A visão contemporânea a respeito da relação entre Ciência e Tecnologia não é uniforme. Algumas leituras insistem em buscar diferenciar ciência da tecnologia, conservando sua interdependência, pelo que a segunda seria mais voltada ao mercado enquanto a primeira é “socialmente contextualizada e vinculada cognitivamente, sendo a validade do conhecimento científico sempre relacionada aos interesses do conhecimento buscado e nunca poderá se referir à verdade objetiva” (ANGOTTI, 1991 apud AULER, 2002, p.73).

Para Mitchan (1989), CT devem estar em alguma medida separadas e não devem determinar uma à outra, devendo ser governadas pela sociedade ou por políticas. Historicamente, nos lembra Acevedo (2000), a subserviência da ciência a interesses econômicos e militares foi impulsionada a partir da segunda metade do século XX e, academicamente, cada vez mais a ciência se encontra determinada pelas finalidades e metas tecnológicas.

O movimento CTS conforma um pluralismo de vertentes que, em comum, rechaçam o estabelecimento de relações simplistas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Destarte, os estudos CTS (ECTS) correlacionam um novo jogo de forças, tendente a criticar o projeto da modernidade, reavaliando o presente.

Sobre a crítica ao projeto da modernidade, sobressai a Escola de Frankfurt, que rejeita o ideal de progresso e o enxerga como adjacente à razão em seu formato moderno: o culto à razão, cujo ápice é o positivismo, desconsidera a opressão e desumanização a ela subjacentes, o que implica a “perda da autonomia do sujeito, docilizado tanto pela sociedade industrial totalmente administrada como pelas extremas regressões à barbárie representada pelos Estados totalitários” (ARANHA; MARTINS, 2004, p. 151).

Habermas (1980, 1992), herdeiro desta linha, vê a técnica como projeto histórico-social que dá diretrizes sobre o que fazer com o homem e com as coisas, projeto este imbuído dos interesses sociais dominantes que determinam:

[...] Habermas concorda com a tese de que os princípios da ciência moderna foram definidos a priori, de modo a poderem servir de instrumentos conceituais para um universo de controle produtivo que se refaz automaticamente. O método científico, que levou à dominação cada vez mais eficaz da natureza, passou a oferecer os conceitos e os

instrumentos para a dominação cada vez mais eficaz do homem pelo homem por meio da dominação da natureza (MARTÍNEZ, 2012, p. 37).

Em suma, na dita contemporaneidade, CT não são mais aceitas como formas privilegiadas de conhecimento, havendo um esforço em direção à promoção de formas democráticas, ecletismo cultural e descentralização política. Nesse panorama, o movimento CTS representa um espaço no qual se viabiliza a promoção de afinidades entre campos científicos diversos e interdisciplinares, resistentes a reducionismos, portanto, “criativo e com papel potencialmente formativo na busca por uma percepção pós-moderna de ciência, tecnologia e sociedade” (MITCHAM, 1989, p. 413).

Naturalmente, esta classificação considera aspectos cronológicos em proveito da compreensão de quais seriam as principais características do desenvolvimento geral da história das ideias, e não indica uma mútua exclusão de concepções ao longo do tempo, ou seja, as visões coexistem nos períodos, sendo a categorização relevante apenas para identificar características cronológicas emergentes do pensamento sobre a relação CTS.

Cabe também informar que não é representada a totalidade dos entendimentos acerca desta matéria, de forma que é esperado que haja dissonâncias, a exemplo da opinião pública sobre CT e a percepção da comunidade científica, ou mesmo dentro da própria comunidade científica: se cientistas sociais, filósofos, físicos, químicos, entre outros.

1.2 Um olhar sócio-histórico para a ciência: o funcionalismo mertoniano e os paradigmas de Kuhn

Na alvorada do século XIX, a história e filosofia da ciência assistem à consolidação do paradigma cientificista, com o apogeu de tendências positivistas. O positivismo é uma forma radical de empirismo, porquanto valoriza as ciências naturais por seu recurso ao observável, mensurável, conversível em dados positivos.

Com o positivismo comtiano, a ciência se reafirma enquanto instância independente e autônoma e é reforçada enquanto forma superior de conhecimento. Em seus desdobramentos mais sofisticados, destaca-se o

Positivismo Lógico, que se desenvolve na alvorada do século XX no contexto dos encontros do Círculo de Viena⁵, cujo principal expoente foi Rudolf Carnap (1891-1970).

Karl Popper (1902-1994), muito embora não se filie diretamente ao Círculo, com ele guarda bastante proximidade, seja pelo diálogo, seja pelo fato de, em conjunto com Carnap (1992), representar a corrente da concepção herdada de ciência (TRIGUEIRO, 2012). A concepção herdada de ciência é aquela para a qual:

O desenvolvimento científico é concebido [...] como um processo regulado por um rígido código de racionalidade autônomo, alheio a condicionantes externos (sociais, políticos, psicológicos...). Em situações de incertezas, por exemplo, diante da alternativa de dois desenvolvimentos teóricos igualmente aceitáveis em um dado momento (baseado na evidência empírica), tal autonomia seria preservada, apelando-se para algum critério metacientífico igualmente objetivo. Virtudes cognitivas quase sempre invocadas em tais casos são as da simplicidade, do poder preditivo, da fertilidade teórica e do poder explicativo. Mais ainda, a ciência mesma, com sua diversidade de disciplinas, era contemplada como um grande sistema axiomático cujos conceitos e postulados básicos eram os da física matemática. A chamada lógica de predicados de primeira ordem com identidade se supunha poder oferecer o instrumental requerido para formalizar tais sistemas, ou melhor, para fundamentá-los e proporcionar uma compreensão rigorosa dos mesmos. (GARCÍA et al., 2003, p. 15).

É no século XX que as metaciências começam a questionar o cientificismo e a ideia de desenvolvimento temporal deste corpo de conhecimento como linear e cumulativo, em outras palavras, como paradigma de progresso humano. Premebida e colaboradores (2011, p. 25) nos recordam que, “nas décadas de 1950 e 1960, os ECTS se caracterizam pelo estudo da estrutura, mudanças e organização da comunidade científica, da cientometria e do papel dos cientistas

⁵ O Círculo tinha como principais teses o critério empirista do significado, segundo o qual o sentido de uma frase empírica é seu método de verificação; e a circunscrição do pensamento lógico a um processo não criativo de transformações tautológicas. Popper (1974) e Russell (1971) criticaram sobretudo a primeira das teses: se sentido e método de verificação são idênticos, as leis das ciências naturais seriam inverificáveis e tornaria frases aceitáveis absurdas. Em especial para o primeiro, *o conceito positivista de «significado» ou «sentido» (ou de verificabilidade, confirmabilidade indutiva, etc.) não é apropriado para realizar a demarcação entre ciência e metafísica, simplesmente porque a metafísica não é necessariamente carente de sentido, embora não seja uma ciência.* (POPPER, 1974, p. 281). Popper elege como critério de demarcação a falseabilidade, segundo a qual a teoria deve ser clara o suficiente para que possa ser *falseada*, ou seja, provada falsa com base em observações e experimentos.

na sociedade”. É o momento em que a ciência deixa de ser discutida apenas de um ponto de vista cognitivo para ser discutida a partir de sua construção social.

A sociologia da ciência emergente na virada do século XIX para o XX⁶, tem seu percurso clássico desde o funcionalismo de Robert Merton, a perspectiva histórica de Thomas Kuhn, o Programa Forte da sociologia do conhecimento até os construtivistas Bruno Latour, Karin e Steve Woolgar⁷.

Merton limita-se às origens da ciência, seu *ethos*, sem mencionar questões cognitivas. Em 1942, em *A ciência e a estrutura social democrática*, surgem os imperativos institucionais da ciência, quais sejam: (a) comunismo: os conhecimentos científicos não estão sujeitos à propriedade intelectual, sendo um bem da comunidade científica; (b) universalismo: os critérios da ciência são impessoais e preestabelecidos e a aceitação ou rejeição de alegações científicas não devem depender dos atributos pessoais ou sociais do seu proponente; (c) desinteresse: diria respeito ao padrão distintivo de controle de uma gama de motivos que caracterizaria o comportamento de cientistas; (d) ceticismo organizado, princípio metodológico-institucional, segundo o qual o julgamento deve permanecer suspenso até que se disponha de fatos comprobatórios⁸ (MERTON, 2013).

Para Dagnino, citado por Auler (2002), Merton foi responsável, com a sua contribuição acerca dos imperativos institucionais da ciência, por compor uma espécie de senso comum da comunidade científica, segundo o qual tais imperativos seriam neutros e instrumentais. Isto resulta em um desalinhamento entre os planos normativo – o que deveria ser – e o descritivo – o que é –, tornando

⁶ Como antecedentes na sociologia do conhecimento pode-se citar Max Scheler (1874-1928), Karl Mannheim (1893-1947) e Ludwik Fleck (1896-1961), embora este último tenha tido suas ideias permanecido pouco exploradas até recentemente.

⁷ Também há relevantes pensadores de ascendência marxista, como Boris Hessen, John Desmond Bernal e Joseph Needham, que irão compor a corrente externalista, para a qual os conteúdos científicos são demandados pelas forças produtivas vigentes, sendo preponderantes e condutoras do desenvolvimento da CT. Os *Princípios* de Newton são analisados por Hessen (1993), que discute a relação entre o desenvolvimento de ideias científicas com demandas econômico-produtivas. Esta corrente já em 1931 durante o II Congresso Internacional de História das Ciências e das Tecnologias em Londres já se manifestava denunciando a influência da sociedade no desenvolvimento da CT, embora “trabalhos dessa época não considerassem a possibilidade de interferência de fatores externos no conteúdo científico propriamente dito” (CUNHA, 2008).

⁸ O funcionalismo mertoniano irá manter a sociologia da ciência restrita à sociologia do conhecimento, preservando incólume o âmbito do conhecimento científico propriamente dito. Isto é, a sociologia se confina à investigação histórica de descobertas científicas e análise das instituições que dão suporte à atividade científica/trabalho dos cientistas (MERTON, 2013).

cientistas propensos a acreditar que influências externas são inevitáveis. Isto é, Merton

Trata idealmente a ciência como se ela estivesse à disposição da humanidade (comunalismo). Para que esse ideal se cumprisse, seria necessário o distanciamento de influências externas ao meio científico e que expressam interesses – religiosos, políticos, econômicos ou de grupos sociais – (universalismo). A ciência expressaria um suposto desprendimento do cientista de sua concepção de mundo (desinteresse) e um rigor acadêmico que garantiria a isenção do pesquisador. Seus interesses, crenças e valores estariam totalmente subordinados aos critérios empíricos, racionais e lógicos (AULER, 2002, p. 86).

A natureza especial do conhecimento científico em si não era objeto de análise até então, sendo a ciência orientada por suas próprias determinações. Resta o estudo da funcionalidade das instituições para o livre curso do progresso científico (PALÁCIOS, 1994). A tradição funcionalista preservava intacta a primazia da filosofia da ciência no trato com as questões relativas ao teor do conhecimento científico. A superação desta fronteira só se dará mais tarde com o programa forte da sociologia do conhecimento, representado principalmente por David Bloor, na década de 70, em Edimburgo.

Ainda nos anos 60 do século XX, a escola historicista, representada por Thomas Kuhn, Imre Lakatos e Larry Laudan, irá se contrapor à visão simplista de ciência, propondo uma perspectiva histórica das teorias científicas. Elas não são um conjunto de enunciados e axiomas, mas sim uma estrutura de conceitos que evoluem historicamente, tanto inter-teoricamente quanto intrateoricamente.

A reflexão de Kuhn (1922-1996) traz conceitos importantes para compreender a dinâmica complexa das revoluções científicas. O primeiro deles é o de paradigma, que se refere a crenças, valores, técnicas histórica e socialmente constituídas e partilhadas pelos membros de uma comunidade científica, bem como as soluções concretas, modelos e exemplos empregados na resolução de problemas (KUHN, 2003).

Paradigmas se sucedem ao longo da história das ciências, sendo incomensuráveis entre si, ou seja: adotam linguagens diversas e não redutíveis umas às outras para formular enunciados em cada uma das teorias, o que remete à insuficiência de fatores epistêmicos no desenvolvimento da atividade

científica. Consenso, persuasão e negociação seriam fatores não epistêmicos vigentes na mudança de um paradigma a outro.

Muito embora seu trabalho desbanque a ideia de progresso sistemático na ciência e seja seminal para a percepção da dimensão social e do enraizamento histórico da ciência, situando-se na interseção dos conhecimentos interdisciplinares e preparando o terreno para os estudos sociais da ciência e tecnologia, Kuhn não ganhou muita notoriedade no campo da filosofia da ciência, enquanto teve grande impacto na sociologia da ciência⁹ (GARCÍA et al., 2003).

1.3 Os Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia: o Programa Forte da Sociologia do conhecimento e abordagens contemporâneas

Charles Percy Snow, em palestra seminal proferida em maio de 1959 em Cambridge, e subsequentemente publicada como *As duas culturas e uma segunda leitura*, trouxe à baila a dicotomia por ele nomeada como *duas culturas*, denunciando a cisão entre os acadêmicos da literatura e das ciências. Para ele, há uma ruptura entre a cultura humanista e científica: “os humanistas não conhecem conceitos básicos da ciência, enquanto os cientistas não tomam conhecimento das dimensões psicológicas, sociais e éticas dos problemas científicos” (SNOW, 1959, p. 26).

Nesta esteira, surge em Edimburgo, Escócia, em 1964, o *Science Studies Unit*, “um departamento voltado para realizar estudos interdisciplinares a respeito da atividade científica com intuito de fornecer aos estudantes de engenharia uma formação científica que transcendesse as fronteiras entre as diversas disciplinas” (DUARTE, 2007, p. 11).

Um impulso crucial para os Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia surge a partir das atividades de tal departamento. Foi o *Programa Forte da Sociologia do Conhecimento*, com a pretensão de avaliar não apenas a ciência enquanto instituição e seu funcionamento. O próprio teor do conhecimento científico para esta escola também será objeto de análise.

⁹ Pode-se deduzir que isto se deve ao fato de que Kuhn em certa medida rompeu o monopólio disciplinar que a filosofia da ciência exercia sobre questões epistemológicas da ciência, já que sua análise ancorada na sociologia e na história tinha por foco as noções de racionalidade e progresso científicos (DUARTE, 2007).

O conhecimento e conseqüentemente a ciência deixam de ser o sacro fruto de um método detalhadamente aplicado, ou algo que necessariamente devesse poder ser falseado, conforme Popper (1974), ou ainda algo extremamente restritivo, como queria o critério empirista de significado dos positivistas lógicos, radicalizando a desconstrução do cientificismo.

A crítica ao Programa Forte, a exemplo de Laudan (1984 apud DUARTE, 2007), diz que os princípios programáticos orientadores desta escola não refletem o modo de proceder das outras ciências, como queria Bloor.

Há importantes desdobramentos do Programa Forte, a exemplo do trabalho de Bruno Latour e Steve Woolgar com a etnografia, e Harry Collins com o Programa Empírico do Relativismo – EPOR, no acrônimo inglês.

Tributários do Programa Forte, os construtivistas de abordagem etnográfica Bruno Latour e Steve Woolgar (1997) partem da proposta de estudar a ciência do ponto de vista sociológico, sem, contudo, separar contexto social e conteúdo científico. Também não fazem recurso à metalinguagem que recobre o que os atores dizem e fazem na prática. Para eles, o fato científico é construído socialmente e tomado como natural num processo de elisão da sua forma de produção, de forma que depende de estratégias e procedimentos no sentido de eliminar os vestígios da trajetória na qual ele foi produzido.

Quanto ao Programa Empírico do Relativismo – EPOR, desenvolvido nas décadas de 70 e 80, a ênfase dos trabalhos reside na construção sociológica empírica de controvérsias científicas. Collins (2011), um de seus principais expoentes, busca reestruturar o pensamento e o discurso sobre a ciência, considerando a fragilidade epistemológica e política da concepção essencialista herdada da forma tradicional de pensar o conhecimento científico. Tomando por base, sobretudo, os princípios de simetria e reflexividade, o EPOR busca deslocar sua análise da ciência, considerando-a provedora de verdades, com o intuito de avaliar o significado da expertise que fundamenta a prática científico-tecnológica (COLLINS; EVANS, 2009).

Já a construção social da tecnologia (Social Construction of Technology – SCOT), representada por Trevor Pinch e Wiebe Bijker em meados da década de 1980, irá, em continuidade ao trabalho de Collins (1981) frente ao EPOR, aplicar o princípio da simetria à análise do desenvolvimento de artefatos tecnológicos. O SCOT pretende dar um passo além da sociologia da ciência, rumo à sociologia

da tecnologia. O processo de seleção de um artefato é determinado pela forma como as variantes (no sentido de desenvolvimentos alternativos) afetam cada grupo social de usuários e sua influência no desenvolvimento de protótipos em um processo social que acomete o progresso científico-tecnológico¹⁰. O principal mérito do SCOT é, portanto, sua desconstrução do determinismo tecnológico subjacente à concepção tradicional do desenvolvimento tecnológico (GARCÍA et al., 2003).

A variedade de abordagens nos Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia, expressa pela microssociologia, pelo relativismo, pelo estudo de controvérsias e pela etnometodologia, aperfeiçoou e adequou a visão de que dispúnhamos sobre a CT de forma geral. Ao olhar a dinâmica da atividade científica e sua prática, ou no laboratório, ou no desenvolvimento tecnológico, numa perspectiva microssociológica, a produção de conhecimento e de artefatos passa a se identificar ao campo da cultura.

1.4 Um passo para fora da academia: o Movimento CTS no âmbito social

Desenhada a controvérsia mais ampla, é necessário compreender como ocorre a percepção das relações CTS pelos segmentos sociais e a mudança nas atitudes públicas com relação às CT, para além de como se materializa em meios acadêmicos e formulações teóricas.

No período pós-Segunda Guerra, que presenciou o nascimento dos primeiros computadores eletrônicos (1946), o primeiro transplante de órgãos (1950), o primeiro uso de energia nuclear para transportes (1954) e a invenção da pílula contraceptiva (1955), um grande otimismo circundava o desenvolvimento da CT (GARCÍA et al., 2003).

A expressão mais contundente deste otimismo foi oriunda do discurso do diretor da Agência Norte-Americana para Pesquisa Científica e Desenvolvimento, Vannevar Bush, que, no relatório intitulado *Ciência, a Fronteira Inalcançável*, sintetiza o modelo linear de desenvolvimento, para o qual uma política de CT que financie a área de Pesquisa e Desenvolvimento -P&D, sobretudo na ciência básica, respeitando sua autonomia, traz, irrevogavelmente,

¹⁰ A este respeito, cf. Bijker e Pinch (1989), aplicando o SCOT para tratar do desenvolvimento da bicicleta.

crescimento econômico e, conseqüentemente, bem-estar social. É o que o trecho abaixo pontua, a favor de uma política *laissez-faire* em CT:

Uma das nossas esperanças é que após a guerra haverá pleno emprego. Para atingir esse objetivo, as energias criativas e produtivas do povo americano devem ser liberadas. Para criar mais empregos, devemos criar produtos novos, melhores e mais baratos. Queremos muitas empresas novas e vigorosas. Mas novos produtos e processos não nascem prontos. Eles se apoiam em novos princípios e novas concepções que, por sua vez, resultam da pesquisa científica básica. A pesquisa científica básica é capital científico. Além disso, não podemos mais depender da Europa como principal fonte desse capital científico. Claramente, mais e melhor pesquisa científica é um requisito essencial para a consecução do nosso objetivo de pleno emprego (BUSH, 1945, tradução nossa).

As décadas posteriores presenciaram crescentemente o descrédito e o mal-estar pela ciência, cuja prosperidade prometida, sobretudo para a classe trabalhadora, não se realizou. Neste sentido, são expressivos no contexto norte-americano do período alguns movimentos sociais encabeçados por grupos de ativistas, cuja pauta foi marcada por questões de direitos civis, meio ambiente e de consumo (CUTCLIFFE, 1990). González, López e Luján (1996), ao discutirem a cronologia de fatos que levam à deflagração do movimento CTS em âmbito social, elencam o acirramento de tensões internacionais decorrentes da Guerra Fria¹¹ como propulsora do desenvolvimento científico, também marcado por acidentes com energia nuclear¹², e outras decorrências de conflitos bélicos na guerra do Vietnã¹³.

Destaca-se o movimento contracultura, movimento social definido como antissistema, que se valia da mobilização em torno de tais questões e promovia a contestação social. A efervescência dos engajamentos sociais da época encontrou o ponto de ebulição também na ascensão dos Panteras Negras e na morte de Martin Luther King.

¹¹ O lançamento do primeiro satélite artificial pela URSS em 1957, o Sputnik, influencia a criação em 1958 da Agência Aeroespacial Norte-Americana - NASA, e da Organização de Pesquisa Espacial Europeia - ESQR (precursora da ESA - Agência Espacial Europeia).

¹² Em 1957 há dois acidentes: um nos Montes Urais na antiga URSS, em que um depósito nuclear explode, e outro na Inglaterra, onde um acidente num reator nuclear acaba propalando uma nuvem radioativa em direção à Europa Ocidental. Novamente em 1979, o Acidente em Three Mile Island com reatores nucleares somente será superado por Chernobyl (1986) e Fukushima (2011).

¹³ Uso de napalm e outros métodos bélicos extremamente cruéis em larga escala.

No mesmo ano em que Thomas S. Kuhn tem *Estrutura das Revoluções Científicas* publicado, Rachel Carson publica *Primavera Silenciosa*, sucesso de vendas e seminal para a emergência do movimento ambientalista e a atenção social que receberão as questões científicas na década.

Nele a autora denuncia as consequências deletérias do uso de pesticidas na agricultura, nomeadamente o DDT (sigla de dicloro-difenil-tricloroetano), responsável pelo comprometimento do ciclo reprodutivo de aves. Bioacumulável ao longo da cadeia alimentar, a substância coloca o sistema ecológico em situação de risco e seus impactos ambientais e ecológicos tornam-se incalculáveis. No contexto norte-americano, a obra chamou a atenção para os resultados do desenvolvimento científico-tecnológico. Compõe o mesmo cenário o escândalo da Talidomida, medicamento sedativo amplamente prescrito para gestantes, cujo uso indiscriminado ocasionou centenas de malformações congênitas em nascituros na década de 50.

As esferas sociais e políticas se voltaram para a regulação da CT e revogação da política do *laissez-faire* propugnada pelo modelo de Bush. O movimento CTS, portanto, é uma resposta que compreende as articulações sociopolíticas, acadêmicas e educacionais em resposta à percepção ingênua da CT orientadora de modelos clássicos de gestão política. Por percepção ingênua, destaca-se a atinência à concepção herdada da natureza da ciência, discutida nas seções anteriores no campo do paradigma positivista¹⁴, tributário da modernidade.

Heterogeneamente disposto e interdisciplinar por natureza, o campo de estudos CTS se encontra consolidado. É o que relatam García e colaboradores (2003, p. 126):

O aspecto mais inovador deste novo enfoque se encontra na caracterização social dos fatores responsáveis pela mudança

¹⁴ Há dois sentidos importantes em que o paradigma positivista é central para a concepção herdada de ciência, que mais tarde alimenta a concepção clássica das relações CTS e do modelo linear de desenvolvimento. A primeira delas é a noção de progresso, radicada no positivismo de ascendência comtiana: torna-se numa crença constitutiva da percepção de história e também da própria noção da tecnociência, já que, em certo sentido, o progresso se dá através desta e com sentido claramente ascensionário. A segunda é centrada no positivismo lógico já desenvolvido anteriormente neste texto, com ênfase na crença de que o conhecimento científico respeita um método com estrutura de lógica dedutiva rígida acrescido da avaliação empírica das hipóteses, o que implica uma ciência que se desdobra sem apelo a valores não epistêmicos ou cognitivos.

científica. Propõe-se em geral entender a ciência-tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo (resultante da aplicação de um método cognitivo e um código de conduta), mas sim como um processo ou produto inerentemente social onde os elementos não epistêmicos ou técnicos (por exemplo: valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.) desempenham um papel decisivo na gênese e na consolidação das ideias científicas e dos artefatos tecnológicos.

O desenvolvimento dos estudos sobre as relações CTS se dá em áreas de concentração: (a) acadêmico, já especificado enquanto matriz de pensamento dos ECTS; (b) políticas públicas, hasteando a bandeira de uma regulação social da CT em detrimento de um modelo tecnocrata de tomada de decisão; e (c) educação, promovendo um olhar para as possibilidades de difusão de uma nova imagem de CT a nível secundário e universitário, bem como em espaços não formais da educação científica. Estas ditas áreas de concentração se articulam em torno do “silogismo CTS”:

o desenvolvimento científico-tecnológico é um processo social conformado por fatores culturais, políticos e econômicos, além de epistêmicos; a mudança científico-tecnológica é um fator determinante principal que contribui para modelar nossas formas de vida e de ordenamento institucional; constitui um assunto público de primeira magnitude; compartilhamos um compromisso democrático básico; portanto, deveríamos promover a avaliação e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico, o que significa construir as bases educativas para uma participação social formada, assim como criar os mecanismos institucionais para tornar possível tal participação. (GARCÍA et al. 2003, p. 127).

Este silogismo sintetiza os frutos dos estudos acadêmicos, tradicionalmente associados aos estudos desenvolvidos na Europa (dos quais EPOR e SCOT seriam exemplos) e o desejo pela construção de um modelo democrático de gestão da CT, associados às reivindicações de movimentos sociais, bem como o estudo das consequências sociais e ambientais da CT.

González, López e Luján (1996 apud STRIEDER, 2012, p. 25) listam como sendo o núcleo comum dos programas CTS “o rechaço da imagem de ciência como atividade pura e neutra; a crítica à concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra; a promoção da participação pública na tomada de decisão”. García e colaboradores (2003), bem como González, López e Luján (1996) e

Medina e Sanmartín (1990), contemplam desdobramentos e reflexões empreendidos desde o contexto norte-americano ou europeu.

Entretanto, a influência dos ECTS se estende para além dos países do eixo norte. Na América Latina, o Pensamento Latino-Americano em CTS – PLACTS empreende uma reflexão contextualizada, considerando a particularidade do desenvolvimento dos países fora deste eixo. Este será objeto de análise a seguir.

1.5 O Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade

A CT, no contexto da América Latina, possui como marcas indeléveis o autoritarismo, o obscurantismo ideológico e a instabilidade política. Soma-se a isso o parco, se não irrisório, investimento em CT que se faz na região. Há que se destacar a defasagem em relação aos países desenvolvidos: a totalidade dos gastos na América Latina com ciência equivale a menos da metade do que investe a General Motors em P&D (VACCAREZZA, 2011).

A atualidade brasileira corrobora de forma pujante esta realidade: em 2015, do orçamento geral da União¹⁵, apenas 0,27% foi destinado à ciência e tecnologia¹⁶. Naturalmente, estes números refletem na participação destas atividades no Produto Interno Bruto destes países, com números pouco representativos, que giram em torno de 0,5%, enquanto para países de capitalismo avançado o percentual é aproximadamente 3% (VACCAREZZA, 2011). A realidade política brasileira apresenta um aprofundamento desta situação a partir de cortes sucessivos percebidos no orçamento destinado à P&D e CT de forma geral, com anúncios do Governo Federal de cortes em bolsas de pesquisa:

O último corte de recursos anunciado pelo governo de Jair Bolsonaro agravou drasticamente uma situação que, há anos, já era tida como crítica. A medida mais recente atingiu em cheio o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), subordinado ao

¹⁵ Outra característica marcante da realidade latino-americana é o fato de que o financiamento de pesquisas em P&D é majoritariamente público, enquanto nos países centrais este índice é dividido com o setor empresarial, chegando a atingir 2/3 de capital privado para 1/3 apenas de capital público.

¹⁶ Dados provenientes do levantamento feito pela Auditoria Cidadã da Dívida. Disponível em <<http://www.auditoriacidada.org.br/blog/2013/08/30/numeros-da-divida/>>.

Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). O contingenciamento de 42,27% das despesas do MCTIC coloca em risco o financiamento de cerca de 11 mil projetos e 80 mil bolsas (NEHER, 2018, online, s/p.).

Um olhar histórico nos faz entender que prevalecia, anteriormente à década de 1960 na região, uma visão de que melhorias sociais iriam ocorrer naturalmente, caso respeitada a autonomia da ciência e a total liberdade do critério interno de eficácia técnica. Varsavsky (1978) pontua estas características como sendo atinentes ao cientificismo, gerando uma ciência dependente, preocupada com problemas de uma comunidade internacional em detrimento dos problemas locais.

O foco da produção científica na América Latina estava nos interesses da comunidade científica internacional, resultando numa atividade científica *endogerada*, mas *exodirigida* (SUARÉZ, 1973), caracterizada pelo uso da razão instrumental aliada à crença na neutralidade do observador, e na objetividade do conhecimento produzido acerca da realidade natural e social.

Há um sentido importante que torna este modelo linear ainda menos realista no contexto latino-americano, culturalmente dependente. É o que salienta Vaccarezza (2011, p. 49):

[...] a dependência cultural da ciência latino-americana não assegurou necessariamente a consequência esperada; pelo contrário, alimentou ainda mais o círculo de dependência econômica e atraso social. Em contraste com isso, foi necessário estabelecer a "demanda nacional de ciência e tecnologia" no âmbito de "projetos nacionais" que definissem as políticas de ciência e tecnologia. A este respeito, os conceitos de políticas "para a ciência" e políticas "da ciência" foram peças-chave da análise. O ditado exclusivo do primeiro, destinado ao desenvolvimento de condições favoráveis e recursos para pesquisas científicas e tecnológicas, pressupõe uma abordagem linear conforme descrito. Os segundos sugerem que a capacidade científica deve visar favorecer realizações transferíveis para a sociedade e, portanto, exigir uma orientação explícita da pesquisa científica em relação aos problemas de aplicação. (VACCAREZZA, 2011, p. 49).

Os ECTS surgidos nos países centrais tiveram processos ou ligados ao ambiente acadêmico das ciências humanas – como foi o caso da Europa, representada pelo EPOR e SCOT, ou oriundos de movimento sociais opostos ao investimento de recursos públicos de P&D à indústria bélica e outros contextos com consequências negativas.

Na América Latina, tais reflexões precederam o movimento acadêmico nos países centrais e foram independentes daqueles (DAGNINO, 2015). Os ECTS latino-americanos nascem na Argentina, que, a despeito do escasso apoio estatal, já na década de 1960, havia conquistado um posto de prestígio no cenário internacional com pesquisas científicas de relevo.

O desenvolvimentismo, aceito por unanimidade nos debates na arena econômica, apregoava a prioridade da industrialização nacional de países periféricos. Na esfera acadêmica, a discussão era transposta de forma a buscar suprir conhecimentos necessários ao processo de industrialização, na qual se polarizavam os argumentos de que era necessário buscar uma independência em matéria de CT, sendo mais vantajoso fazer uma importação de CT. Dagnino (2015, p. 49) relata:

Foi no interior dessa [primeira] posição que professores argentinos das ciências duras que queriam fazer pesquisa e não encontravam as condições para tanto que nasceu o PLACTS. Seu argumento central nesse debate era de que o justo apoio que demandava a comunidade de pesquisa supunha um Projeto Nacional que radicalizasse o componente democrático popular do nacional-desenvolvimentismo e contivesse, por isto, um desafio científico tecnológico original. (DAGNINO, 2015, p. 49).

Dentro deste panorama histórico, o Pensamento Latino-Americano sobre CTS – PLACTS de forma interdisciplinar, acabou reunindo pesquisadores de diferentes áreas, muito embora ainda sem formar uma comunidade consciente autoidentificada como CTS, em torno de refletir sobre CT como uma competência das políticas públicas (VACCAREZZA, 2011).

1.5 O PLACTS: principais ideias

O surgimento do PLACTS busca lançar um olhar interdisciplinar e crítico para políticas de CT que, nascidas nos contextos norte-americano e europeu, foram transferidas para a realidade sul-americana, resultando na criação de comissões e conselhos setoriais específicos para CT. Suas atribuições se concentravam na formulação de planejamentos próprios, realização de diagnósticos e desenvolvimento de instrumentos de gestão.

A reflexão se dava partindo da experiência regional enquanto pesquisadores e economistas, estes últimos também responsáveis por encampar as compreensões sobre CT através da Comissão Econômica para América Latina e Caribe – CEPAL¹⁷, órgão associado à Organização das Nações Unidas – ONU. Alguns representantes deste pensamento são os argentinos Amílcar Herrera (1971, 1973), Jorge Sábato (1982), Óscar Varsavsky (1971, 1978), e, mais especificamente no contexto brasileiro contemporâneo, Baumgarten (2008) e Dagnino (2003, 2007, 2008).

Amílcar Herrera (1920-1994) discute, por exemplo, que o impacto das novas tecnologias nos países periféricos em nada se compara aos benefícios alcançados pelos países centrais. Nos primeiros, a despeito do crescimento econômico, apenas uma minoria privilegiada tem acesso a estes benefícios, e a maioria da população não vive em condições muito melhores do que as que encontrava antes do começo do processo de modernização.

Para Herrera (1982), o desafio no campo científico e tecnológico dos países em desenvolvimento é superior ao de países centrais¹⁸. Os países centrais têm sistemas de P&D muito avançados, estando preparados para enfrentar com facilidade problemas inesperados que dependam de uma reorientação nas atividades que realizam, enquanto os países da América Latina sequer possuem sistemas capazes de enfrentar os desafios atuais, quanto mais desafios decorrentes da nova onda tecnológica¹⁹.

Um dos desafios atuais, portanto, se concentra em desmistificar a imagem ingênua de ciência benemérita, promovendo um contrato social diverso, fundado na construção de uma ciência vinculada à dimensão social e necessidades reais da população (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2012). Isto passa, necessariamente, por desconstruir a noção de CT autônomas, neutras e orientadas apenas por valores epistêmicos, imunes a valores sociais, econômicos, políticos e culturais.

¹⁷ A CEPAL gestou grande parte do Pensamento Desenvolvimentista Latino-Americano, para o qual a origem do subdesenvolvimento dos países sul-americanos se devia a uma fraca industrialização, e deveria ser superado para que os países pudessem atingir o patamar de desenvolvimento ideal. A este respeito, cf. Raul Prebisch em *O desenvolvimento econômico da América Latina e alguns de seus principais problemas*, de 1949.

¹⁸ A terminologia empregada originalmente por Herrera é *países de terceiro mundo*.

¹⁹ Caracterizada como tendo a microeletrônica como elemento central, o que viabiliza baixo custo e baixa demanda energética combinada com enorme capacidade de acumular e processar informação (HERRERA, 1982).

Outro desafio é definir mecanismos de participação social (HERRERA, 2003) para satisfazer as necessidades locais, que tomam lugar em um contexto do ponto de vista histórico-social e estrutural muito diferente do contexto dos países centrais e que é estruturalmente diferente destes, exigindo inovações pensadas desde este lugar (DAGNINO, 2008).

Sucintamente, podemos assinalar que o PLACTS, apesar da diversidade expressa sob este acrônimo, compartilha a perspectiva de análise crítica, que oferece uma visão dos problemas do subdesenvolvimento latino-americano em CT como resultado da dinâmica do sistema de preponderância mundial, no qual a solução de problemas não depende da mera transferência de modelos institucionais, mas sim de ações de gestão e política de CT.

Nesta perspectiva, Vaccarezza (2011) afirma que uma das principais debilidades do desenvolvimento de questões CTS na região é a escassa atenção que recebem os problemas CTS, que passam ao largo do processo educativo do indivíduo. Pontua ainda que esta tarefa não se restringe a facilitar a compreensão do conteúdo científico das ciências, mas engloba também entender sua dinâmica de produção, de forma que se possa romper com a exclusão e fazer com que a sociedade se aproprie do conteúdo e evolução do conhecimento (VACCAREZZA, 2011).

1.6 Em torno de uma conclusão

Neste capítulo, cujo ponto fulcral foi promover um resgate dos princípios teóricos e analíticos dos estudos CTS, buscamos elementos que perfizeram a caracterização das relações entre ciência, tecnologia e sociedade como algo orgânico e ontológico para o ser humano, desde uma reconstrução histórica dos pontos de inflexão da relação entre homem-técnica e em seguida homem-conhecimento. Em seguida, retomamos o paradigma moderno de ciência e a crítica ao modelo herdado de ciência rumo à desconstrução do modelo linear de desenvolvimento, como pontos que viabilizaram o amadurecimento dos ECTS e a síntese de seus pressupostos nucleares, depositados no silogismo CTS. Neste percurso, concorreram as visões antigas – aristotélica e platônica, para as quais, sobretudo a platônica, a técnica corresponde a uma forma inferior de conhecimento frente à *episteme*.

Seguimos adiante para avaliar a evolução sobre as relações entre CTS e reconstruímos o paradigma moderno de ciência, supostamente neutra e autônoma. Acompanhamos ainda o enfraquecimento do paradigma positivista para o qual a ciência obtém resultados empiricamente verificáveis ao seguir um método lógico rígido. Mais tarde, com Habermas, pudemos avaliar este paradigma moderno revisitado, e entender que para este pensador CT devem subordinar as decisões políticas.

Foi possível compreender que o Programa Forte da Sociologia do Conhecimento e seus sucessores, Programa Empírico do Relativismo e Construção Social da Tecnologia, em conjunto com as abordagens etnográficas de Latour e Woolgar, realizaram uma travessia rumo a uma leitura mais ampla que a oferecida por Robert Merton. Juntos, retiraram a análise do conteúdo das teorias científicas do domínio exclusivo da própria ciência e da filosofia da ciência. Já com Callon e Latour, compondo a tradição europeia com a Teoria do Ator Rede, irão buscar um tratamento conjunto da CT. Para eles, a ciência e a tecnologia convergem para a tecnociência, composta por uma rede que transcende os elementos de cada uma delas, ou seja, os produtos da atividade científica – teorias – já não se separam dos instrumentos de sua elaboração.

Vimos ainda o reflexo de discussões, originalmente empreendidas na Europa (EPOR e SCOT) e América do Norte no contexto Latino-Americano, através do PLACTS, focado em analisar o conceito de desenvolvimento e o papel da política de CT na estrutura do subdesenvolvimento. O PLACTS, por sua vez, evoca uma reflexão sob um prisma socioeconômico e político diferente, considerando as singularidades históricas da América Latina enquanto região periférica e com demandas diferentes das dos países centrais.

O percurso até então realizado constitui um convite para pensar em mecanismos de participação popular em CT, bem como o papel da educação científica neste processo, como destacado por Vaccarezza (2011).

A necessidade de levar estas discussões à sociedade de forma mais ampla, transpondo-as para processos educativos formais e informais, em atuação sistemática da comunidade escolar em articulação com a acadêmica e científica e outros atores envolvidos na formação científica em diversos níveis, é crucial para a plenitude democrática nas sociedades modernas. É sobre estas

estratégias no âmbito da educação CTS que deteremos as análises do próximo capítulo.

2 EDUCAÇÃO CTS

A civilização ocidental desenvolveu, desde a revolução industrial, uma cultura tecnocientífica que determinou o modo de vida contemporâneo em suas ideologias, na organização do conhecimento, nos estilos de vida individual e coletivo e até mesmo em valores morais e sentimentos de uma forma que dificilmente se apreende sem um olhar histórico consciente. O otimismo ingênuo para com os avanços tecnocientíficos, tributário das visões modernas acerca da ciência, a exemplo da de Francis Bacon, começa a esmorecer frente às contradições expostas nas décadas de 1960 e 1970, sobretudo quanto às dimensões ética e ambiental da CT.

O compromisso democrático básico que fundamenta as democracias modernas se assenta na possibilidade de participar na tomada de decisões informadas em assuntos públicos, seja por meio de representantes eleitos ou não. Neste processo, considerando a sociedade profundamente moldada por desenvolvimentos científico-tecnológicos dos últimos séculos, em que o número de usuários de CT e o número de pessoas que entendem seu funcionamento cresce de forma inversamente proporcional, faz-se imprescindível que cidadãos e cidadãs de todos os segmentos sociais tenham acesso, no âmbito formativo, à educação científica, que, além de capacitá-los em conteúdo científico, os habilite ao processo político inextirpável ao uso social de tais conhecimentos.

O movimento CTS representa, neste contexto, uma inovação educacional em sintonia com “as mais relevantes e atuais recomendações internacionais para proporcionar no ensino de ciências a alfabetização científica e tecnológica mais completa e útil possível para todas as pessoas” (ACEVEDO; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2003). Tal educação científica deve ser pautada pela imagem de CT considerando o contexto social a ela inerente. É o que descreve Waks (1989b, p. 428), referindo-se a países centrais:

Muitos cidadãos comuns, carentes de educação científica, intuitivamente perceberam que lhes faltava conhecimentos para compreender questões de interesse público, e que a vida pública crescentemente se tornava controlada por elites cujo poder dependia de um monopólio sobre o entendimento científico (WAKS, 1989, p. 428).

A dimensão educativa relacionada ao movimento CTS²⁰ teve desdobramentos paralelos aos desdobramentos políticos, e sua estrutura conceitual é oriunda da integração entre o campo externo e interno à comunidade científica (AIKENHEAD, 2005). Parte-se da supracitada necessidade de dotar o cidadão de conhecimentos que viabilizem sua compreensão crítica sobre assuntos públicos em uma sociedade industrial cada vez mais atravessada por questões tecnocientíficas, através da educação científica – EC.

Ou seja, a educação CTS deve motivar estudantes a buscar informação relevante sobre CT na perspectiva de avaliá-las de forma crítica, observando seus valores implícitos e compreendendo o aspecto axiológico de todo este processo. No presente capítulo, pretendemos, nesta mesma esteira, apresentar as considerações acerca da formação inicial de professores e CTS, as origens da interface entre educação e CTS, o conceito de alfabetização e letramento científico-tecnológico e articular elementos relativos aos objetivos, conteúdos, estrutura e organização curricular de unidades de ensino CTS.

2.1 CTS e a educação básica: por uma perspectiva educacional crítica

A interface entre CTS e educação segue um paralelo entre o movimento que motiva o surgimento dos ECTS e sua absorção pelo sistema educacional, revelando um elo importante entre as questões decorrentes deste *metier* e uma crítica mais ampla à sociedade industrial. Waks (1989b) afirma que os, por assim dizer, fundadores do movimento CTS adotavam uma perspectiva de crítica à

²⁰ López e Verdadero (2003) pontuam que uma tensão caracteriza duas subculturas em CTS, nomeadas por Fuller (1992) e Ilerbaig (1992) como *alto clero* e *baixo clero*. O primeiro deles é composto por “acadêmicos que se empenham por reconhecimento e apoiam abordagens e padrões rígidos das ciências sociais” enquanto o segundo é formado por acadêmicos que “se baseiam mais nas ciências humanas para tentar preservar seu ativismo e horizontes normativos”, comprometendo-se com avaliação de tecnologias (LÓPEZ; VERDADERO, 2003, p. 154). Embora tenha sido entendida como superada (GARCÍA et al., 1996), na literatura nacional em CTS esta variação é difundida como tradição CTS europeia, corresponderia aos desdobramentos do Programa Empírico do Relativismo, Construção Social da Tecnologia e as abordagens etnográficas de Latour e Woolgar apresentadas na seção anterior deste texto - correspondente ao alto clero, e norte-americana, equivalente ao baixo clero, que para Waks (1989) seria representado por intelectuais fora do sistema, a exemplo de Jacques Ellul, Rachel Carson, e Buckminster Fuller, que atuaram em suas obras em prol da conscientização ambiental, ética e acerca da qualidade de vida emergentes do sistema industrial global.

sociedade industrial tardia, enfatizando nossas possibilidades de resposta e ação individual e coletiva.

De acordo com esta visão, os objetivos éticos de nosso sistema educacional vão ao encontro das necessidades do sistema socioeconômico vigente, formando consumidores, sem enfatizar necessidades dos educandos enquanto cidadãos. Neste processo, formas culturais diversas são eclipsadas e apagadas (ELLUL, 1964) sob o inquestionável pretexto da globalização.

A insustentabilidade do sistema econômico produtivo atual em sua faceta ambiental e ético-política – que diz respeito ao comprometimento de formas de vida baseadas na dignidade humana por submissão a regimes de trabalho precarizados, que relembram trabalhadores à miséria – não tem sido combatida de forma eficaz por autoridades públicas, nem por reformas propostas por organismos internacionais, cujo alcance é demasiado discreto (WAKS, 1990). É a respeito das dimensões éticas envolvidas na sociedade tecnológicas que Jonas (1984) constrói sua defesa do princípio da responsabilidade, segundo o qual a preservação das condições da vida humana requer uma ação orientada de forma a considerar os limites do poder/saber técnico em seu potencial destrutivo.

Líderes políticos têm preferido:

[...] render-se a pressões do setor militar e industrial e seguir permitindo práticas prejudiciais à vida humana e ao meio ambiente, tratando de ocultar o dano frente a uma população tecnologicamente ignorante, que enfrentar a situação com uma resposta direta (WAKS, 1990, p. 48).

A mudança deste quadro requer a transformação das instrumentalidades sociais para que não poupem o sistema educativo, nem os meios de comunicação.

A pungência desta crítica, concentrada nos trabalhos de Jacques Ellul e Ivan Illich, que se estendia inclusive ao próprio sistema educacional, se perde e entra em contradição (WAKS, 1989b) no momento em que o movimento CTS é apropriado pelo sistema educacional, como ocorreu nos EUA nas décadas de 1970 e 1980, tendo sido posto a serviço de demandas voltadas para o interesse e a motivação dos estudantes secundaristas por estudar ciências.

O movimento CTS foi instrumentalizado em prol de objetivos não necessariamente comprometidos com a transformação do sistema vigente. A transposição das discussões em CTS para a educação secundária ficou restrita ao conteúdo curricular. Em outras palavras, a reforma curricular foi absorvida, mantendo incólume o próprio sistema educacional, muito aquém do preconizado inicialmente.

Estas objeções merecem ser revisitadas. Em parte, devido à multiplicidade de significados e propósitos que a educação CTS assume, tanto no panorama nacional quanto internacional, conforme informam Aikenhead (2003), Auler (2011), Cachapuz et al. (2008), Strieder e Kawamura (2009, 2010, 2017). Por outro lado, revisitá-las é importante para que se possam dimensionar perspectivas mais críticas e progressistas em CTS em suas propostas para a educação. Sinteticamente são:

- a. **Crítica à sociedade industrial:** implica lançar um olhar crítico para a CT em seu desenvolvimento, identificando sua historicidade e dimensões ética, social, econômica e política (WAKS, 1989a);
- b. **Crítica ao sistema educacional:**
 - **Reduccionista**, por obedecer ao paradigma disciplinar, entendendo conhecimento de forma fragmentada e fora do contexto cultural em que se dá;
 - **Promotor de parâmetros de racionalidade matemática** e “engenheiril”, que prima pela socialização de modos técnicos de pensar, nos quais artes e humanidades são periféricos, portanto, focado na formação de técnicos e não de indivíduos (WAKS, 1989a);
 - **Racionalização de processos de aprendizagem** torna o processo de ensino-aprendizagem algo estritamente técnico, com objetivos de aprendizagem estabelecidos e precisos a serem avaliados após procedimentos predefinidos, de forma a viabilizar o controle burocrático sobre a atividade pedagógica, mas se revela extremamente deficiente em alcançar seus próprios objetivos com altos índices de evasão e desinteresse escolar (WAKS, 1989a);

- **Perda de significado** traduzida no apagamento da subjetividade e eliminação do potencial expressivo dos estudantes em disciplinas de ciências e matemática, com sucesso escolar condicionado ao atendimento de objetivos comportamentais ou pontuação em testes padronizados que refletem conformidade submissa a rotinas escolares (WAKS, 1989a);
- **Monopólio sobre aprendizagem**, que se torna sinônimo de educação escolar, desprezando realidades que fujam ao enquadramento formal de educação.

Há uma relação entre o contexto da educação CTS e a percepção de que as práticas educacionais atuais são um produto da era industrial. A crítica, portanto, é dirigida aos objetivos de uma educação de massa moldada para atender aos requisitos da divisão industrial e social do trabalho, forjada pelos próprios valores materiais desta era industrial para incutir em crianças e jovens percepções e processos cognitivos, emocionais, comportamentais e valorativos adequados às demandas do sistema de produção vigente para a sociedade industrial urbana contemporânea.

As supracitadas críticas ao sistema escolar pautam politicamente uma parcela das interações entre movimento CTS e uma leitura crítica da educação escolar. Neste sentido, pode-se afirmar que a educação CTS busca a promoção de uma atitude crítica, criativa, na perspectiva de uma criação coletiva que vá além do modelo didático tradicional no qual o professor é o depositário do conhecimento. Ou seja, a educação de tipo CTS envolve a corresponsabilização pela resolução de problemas, com base no consenso e negociação, considerando o conflito inerente a tópicos complexos, a exemplo das controvérsias científicas. Waks (1993 apud GARCÍA et al., 2003, p. 149) resume os requisitos deste paradigma:

a) uma transferência da autoridade do professor e dos textos para os estudantes, individual e coletivamente; b) uma mudança na focalização das atividades de aprendizagem do estudante individual para um grupo de aprendizagem; c) uma mudança no papel dos professores como distribuidores de informações autorizadas, de uma autoridade posicional a uma autoridade experiencial na situação da aprendizagem (WAKS, 1993 p. 33-37 apud GARCÍA et al., 2003, p. 149).

Do ponto de vista conceitual, para Bybee (1987), os objetivos da educação CTS se consubstanciam em: (a) aquisição de conhecimento – conceitos de CT e sobre a CT para a vida pessoal, cívica e cultural; (b) desenvolvimento de habilidades de aprendizagem – processos de investigação científica ou tecnológica para reunir informação, solucionar problemas e tomar decisões, e (c) desenvolvimento de valores e ideias – lidar com as interações entre ciência, tecnologia e sociedade em questões locais, políticas públicas e problemas globais.

Strieder (2012), após elaborar extensivo estado da arte sobre educação CTS, esquematizou-a não como uma mera discussão de CT no contexto social, mas sim a articulação entre seus elementos em três parâmetros: (a) Racionalidade Científica, (b) Desenvolvimento Tecnológico e (c) Participação Social, na perspectiva do desenvolvimento de compromissos sociais. Tal matriz explicita a variedade de perspectivas que podem ser assumidas atualmente sob o *slogan* “educação CTS”.

Estes, portanto, são os propósitos e desafios colocados para a educação CTS que transcendem o escopo do movimento, cujo mote característico e específico se atrela à alfabetização científico-tecnológica – ACT, razão pela qual este será o assunto da próxima seção.

2.2 Alfabetização e Letramento Científico-Tecnológico

Alfabetização Científico-Tecnológica é uma formulação que não se restringe às discussões em Educação Científica – EC, embora neste campo ganhe especial atenção. Isto é comprovado pelo próprio uso histórico do termo, que antecede os estudos CTS e remete ao início do século XX, no contexto norte-americano com John Dewey (1859-1952), em defesa de uma EC de viés pragmático²¹. Durante os anos 1950, no contexto da Segunda Guerra Mundial, havia a necessidade de suprir cientistas para pesquisas militares, e a ACT figurava como um *slogan* educativo a nível mundial (SANTOS, W., 2007).

²¹ Dewey professava uma espécie de “atitude científica”, que seria desenvolvida com a exposição aos métodos da ciência, portanto, em sua visão a relevância da educação científica e seu objetivo principal deveria ir além de dotar cidadãos para empregar conhecimentos em ciência em prol da participação social.

A ACT, portanto, antecede a CTS, e é importante delinear diferenças e convergências importantes entre ambas. É o que faz Fourez:

Em certos meios se fala menos de ACT que de movimento “Ciência, Tecnologia e Sociedade” (CTS). Às vezes a realidade designada é a mesma, mas a escolha das palavras aporta diferenças. CTS traz à consciência um problema que não era considerado como tal há meio século: os vínculos entre os polos em que se apoia. Enquanto que **falar de uma ACT (como da promoção de uma cultura científica e tecnológica) não questiona o lugar das ciências e das tecnologias na sociedade, o movimento CTS o faz, pelo menos implicitamente** (FOUREZ, 1997, p. 18, grifo nosso).

Auler e Delizoicov (2001), no caminho de uma perspectiva mais crítica, ao discutir a gama de significados adotados para a ACT, frisam a existência de diferentes objetivos balizadores, sendo um deles menos crítico, visando apenas buscar o apoio da sociedade para a atual dinâmica tecnocrática do desenvolvimento científico-tecnológico, e outro, cujo mote é a participação social democrática e que enseja incluir a sociedade nos debates de problemáticas em CT numa perspectiva educacional mais progressista.

Isto ocorre devido à incorporação de diferentes atores sociais na influência recíproca das relações ciência-tecnologia-sociedade, o que as torna complexas, originando uma matriz que atribui orientações diversas à ACT, a depender da ênfase conferida por cada um destes atores na designação dos propósitos da EC (LAUGKSCH, 2000). Santos, W. pontua que:

Enquanto os educadores em ciência se preocupam com a educação nos sistemas de ensino, os cientistas sociais estão voltados para o interesse do público em geral por questões científicas; os sociólogos, envolvidos com a interpretação diária da ciência; os comunicadores da ciência, com a divulgação científica em sistemas não formais; e os economistas, interessados no crescimento econômico decorrente do maior consumo da população por bens tecnológicos mais sofisticados que requerem conhecimentos especializados, como o uso da informática (SANTOS, W., 2007, p. 476).

Conceitualmente, a ACT traz à baila a compreensão pública da CT. Em sua dimensão na educação formal – instituições escolares formais – e na educação informal – representada por espaços educativos de divulgação científica em instâncias extraescolares em graus e finalidades diferentes. Neste último campo, situam-se as expressões da literatura da área “popularização da

ciência”, “entendimento público da ciência” e “democratização da ciência” (AULER; DELIZOICOV, 2001), remetendo globalmente à necessidade de ensinar ciência para todos. Apesar do *slogan* “ciência para todos” haver mobilizado muitas discussões, algumas de suas premissas devem ser encaradas de forma crítica.

Millar (1996) apresenta algumas justificativas frequentemente empregadas ao explicar a relevância de ensinar ciência para todos. A primeira delas seria econômica e evoca a “conexão entre tecnologia e criação de riqueza industrial, e a necessidade de um contínuo fornecimento de especialistas em ciências para manter e desenvolver a infraestrutura tecnológica” (MILLAR, 1996, p. 152). Este argumento é fraco para justificar a necessidade de ACT para todos, tendo em vista que apenas uns poucos cientistas altamente especializados de fato cumprem este papel de fomento ao crescimento econômico.

A segunda seria utilitária ou pragmática e alega a relevância do conhecimento em CT para lidar com aspectos de uma vida cotidiana em uma era profundamente industrializada e tecnológica. A terceira se revela em função do ideal democrático e sustenta-se com base na relação entre conhecimento em CT e participação em debates sobre questões públicas relativas à matéria, oferecendo o desafio de determinar se é viável oferecer estes conhecimentos de forma eficaz, tendo em vista a complexidade de questões científico-tecnológicas atuais e seu grau de especialização, a exemplo da clonagem, pesquisas com células-tronco, matriz energética, descarte de resíduos poluentes, o risco de dietas ricas em gorduras saturadas, etc.

Já de um ponto de vista sociocultural²², uma das justificativas identificadas pelo autor apela para a indissociabilidade entre ciência e cultura, apresentando a primeira como produto definidor de nossa cultura, que suscita uma perspectiva, segundo Millar (1996), pouco popular entre os professores de ciências, já que

²² Alguns elementos acima apresentados merecem ser desenvolvidos sob a luz de nossos interesses de pesquisa, sobretudo, o último deles, que se situa no cerne de nosso pressuposto de pesquisa: como tomar considerações sobre natureza da ciência e da tecnologia (NdCT) na perspectiva CTS relevantes para o ensino de ciências e a prática docente? Acaso estas percepções sobre NdCT e CTS não influenciam no próprio ensino, construção curricular, opções didáticas? Obviamente a resposta a estas inquietações deve surgir muito mais de discussões em didática das ciências, qualificadas do ponto de vista do próprio ensino de ciências, mas nosso postulado é de que a complexidade das questões envolvidas convida à interdisciplinaridade e contribuições de outros campos, potencialmente expressivas.

poucos percebem os conhecimentos científicos que ensinam como marcas culturais.

Chassot (2000), ao discutir o significado de Alfabetização Científica e Tecnológica – ACT, define ser esta uma forma de apropriação do conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem, do que decorreria uma tendência a transformar a realidade. DeBoer (2000) aponta as inúmeras tentativas de definir ACT, sendo que nenhuma delas é unânime, sendo esta uma noção ampla e historicamente flexível.

Optamos por empregar aqui o termo Alfabetização Científica e Tecnológica – ACT, como vem sendo amplamente empregado no campo da educação científica. É importante destacar que grande parte da literatura a respeito do tema, sobretudo inglesa, usa o termo “letramento”, do inglês, *literacy*. Letramento é empregado na tentativa de ultrapassar “o domínio do sistema alfabético e ortográfico, nível de aprendizagem da língua escrita perseguido, tradicionalmente, pelo processo de alfabetização” (SOARES, 2004, p. 96).

Em acordo com Santos e Mortimer (2002), o estudo da CTS deve estar contextualizado com o social e buscar o desenvolvimento de leituras mais críticas do papel da ciência e tecnologia, extrapolando, no campo do currículo, a atinência a conceitos científicos isolados da realidade social, considerando sempre uma compreensão das práticas sociodiscursivas que envolvem a tríade CTS. Apesar de nossa opção terminológica, o sentido que atribuiremos à ACT remeterá sempre ao uso social dos conhecimentos de forma indistinta, para nos remeter ao conceito global de alfabetização e letramento científico-tecnológico, em sintonia com um viés da Educação CTS mais crítico e engajado ao qual desejamos nos filiar.

Portanto, entendemos que ACT envolva a compreensão ampla dos conceitos e princípios científicos concernentes à natureza da ciência em suas correlações com a sociedade, bem como saber obter e utilizar a informação científica, estando apto a comunicar e usá-la em seu cotidiano e, finalmente, preparado para a participação em processos democráticos em assuntos que envolvem CT (ACEVEDO; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2003).

Shamos (1995), numa linha bastante crítica, em seu seminal *O Mito do Letramento Científico*, dá continuidade a estes questionamentos e, considerando

o grau de exigência frequentemente envolvido nesta concepção²³, conclui que grande parte do que se entende por ACT é inalcançável de forma universal. Shamos (1995) elenca como *autêntico letramento científico*: (a) a consciência de esquemas conceituais básicos em ciências; (b) a compreensão de como se desenvolveram e por que são amplamente aceitos; (c) como a ciência consegue ordenar fenômenos aleatórios considerando o papel da experiência; (d) a identificação dos elementos da investigação científica; e a (e) compreensão da relevância do raciocínio analítico e dedutivo e a fiabilidade das evidências objetivas.

Um flanco substancial do debate em torno de ACT se concentra na questão de qual tipo de ACT pode contemplar estes domínios listados por Shamos (1995). Prewitt (1985), um cientista social norte-americano, se ocupou desta matéria, tendo apresentado o conceito de *savvy citizen*, traduzido de forma recorrente como *cidadão prático*, para se referir àquele que atua na sociedade em nível pessoal e social, compreendendo com perspicácia os princípios científicos subjacentes às estruturas que governam situações complexas, compreendendo como a ciência e a tecnologia influenciam a sua vida (SANTOS, W., 2007). Para Prewitt (1985), da perspectiva da prática democrática, a noção de letramento científico-tecnológico não parte da própria ciência, mas sim da intersecção fundamental entre ciência e sociedade²⁴, portanto, o cidadão prático se opõe ao cidadão consumidor, por exemplo.

O nível de apropriação de conhecimentos científicos que a ACT abarca varia entre um polo extremamente exigente, para o qual é necessário ter conhecimentos equivalentes aos de bacharéis ou profissionais iniciantes na área de ciências²⁵, e um polo mais flexível, que apregoa que pouco ou nenhum conhecimento em ciência é necessário, ou seja, a ACT seria um antídoto para combater a ignorância em ciência, e entender os problemas sociais trazidos pela CT é mais importante que os saber resolver. Não é difícil perceber que a definição de Shamos (1995) é bastante exigente.

²³ Para Shamos (1995), o objetivo principal da EC, seja ela universitária ou escolar, é suprir de forma estável o quantitativo de cientistas e outros profissionais correlatos, incluindo educadores científicos.

²⁴ Esta leitura nos é especialmente profícua porquanto aponta para a interdisciplinaridade e abre o campo de possibilidades para tratar a questão da educação científica para além de seu aspecto mais ortodoxo, estritamente relacionado à linguagem e conceitos científicos.

²⁵ Refere-se a profissões da ciência e tecnologias.

Entre estes dois extremos, há variadas concepções do que de fato é o letramento científico tecnológico. Parece razoável afirmar que poucas pessoas sejam absolutamente iletradas em matéria de ciência, por mais ingênuas ou imprecisas suas noções possam ser, ao mesmo tempo que também parece presunçoso que todos devam manejar com desenvoltura conceitos e princípios científicos complexos (SHAMOS, 1995).

No que seria um meio-termo, Santos W., (2007) traz uma importante leitura do letramento científico enquanto prática social, a exemplo da qual se compreenderia:

[...] preparar adequadamente diluições de produtos domissanitários; compreender satisfatoriamente as especificações de uma bula de um medicamento; adotar profilaxia para evitar doenças básicas que afetam a saúde pública; exigir que as mercadorias atendam às exigências legais de comercialização, como especificação de sua data de validade, cuidados técnicos de manuseio, indicação dos componentes ativos; operar produtos eletroeletrônicos etc. Além disso, essa pessoa saberia posicionar-se, por exemplo, em uma assembleia comunitária para encaminhar providências junto aos órgãos públicos sobre problemas que afetam a sua comunidade em termos de ciência e tecnologia. (SANTOS, W., 2007, p. 480)

Sem abandonar o valor que a educação científica tem em si mesma, enquanto a perspectiva supracitada parte da cultura humana, guarda um importante elemento cívico, em consonância com a tônica da educação CTS, inclusiva, democrática, de dimensão axiológica, pois implica o uso social do conhecimento científico, considerando aspectos valorativos vinculados a interesses coletivos e não condicionados exclusivamente por critérios econômicos. Esta discussão²⁶ envolve parte do que pretendemos apresentar mais adiante, em seção dedicada aos objetivos do ensino CTS, sua organização curricular, estrutura e tipologia.

2.3 Qual formação docente para qual ensino de ciências?

Atualmente, as aprendizagens escolares se encontram em crise, não apenas por causa das instabilidades políticas experimentadas recentemente pelo nosso país, mas em função também da complexificação social que a

²⁶ Cf. Santos e Schnetzler (2014).

humanidade vem enfrentando (GATTI, 2010). O senso comum costuma reputar ao professor grande parte da responsabilidade pelo desempenho das redes de ensino, desconsiderando as estruturas institucionais, na forma de currículos e conteúdos formativos, bem como:

[...] as políticas educacionais postas em ação, o financiamento da educação básica, aspectos das culturas nacional, regionais e locais, hábitos estruturados, a naturalização em nossa sociedade da situação crítica das aprendizagens efetivas de amplas camadas populares, as formas de estrutura e gestão das escolas, formação dos gestores, as condições sociais e de escolarização de pais e mães de alunos das camadas populacionais menos favorecidas (os “sem voz”) e, também, a condição do professorado: sua formação inicial e continuada, os planos de carreira e salário dos docentes da educação básica, as condições de trabalho nas escolas (GATTI, 2010, p. 1359).

Há uma multifatorialidade interveniente nas práticas educativas, mas ainda assim entendemos ser essencial o aperfeiçoamento da formação docente que possa garantir melhores oportunidades formativas no porvir. É neste espaço que se dá nossa escolha por pesquisar CTS na formação de professores de ciência. Por considerar que estes profissionais conformam “o patrimônio cultural mais importante na educação de um país” (SOLOMON, 1998, p. 137, apud MARTÍNEZ, 2012, p. 23) e possuem um papel de relevo na orientação da educação científica e tecnológica, com participação em diversos níveis e modalidades de ensino, tendo papel-chave para a transformação social almejada.

Para tanto, evocamos o conceito de profissionalidade docente, que, de acordo com Ramalho, Nuñez e Gauthier (2003 apud GATTI, 2010, p. 1360), são as características de uma profissão relativas à racionalização dos conhecimentos e habilidades necessárias ao exercício profissional, que, no contexto da profissionalização de professores, implica

a obtenção de um espaço autônomo, próprio à sua profissionalidade, com valor claramente reconhecido pela sociedade. Não há consistência em uma profissionalização sem a constituição de uma base sólida de conhecimentos e formas de ação (GATTI, 2010, p. 1360).

Profissionalização docente, portanto, é um conceito que nos permite avançar na construção do perfil profissional docente, abandonando figuras

comumente associadas à profissão para enxergar o profissional como apto a “confrontar-se com problemas complexos e variados, estando capacitado para construir soluções em sua ação, mobilizando seus recursos cognitivos e afetivos”, conforme Gatti (2010, p. 1360), mobilizando, em detrimento de competências, a construção de estratégias cujo pressuposto é uma autonomia crescente e elevação do nível de qualificação do professor. Nesse sentido, de acordo com Tardif e Lessard (2005), a compreensão das transformações sociais mantém proximidade com a ocupação docente, daí sua centralidade enquanto ocupação.

Muitos pensadores da educação de viés mais progressista têm se debruçado de alguma forma sobre o conceito de profissionalidade docente, seja em torno de delimitar os saberes docentes, aspectos de formação docente ou da epistemologia da prática docente (CONTRERAS, 2002; FREIRE, 2011; GIROUX, 1997; NÓVOA, 1992; SCHÖN, 2000; TARDIFF, 2000). Em comum, os teóricos acima compartilham uma epistemologia prática que leva o professor a refletir sobre sua prática docente, considerando a realidade socioeducativa de seu trabalho, abandonando então a reprodução acrítica e mecânica de conhecimentos e técnicas, sendo protagonista da solução dos problemas encontrados, com base em sua vivência docente.

Esta concepção se assenta na necessidade de compreender que o magistério não é um ofício de transmissão de conteúdos de aprendizagem, mas sim uma mediação da comunicação cultural, tarefa na qual é essencial compreender a escola e o currículo como espaços de disputa. Este último em especial é a política cultural, que definem Giroux e Mac Laren (2011, p. 157) como “criar condições para o fortalecimento do poder individual e a autoformação dos alunos como sujeitos políticos”.

Para Giroux (1997), o professor necessita tornar o pedagógico mais político e o político mais pedagógico, ou seja, deve compreender a educação escolarizada sob seu aspecto político, efetivando a escola como partícipe de um projeto social maior, cuja finalidade é auxiliar o desenvolvimento de seus educandos rumo à superação de injustiças econômicas, políticas e sociais. No contexto de uma teoria social da educação e de uma pedagogia crítica, como a adotada neste trabalho, aproximar o político do pedagógico requer práticas educativas progressistas capazes de incorporar interesses políticos

emancipatórios, tratando o educando enquanto agente crítico, instigando-o a problematizar conhecimentos, empregando-o em uma prática social final transformadora.

Historicamente, de acordo com Nascimento e colaboradores (2012), os cursos de formação de professores de ciências se revelaram resistentes à incorporação de melhorias oriundas dos avanços das discussões sobre formação docente ocorridas no cenário nacional a partir da década de 1980 e seguiram regidos segundo enfoques mais técnicos e funcionalistas. Apenas na década de 1990 os currículos de formação de professores de ciências passam a trazer discussões referentes às relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

Avolumam-se discussões sobre CTS em formação docente e, em consonância com a valorização da formação continuada (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2012), são encontrados um maior número de trabalhos considerando tal realidade (FERNANDES, 2016; FONTES; CARDOSO, 2006; LEITE, 2016; MARTÍNEZ, 2012; NIEZER, 2017; OLIVEIRA, R. 2016) e, em menor número, a formação inicial (CASSIANI; VON LINSINGEN, 2009; MION; ALVES; CARVALHO, 2009; SILVA, L., 2013; SILVA, B., 2014; SILVA, M., 2016).

Os trabalhos, em sua maioria, objetivam compreender as percepções e crenças de professores sobre as relações CTS (ACEVEDO, 2000; ACEVEDO; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2002; ACEVEDO et al., 2002), supondo que haja uma relação razoavelmente direta entre as crenças que professores possuem e transmitem através de sua prática docente, ilação que necessita ser mais bem investigada (ACEVEDO et al., 2005).

Destaca-se o trabalho de Auler (2002), o qual buscou aclarar paralelos entre a formação de professores de ciências e o ensino de conceitos científicos com ênfase na problematização das relações CTS, que ele definiu como sendo “mitos sobre as interações entre CTS”.

Resgatando a pergunta geradora desta seção, coloca-se: formar qual professor para qual ensino? Sobre isso explicam Nascimento e colaboradores (2012, p. 233) que, a despeito da difusão da ideia de ciência cidadã,

[...] ainda é marcante o distanciamento entre os pressupostos educativos do ensino de ciências e as possibilidades de torná-los concretos, o que se deve a uma complexa relação epistemológica entre as ideias científicas e os pressupostos da educação científica (HODSON, 1986; NASCIMENTO, 2009); às dificuldades dos professores em romper com uma profunda concepção positivista de ciência e com uma concepção conservadora e autoritária de ensino-aprendizagem como acumulação de informações e de produtos da ciência, que seguem influenciando e orientando suas práticas educativas; às suas carências de formação geral, científica e pedagógica; às inadequadas condições objetivas de trabalho que encontram no exercício da profissão e a determinadas políticas educacionais fundamentadas em princípios contraditórios à formação crítica dos cidadãos (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2012, p. 233).

Há várias causas que concorrem para aumentar o grau de complexidade da questão da formação docente. Parte significativa delas tem uma raiz epistemológica que remete às relações muitas vezes antitéticas entre os ideais de cientificidade e a didática das ciências. Para equalizar tais ideais, torna-se essencial realizar mudanças teórico-metodológicas nos cursos de formação de professores de ciências, especialmente a superação da concepção herdada de ciência – que afeta o próprio ensino de ciências rumo à construção de “uma didática e uma epistemologia próprias, provenientes do saber docente” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2012, p. 241).

Por fim, a formação de professores de ciências deve levar à compreensão do papel da educação científica em diferentes contextos, dando outro significado à natureza da ciência através da desconstrução de uma percepção fragmentada pelas fronteiras disciplinares. Outro ponto de inflexão é passar a valorizar a incerteza, que deve ser gerida em proveito da explicitação de uma axiologia não naturalizada, mas desvelada em sua dimensão histórica, constitutiva da caracterização científica da natureza (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2012).

Neste sentido, tem sido investigado o emprego de Aspectos Sociocientíficos – AS, na formação de professores. É o caso de Martínez (2012) e Azevedo e colaboradores (2013). Ambas as pesquisas atestam ser o emprego de AS um caminho que permite incorporar a abordagem CTS às práticas educativas dos professores de ciências, favorecendo a concretização da perspectiva crítica da formação docente, perseguindo uma formação que venha a tornar professores intelectuais transformadores, conforme Giroux (1999).

A este respeito é valiosa a contribuição dos AS na educação científica, considerando a despolitização da educação do professor de Ciências, combatido pela ideologia cientificista do ensino tradicional, que os leva a preferir o ensino *neutro* da ciência, uma vez que encontram dificuldade em administrar sua dimensão política (PEDRETTI, 2003). A superação do ensino puramente disciplinar pelo ensino temático é indispensável à concepção progressista de educação (AULER, 2002), a serviço da qual os AS podem ser colocados. Em torno da temática afirma Martínez:

Essa despolitização é também reproduzida na educação tradicional do professor de Ciências, garantindo a racionalidade técnica e a visão cientificista do conhecimento científico e tecnológico. [...] Assim, muitos professores encaram como um verdadeiro dilema abordar questões sociocientíficas (QSC) desvalorizadas no currículo, pois essas questões indispõem a ciência tradicional transmitida aos estudantes, colocando em perigo o próprio status do professor e do conhecimento científico, já que a inclusão de conteúdos sociocientíficos no currículo envolve um posicionamento político e um agir crítico (MARTÍNEZ, 2012, p. 98).

Embora com outra nomenclatura, Waks (1994) se refere a "assuntos críticos" que incitem uma ação social ampliada. Dois anos antes, Santos, W., (1992) usou o termo "temas sociais" para afirmar que é uma recomendação amparada pela bibliografia especializada por estes "evidenciarem as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão" (SANTOS, W., 1992, p. 139).

Tal abordagem permite resgatar o caráter humanístico que buscamos para a educação científica, para a qual devemos formar professores de ciência cientes do papel da socialização e de seu papel e responsabilidades profissionais e sociais, considerando, como Saviani (1997), que a competência do professor se dá em função da capacidade de articular práticas educativas às práticas sociais, compreendendo a escola como local de consolidação da democratização e reconstrução da sociedade.

2.4 Ensino CTS: Unidades CTS e Organização curricular

Começamos o presente capítulo expondo a educação CTS na tentativa de explicitar os princípios teóricos e analíticos que motivam tal perspectiva, inclusive em diálogo com uma teoria crítica mais ampla da educação. A breve discussão empreendida na seção subsequente sobre ACT procurou mostrar que esta expressão pertence a um campo semântico mais amplo que o da educação CTS, muito embora um grande objetivo da segunda seja alcançar a primeira.

Ao nos referirmos ao ensino CTS na presente seção, buscaremos especificamente apresentar um debate sobre os objetivos, metas e organização curricular específicos que visam realizar processos pedagógicos em consonância com o preconizado pela educação CTS. Neste sentido, empregaremos “ensino CTS” para nos referirmos às unidades de ensino propriamente ditas, sua organização curricular – função, conteúdo, estrutura e desenho e objetivos de aprendizagem – bem como metodologias e materiais possíveis. Estes aspectos encontram diferentes abordagens ao longo da vasta literatura atualmente disponível sobre a temática, e é importante considerar que a CTS “é uma opção educativa transversal que prioriza, sobretudo, os conteúdos atitudinais (cognitivos, afetivos e valorativos) e axiológicos (valores e normas)” (ACEVEDO; VÁZQUEZ; MANASSERO, 2001).

2.5 Ensino de ciências CTS

Unidades CTS podem se apresentar numa ampla gama de formas. Grande parte das discussões sobre abordagens CTS em educação científica – que não se restringe à educação formal – são centradas no ensino de ciências²⁷ e, neste campo, a temática ganhou visibilidade contando com um número bastante representativo de periódicos, eventos e pesquisadores envolvidos.

Para Hofstein e Yager (1982), o ensino disciplinar de ciências em si ocupa-se da interface ciência-sociedade e daí já podemos apreender a íntima relação que guardam o ensino CTS e o ensino de ciências, sobretudo na

²⁷ É muito importante frisar que a ACT não se resume às discussões em ensino de ciências, muito embora estas constituam uma importante parcela do que vem sendo discutido sobre a temática. Waks (1990) afirma que unidades curriculares CTS podem ser desenvolvidas em cursos de engenharia, artes, linguagens, ciências sociais ou da natureza.

educação secundária. Apresentaremos a seguir algumas categorias curriculares e tipologias desenvolvidas por pesquisas neste contexto que ajudarão a delinear melhor nossa proposta.

A abordagem CTS no ensino de ciências²⁸ se ancora em uma visão particular de ensino de ciências, e, segundo Aikenhead (2005), representa uma tentativa de superar os fracassos da abordagem tradicional baseados em evidências: decréscimo de matrículas nos cursos de ciências, acarretada por uma imagem distorcida de Ciência presente no currículo e na inaptidão em integrar conteúdos curriculares de ciências com o cotidiano dos educandos. Apresentamos abaixo no Quadro 2 uma breve comparação entre o ensino de ciências tradicional e de viés CTS:

QUADRO 2 - O ensino de ciências tradicional x CTS

ENSINO DE CIÊNCIAS TRADICIONAL	ENSINO DE CIÊNCIAS CTS
Serve a um grupo de estudante de elite	Atende todos estudantes
Socializar estudante na forma científica de pensar e acreditar	Desenvolver a capacidade de tomar decisões responsáveis formando cidadão prático
Objetiva suprir programas de formação de engenheiros e cientistas	Objetiva levar à compreensão de relações entre ciência, tecnologia e sociedade

Fonte: elaborado pela autora com base em Aikenhead (2005)

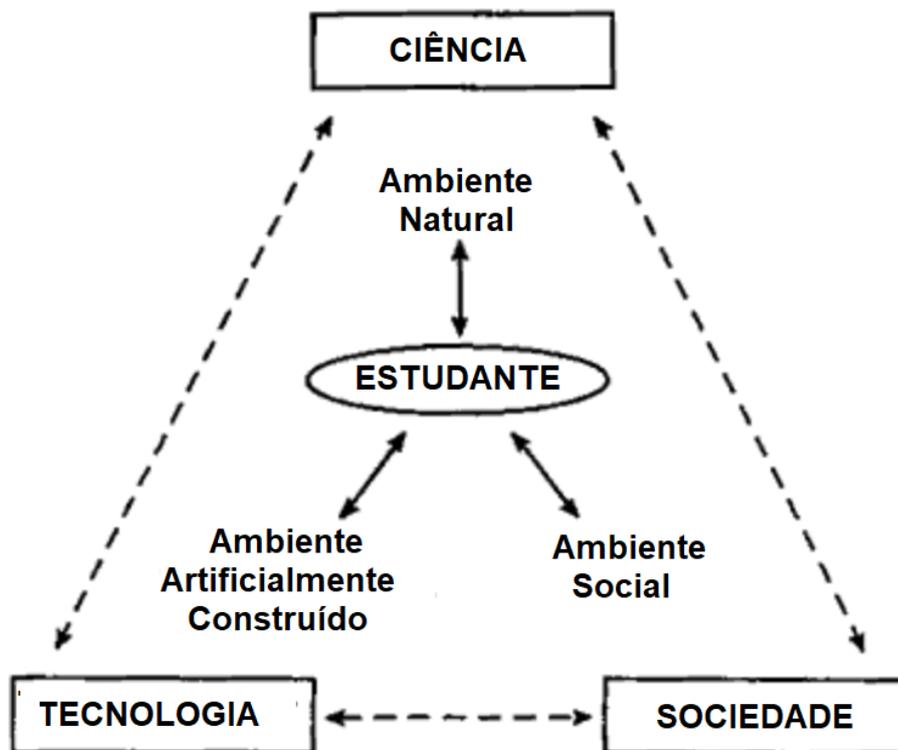
Algumas pesquisas (AIKENHEAD, 2003) asseveram que aprender o cânone de conteúdos científicos do currículo de forma significativa não é sequer possível para a maioria dos estudantes no contexto tradicional do ensino de ciências. Ryder (2001), ao sintetizar resultados de 30 estudos de caso, conclui que o aprendizado de conteúdos de ciência ocorre de forma bem-sucedida ao estimular a comunicação com especialistas e a tomada de decisões e atitudes.

Aikenhead (2005) relata que frequentemente o conteúdo científico tradicionalmente ensinado não é diretamente relevante em situações científicas cotidianas: ele deve ser transformado em conhecimento, o que implica o desconstruir e reconstruir de acordo com as demandas de um contexto específico.

²⁸ No universo de pesquisas sobre ensino de ciência, fala-se de CTS como uma *abordagem*, ou de um *enfoque*, entre outras terminologias. A isso oferecemos a explicação de que o ensino de ciências, conforme apresenta Aikenhead (1994), é polarizado entre preparar estudantes para exercício da cidadania e para formar futuros cientistas, ou como afirma Santos (2007, p. 478), são “dois grandes domínios estão centrados no compreender o conteúdo científico e no compreender a função social da ciência”.

A abordagem CTS é centrada no estudante, em contraposição a abordagens do ensino de ciências tradicional, cujo foco é a formação científica em detrimento da formação cidadã. A figura abaixo representa este aspecto:

FIGURA 2 – “As dimensões básicas do ensino CTS”



Fonte: Aikenhead (1994b), tradução nossa.

Cada uma das dimensões acima se integra para oferecer ao estudante significado aos aprendizados em ciência. Desta forma, o esquema refere-se ao ensino de fenômenos naturais de uma maneira que incorpora a ciência aos ambientes nos quais o estudante se encontra inserido, com vistas a dar sentido às suas experiências cotidianas. As setas pontilhadas se referem à integração dos elementos da tríade, em harmonia com o esquema desenhado entre o estudante e os ambientes natural, social e artificial em que vive.

Quanto ao conteúdo, é onde reside a grande diferença entre cursos CTS universitários e secundários, sendo que o primeiro deles aborda aspectos abstratos de política científico-tecnológica, desenvolvimento socioeconômico e discurso (LAYTON, 1994; LEPKROWSKI, 1989; MCGINN, 1991 apud AIKENHEAD 1994b), enquanto no segundo busca trabalhar com a experiência concreta dos estudantes. Naturalmente, a perspectiva de trabalho adotada é

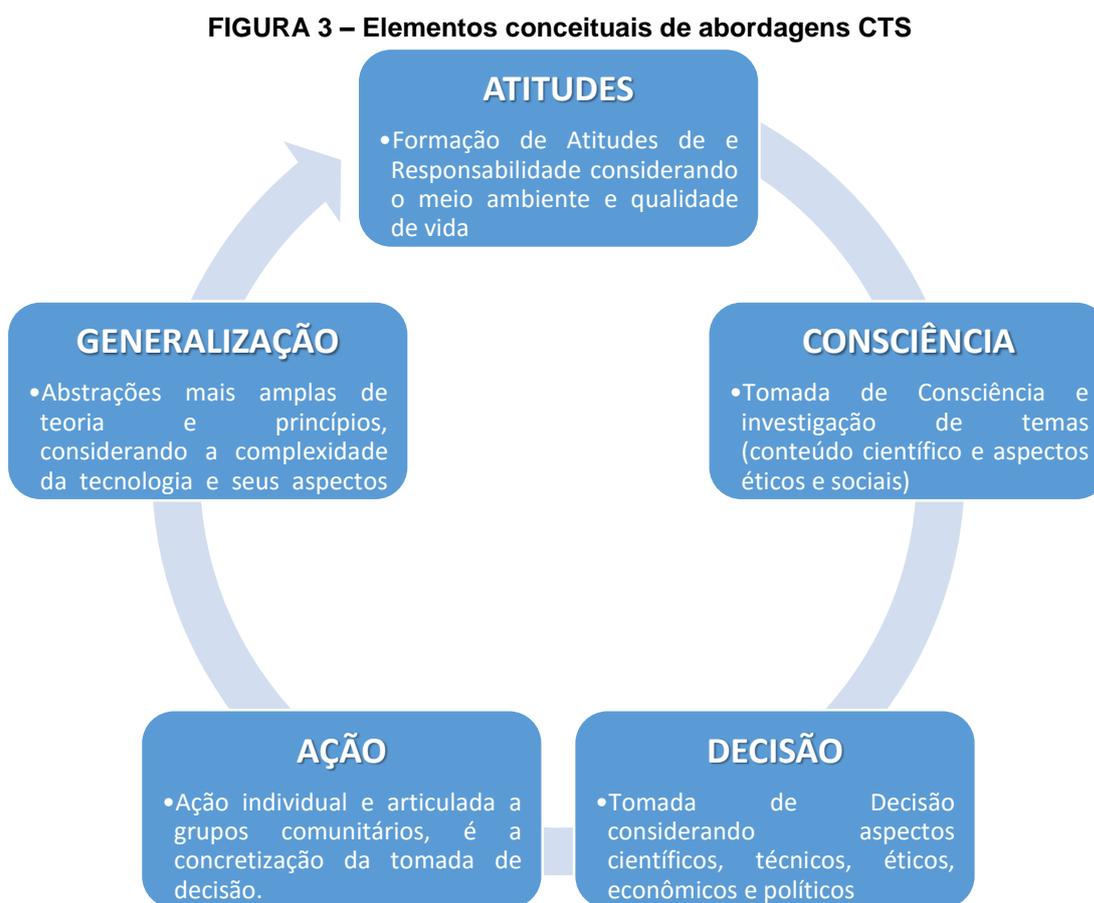
preferencialmente interdisciplinar, ou seja, o conteúdo surge em uma forma integrada como preconizado no esquema da Figura 2.

Quanto à tipologia, os conteúdos podem ser: (a) externos à comunidade científica, definidos como socialmente relevantes, a exemplo da matriz energética mais adequada ou, de forma ampla, a agenda ambiental, ou (b) assuntos internos, cujo apelo é centrado na epistemologia e sociologia da ciência, como, por exemplo, a natureza da ciência, ou controvérsias tecnocientíficas. Aikenhead (1994b, p. 52) oferece ainda uma síntese que ambiciona abranger os pontos de vista presentes na literatura sobre o que caracteriza um conteúdo como CTS, observada a importância de que os elementos da tríade estejam integrados:

Um artefato tecnológico, processo ou experiência; as interações entre tecnologia e sociedade; uma questão social relacionada à ciência ou à tecnologia; Conteúdo de ciências sociais que lança luz sobre uma questão social relacionada à ciência e à tecnologia; uma questão filosófica, histórica ou social dentro da comunidade científica ou tecnológica. (AIKENHEAD, 1994b, p. 52).

Quanto à sequência do ensino CTS, elegemos a *Espiral da Responsabilidade* como integrando os aspectos que viemos discutindo. Ele constitui um quadro organizativo proposto por Waks (1992) para auxiliar educadores a selecionar, organizar e planejar sequências didáticas que promovam os objetivos da educação CTS, de forma que, percorrendo as fases da espiral, educandos sejam “orientados na constituição de suas convicções e compromissos, estilo de vida, escolhas, valores e como estes incidem sobre assuntos do domínio tecnológico frente à nossa sociedade” (WAKS, 1992, p. 13). O objetivo é que, conforme se avance na espiral, confrontando e refletindo sobre temas crescentemente complexos em ciência e tecnologia, seja possível desenvolver e amadurecer a responsabilidade social dos educandos.

Neste modelo organizativo, o desenvolvimento de responsabilidades é o elemento-chave. A espiral possui cinco fases: autocompreensão, estudo e reflexão, tomada de decisão, ação responsável e integração. Esquemáticamente, representamos na Figura 3 a estruturação de unidades CTS de acordo com os diferentes elementos conceituais da espiral:



Fonte: Elaboração da autora com base em Waks (1989b)

A espiral, formada por sequências destes ciclos, é tomada no presente trabalho como um parâmetro de organização da unidade CTS proposta mais adiante. A espiral se traduz em etapas, mais detalhadamente podemos apresentar as fases:

- a. **Autocompreensão**: Educandos devem compreender-se enquanto membros da sociedade e agentes responsáveis pelo meio ambiente. Envolve olhar para o sistema indivíduo-sociedade-meio ambiente como um todo interdependente, obrigando a nos

corresponsabilizarmos pelas decisões coletivas através de tomada de decisão e resoluções do processo democrático.

- b. **Estudo e reflexão:** é nesta etapa que se apresentam de forma clara as relações mantidas entre os elementos da tríade CTS, considerando impactos da ciência sobre a sociedade e os impactos da tecnologia sobre a sociedade, bem como os antecedentes que sobredeterminam o desenvolvimento tecnocientífico.
- c. **Tomada de decisão:** a meta desta etapa é engajar o educando na solução de problemas e tomada de decisão. Considerando a natureza indeterminada das questões tratadas, não se trata de suspender o juízo de forma escapista, mas sim de que, a partir do fracasso em resolver apenas através dos subsídios oferecidos pela própria ciência ou por critérios técnicos, o educando deve confrontar as informações e alternativas para ir além delas, tomar uma decisão e julgar o mais apropriado a se fazer.
- d. **Ação responsável:** é o momento em que o educando é encorajado a se envolver em um curso de ação individual ou social após ponderar escolhas entre valores subjacentes a diferentes cenários, o que implica que a educação CTS vá além da racionalidade acadêmica (WAKS; PRAKASH, 1985).
- e. **Integração:** É necessário ter como alvo a generalização sobre as relações CTS partindo de um assunto específico, o que torna o educando não apenas um ator responsável, mas um indivíduo que cultiva suas responsabilidades.

No que diz respeito à estrutura de integração de unidades CTS, podemos relacionar a proporção em que se apresentam conteúdo científico e conteúdo CTS e a forma de avaliação envolvida. Aikenhead (1994b, p. 55) propõe um esquema abrangente que reproduzimos na tradução oferecida por Santos e Mortimer (2002, p. 125) abaixo:

QUADRO 3 - Categorias de Ensino CTS

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO	EXEMPLOS
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	O que muitos professores fazem para “dourar a pílula” de cursos puramente conceituais
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.	Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA).
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.	Havard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society, Block J. (EUA).
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é feita a partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.	ChemCon (EUA), os módulos holandeses de física como Light Sources and Ionizing Radiation (Holanda: PLON), Science and Society Teaching units (Canadá), Chemical Education for Public Understanding (EUA).
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.	Logical Reasoning in Science and Technology (Canadá), Modular STS (EUA), Global Science (EUA), Dutch Environmental Project (Holanda), Salters' Science Project (UK).
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.	Exploring the Nature of Science (Ing.) Society Environment and Energy Development Studies (SEEDS) modules (EUA).
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	Studies in a Social Context (SISCON) in Schools (UK), Modular Courses in Technology (UK).
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	Science and Society (UK.), Innovations: The Social Consequences of Science and Technology program (EUA).

Fonte: Aikenhead (1994b), tradução de Santos e Mortimer (2002, p. 125).

As categorias de 1 a 8 representam a importância atribuída ao conteúdo científico tradicional e ao conteúdo CTS, sendo que as categorias 1 a 3 expressam o ensino de ciências tradicional, para o qual os estudantes devem desenvolver uma racionalidade científica determinada e, nas categorias 4 a 8, a estrutura do ensino muda completamente, sendo orientada pelo próprio conteúdo CTS, na qual o estudante concebe a realidade cotidiana dentro do senso comum, recorrendo ao conteúdo científico quando necessário (AIKENHEAD; DUFEE, 1992).

Esta tipologia não acarreta nenhuma hierarquia, não prescreve prioridades ou vincula metodologias de ensino, dizendo respeito apenas à ênfase dada a cada conteúdo e seu nível de interação. É importante frisar que a depender da abordagem haverá necessidades diferentes com relação a recursos conceituais e metodológicos.

Usualmente o campo, por ter uma matriz interdisciplinar, se permite recorrer à história e filosofia da ciência e tecnologia, a sociologia do conhecimento científico, a teoria política e a economia. Afinal, como afirmam López e Verdadero (2003), o cenário multidisciplinar CTS é um território contestado. É nesse território contestado que se dá nossa pesquisa.

Entendemos que o percurso construído possibilitou relacionar as temáticas que viemos abordando. A relevância do primeiro capítulo se dá em função de que apresenta uma matriz cognitiva para os estudos CTS. Outro aspecto abordado foi a articulação entre o campo educacional e o campo da formulação de Políticas de Ciência e Tecnologias, que se aproximam por compartilhar a busca pela democratização dos códigos técnicos e pela ampliação da participação de novos atores sociais na definição dessa política.

Apresentaremos, a seguir, os encaminhamentos metodológicos aos quais se recorreu para avaliar nossa Ação Didático-Formativa, desenvolvida sob os preceitos da educação CTS supracitados.

3 ENCAMINHAMENTO METODOLÓGICO

O presente capítulo é estruturado em subseções que se propõem primeiramente a delinear o modelo conceitual operatório de nossa pesquisa, para então expor e justificar a metodologia de intervenção, coleta e análise de dados. Em seguida, apresentamos o contexto e participantes da pesquisa. Finalmente, relatamos o desenvolvimento do produto educacional, discutindo a modalidade e circunstâncias sob as quais foi aplicado.

3.1 Delineamento da pesquisa

Pesquisa, para Ludke e André (1986), é caracterizada como o estudo sistemático de um problema, partindo de dados, evidências, informações coletadas e do conhecimento teórico acumulado a respeito do tema. Demo (1981) irá destacar o caráter social da ciência, compreensão que se estende naturalmente à própria pesquisa científica. Neste sentido, conceber ciência como tendo uma natureza social diz de algo, seja a ciência ou a pesquisa científica, que tem sua construção pautada pelo fenômeno social, sendo inseparável dos valores e visão de mundo do pesquisador ou cientista.

Especificamente para as ciências humanas e sociais, dentre as quais está o campo da pesquisa em educação e ensino, esta perspectiva nos indica a frequente inadequação da transposição de modelos empregados em ciências naturais, que pressupõem o controle de variáveis e a própria pesquisa experimental, para o estudo de fenômenos educacionais.

A complexidade inextricável dos fenômenos educativos, a depender do objeto e problema de pesquisa, torna difícil decompor de forma analítica, clara e quantitativa as variáveis que incidem neste segundo tipo de fenômeno (LUDKE; ANDRÉ, 1986). Nesta pesquisa, portanto, prevalece a abordagem qualitativa, pois ela nos oferece a possibilidade de analisar de forma mais adequada a execução de nosso programa da pesquisa. Denzin e Lincoln definem que:

Pesquisa qualitativa é multimetodológica quanto ao seu foco, envolvendo abordagens interpretativas e naturalísticas dos assuntos. Isto significa que o pesquisador qualitativo estuda coisas em seu ambiente natural, tentando dar sentido ou interpretar os fenômenos,

segundo o significado que as pessoas lhe atribuem (DENZIN; LINCOLN, 1994, p. 2).

Por se inserir na modalidade profissional, a pesquisa empreendida é de natureza aplicada, de desenvolvimento experimental e tem por corolário o planejamento, implementação e validação de um produto educacional em condições reais de ensino. Define-se por produto educacional uma produção técnico-instrucional, cuja aplicação renda um relato de experiência, apresentado em forma de dissertação.

O produto educacional fruto desta investigação caracteriza-se como uma proposta de ensino – uma Ação Didático-Formativa (ADF)²⁹, a ser implementada através de um curso de extensão.

O objetivo desta ADF, detalhada nas seções que se seguem, é colocar estudantes de licenciatura em ciências da natureza em contato com aspectos sociocientíficos numa perspectiva CTS, apresentando discussões da área, de forma dialógica e conscientizadora. Tal ação será executada, sintetizada e publicada *online* na forma de extrato de curso³⁰, bem como materiais de apoio criados ou utilizados, produção dos cursistas ao longo da ação formativa, com sugestões e orientações no intuito de socializar as reflexões e frutos da pesquisa.

Neste contexto, entendemos que método, metodologia de coleta e análise de dados devem estar em sintonia com o problema e objeto da pesquisa, bem como com seus objetivos. Em razão disso, elegemos como modelo conceitual-operativo a pesquisa do tipo intervenção pedagógica³¹. Este tipo de pesquisa, a

²⁹ Este termo, já usado nos moldes do Princípio do Desenho Universal é tomado emprestado de Prais e Flor da Rosa (PRAIS, J. L. S.; ROSA, V. F. AÇÃO DIDÁTICA FORMATIVA PARA A INCLUSÃO: ANÁLISE DE UM PRODUTO EDUCACIONAL. Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino, v. 1, p. 26-47, 2017.), sem compromisso com o referencial teórico mencionado. As razões para este uso e o sentido a ele atribuído é especificado adiante.

³⁰ Refere-se ao registro da sequência didática desenvolvida e implementada via Ambiente Virtual de Aprendizagem. A relação entre o conceito de sequência didática e Ação Didático-Formativa é trabalhada também adiante.

³¹ A pesquisa do tipo intervenção pedagógica por vezes é comparada à pesquisa-ação, sendo esta última já estabelecida enquanto metodologia de pesquisa. Por privilegiar propostas de intervenção para resolução de problemas, a pesquisa ação pode ser descrita também como o tipo de pesquisa em que o pesquisador participa de forma a “organizar a investigação em torno da concepção, do desenrolar e da avaliação de uma ação planejada” (THIOLLENT, 1986, p. 15). A pesquisa-ação é voltada para desenvolver conhecimentos que nos façam entender os condicionantes da práxis e reestruturar processos formativos que impactem na prática profissional em prol de fins coletivos, conferindo condições de “produzir informações e conhecimentos de uso mais efetivo, inclusive a nível pedagógico [...] para o esclarecimento

despeito de sua pertinência, ainda é um modelo teórico-metodológico emergente e frequentemente menosprezado na área de educação, sendo visto como mero relato de experiência, sendo-lhe negada a classificação de investigação científica (DAMIANI et al., 2013).

A abordagem metodológica da pesquisa interventiva se coaduna com o que se pretende por meio da ADF, uma vez que, na área do ensino, a pesquisa aplicada objetiva subsidiar tomadas de decisões sobre práticas educativas concretas, visando aperfeiçoar sistemas de ensino estabelecidos ou avaliar inovações propostas. O valor da pesquisa do tipo intervenção pedagógica, portanto, reside na possibilidade de, partindo da pesquisa básica, mirar impactos práticos.

A pesquisa de tipo intervenção pedagógica é tributária da Teoria Histórico-Cultural da Atividade, da qual herda a concepção de Vygotsky (1997, 1999) acerca de experimentos de ensino, os quais colocavam os participantes da pesquisa em situações estruturadas, nas quais havia um problema a ser solucionado. Também é importante um segundo atributo: a noção de ascensão do abstrato ao concreto. O paralelo aqui se dá porquanto a pesquisa de tipo intervenção pedagógica ambiciona aplicar categorias abstratas à realidade concreta, “testando sua pertinência para explicá-la” (DAMIANI et al., 2013, p. 61).

3.2 O desenvolvimento da Ação Didático-Formativa

O foco da presente pesquisa é o planejamento, desenvolvimento, aplicação e avaliação de uma unidade de intervenção pedagógica – a qual chamaremos de *Ação Didático-Formativa*; com o objetivo expresso de fazer com que futuros professores de ciência se apropriem do marco teórico metodológico

das microssituações escolares e para a definição de objetivos escolares e de transformações mais abrangentes” (THIOLLENT, 1896, p. 75). Desta forma, importantes pontos de aproximação entre os dois modelos são: o intuito de produzir mudanças, a tentativa de resolução de um problema, o caráter aplicado, a necessidade de diálogo com um referencial teórico e a possibilidade de produzir conhecimento (DAMIANI et al., 2013). Entretanto, dois requisitos que não podem ser afastados quando da execução de pesquisas-ação é o engajamento dos participantes desde o planejamento até a implementação da pesquisa, e a vocação emancipatória com relação grupos sociais que pertencem às classes populares ou dominadas (THIOLLENT, 1986). Estas razões nos fizeram buscar outro modelo para amparar nossa investigação.

dos estudos CTS. Esta apropriação ambiciosa dotá-los de instrumentos conceituais que fundamentem sua prática de ensino e forneça critérios de análise e seleção de alternativas didático-pedagógicas, considerando a determinação ideológica da citada corrente.

Optamos por adotar a nomenclatura Ação Didático-Formativa para designar o planejamento, desenvolvimento, implementação e avaliação da sequência didática³², pois entendemos que a ADF engloba atividades que resultam em uma sequência didática, comportando um sentido menos tecnicista, pois considera ainda a especificidade de uma ação que não pretende prescrever um roteiro que deva ser reproduzido, uma vez que neste processo é considerado um contexto, objetivo e participantes específicos, além de sua característica eminentemente experimental.

Neste sentido, conscientes da complexidade dos processos educativos, o que dificulta o reconhecimento e domínio de fatores que os definem, buscamos, conforme Zabala (1998), adotar a perspectiva da visão processual da prática educativa à qual se vinculam planejamento, aplicação e avaliação, elegendo como representativo deste processo a atividade ou tarefa.

3.2.1 A organização da Ação Didático-Formativa

O desenvolvimento de unidades de intervenção pedagógica CTS para diversos níveis de ensino não é raro na literatura, entretanto, em sua maioria, os materiais buscam apresentar CTS como enfoque ou abordagem, de forma que aquela ampara a apresentação de conteúdos científicos. A presente proposta diverge por trazer enquanto conteúdo conceitual e atitudinal a discussão e estudo das relações CTS, campo interdisciplinar composto, entre outros componentes, pela sociologia e filosofia da ciência e estudos sociais da ciência e tecnologia. Segundo Waks (1990) e Aikenhead (1994), esta proposta poderia

³² A sequência didática é uma reunião de atividades segundo uma ordem a qual estabelece relações que determinam o tipo e característica do ensino, e em geral, torna-se a unidade de análise preferencial, haja vista que “permite o estudo e avaliação sob uma perspectiva processual que inclui planejamento, aplicação e avaliação” (ZABALA, 1998, p. 18). As atividades, portanto, podem trazer diferentes estilos pedagógicos agregados e tornam-se unidades de análise elementares do processo de ensino-aprendizagem, tendendo a concentrar a maioria das variáveis educativas, a depender do lugar que ocupam segundo o planejamento, aplicação e avaliação. Entretanto, a análise da sequência didática ou das atividades, a despeito de sua importância, não é suficiente para o objetivo aqui posto, considerando o contexto global e específico da ADF.

ser categorizada enquanto um *programa CTS puro* ou de *conteúdo CTS*, no qual o foco são questões tecnológicas ou sociais, e conteúdo científico propriamente dito é mencionado, mas apenas para indicar uma correlação com a ciência.

Os objetivos estabelecidos para a ADF foram: (a) oferecer subsídios teórico-metodológicos concernentes às relações CTS e (b) aperfeiçoar a compreensão, atitudes e conhecimentos sobre as relações CTS, tornando futuros professores de ciências mais propensos e confiantes na adoção da abordagem CTS no ensino de Ciências. O curso, cuja carga horária soma 60 horas-aula, foi ofertado na modalidade a distância com tutoria pela própria pesquisadora e foi formatado em cinco módulos, conforme Apêndice A.

Cada módulo, com exceção do primeiro, teve um eixo temático norteador baseado nas categorias formadas por Strieder (2012), tendo a categoria “Participação Social” se apresentando de uma forma integrada às duas anteriores e acrescida à categoria “Dimensão educacional CTS”, para abordar aspectos aplicados à educação científica. A articulação dos eixos propostos com Aspectos Sociocientíficos – AS – e estratégias pedagógicas empregadas são estruturadas conforme os quadros 4 e 5.

QUADRO 4 – Estratégias pedagógicas e atividades desenvolvidas

ESTRATÉGIA	CARACTERIZAÇÃO
Atividade Autoinstrutiva	Representa uma atividade avaliativa no formato de questionário com questões de vários tipos (múltipla escolha, verdadeiro ou falso, correspondência, resposta curta, entre outras).
Conteúdo Interativo	Essa estratégia é responsável por promover boas práticas na inserção de conteúdos no formato texto, imagens, multimídias, entre outros. O conteúdo é distribuído em páginas, garantindo uma leitura relevante, produtiva e eficaz.
Fórum de Discussão	Permite que participantes tenham discussões assíncronas, ou seja, discussões em que nem todos estudantes estão <i>online</i> simultaneamente.
Laboratório de Avaliação	Permite a coleta, revisão e avaliação por pares do trabalho dos estudantes. Os estudantes podem enviar qualquer conteúdo digital (arquivos), como documentos de texto ou planilhas e também podem digitar um texto diretamente em um campo utilizando o editor de texto.

Fonte: Elaboração própria.

QUADRO 5 - Eixos, Aspectos Sociocientíficos Abordados e Estratégias Pedagógicas empregadas

EIXOS	ASPECTOS ABORDADOS	ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS
Racionalidade Científica	Agrotóxicos na agricultura	<i>Conteúdo Interativo:</i> texto base interativo produzido procurando estabelecer conexões com tópicos em ciência e tecnologia que pudessem ser apelativos ao público do curso. <i>Fórum de Discussão:</i> atividade de debate que projeta questionamentos sobre as representações particulares do que os estudantes pensam ser a melhor forma de viver a nível pessoal, social e mundial, visando explorar a origem de suas convicções e a tomada de decisão com base em argumentos. <i>Atividades Autoinstrutivas:</i> propõem a contextualização dos conhecimentos conceituais CTS
Desenvolvimento Tecnológico	O dilema dos carros autônomos	
Movimento CTS	Consumo e Sustentabilidade	<i>Laboratório de Avaliação:</i> Elaboração de Planos de Aula sob o enfoque CTS
Educação Científica	Visões distorcidas da Ciência e Tecnologia que influenciam o ensino de ciências	

Fonte: Elaboração própria.

O primeiro módulo foi introdutório e teve duração de 5 horas-aula. Visou à ambientação no Ambiente Virtual de Aprendizagem e entrosamento entre estudantes e professora, além de apresentar ferramentas e recursos da Plataforma *Moodle* e conjunto com um levantamento acerca do perfil do discente. O segundo, terceiro e quarto módulo têm carga horária de quinze horas-aula cada.

Voltando à temática racionalidade científica, o segundo módulo objetivou identificar a construção dinâmica do conhecimento científico, conhecer seu método, construção social, paradigmas da ciência e as controvérsias científicas. Nesse processo, elegemos abordar, ao longo do conteúdo interativo, o tema da revolução científica e a modernidade, expresso através da revolução copernicana. Para o Fórum de Discussão – FD, trouxemos o AS *Agrotóxicos na agricultura e o dissenso científico*. Este AS se revela atual, sobretudo pela discussão ocorrida durante os anos de 2018 e 2019 no Congresso Nacional brasileiro acerca do Projeto de Lei 6.299/2002, sobre regulação e controle do uso de agrotóxicos no Brasil. Na Atividade Autoinstrutiva (AA) deste módulo, abordaram-se temáticas variadas e, de forma mais assertiva, os cursistas foram solicitados a desenvolver um pequeno texto sobre a questão da natureza do conhecimento científico.

O terceiro teve por enfoque o desenvolvimento tecnológico, buscando definir tecnologia e técnica e debater acerca do modelo de desenvolvimento tecnológico vigente. Para isto, a pergunta em torno da qual se desdobrou a

abordagem das temáticas foi “*o que é tecnologia e como ela impacta nosso cotidiano*”. Buscou-se fazer uma reflexão entre técnica e tecnologia, oferecendo um conceito de tecnologia com base na teoria crítica da tecnologia.

Entendemos que a importância desta temática se dá em função da quase inextricável relação entre ciência e tecnologia, que torna essencial que um debate acompanhe o outro³³. O FD do módulo abarcou a questão da ética tecnológica, sob o pretexto do *dilema dos carros autônomos*. Aqui a escolha se deveu à dimensão axiológica de questões CTS, tendo em vista que, conforme Auler (2002), esta dimensão compõe, juntamente à filosofia externalista da ciência, uma orientação CTS para o ensino de ciência. Com relação à AA, o módulo foi estruturado com questões objetivas em torno das concepções acerca de tecnologia e, como produção escrita individual, propôs uma reflexão sobre o impacto das tecnologias sobre as relações interpessoais.

Já o quarto tratou das interações CTS para caracterizar princípios teórico-analíticos do movimento e discutir a relação entre modelos tecnocráticos e democráticos para tomada de decisão em CT. Os tópicos privilegiados no Conteúdo Interativo foram a influência da CT na sociedade, a origem do pensamento CTS e seus objetivos, a Política de Ciência e Tecnologia e o Pensamento Latino-Americano sobre CTS. Neste módulo, buscou-se dar uma ênfase maior à dimensão de Participação Social (STRIEDER, 2012), em razão de que se elegeu como AS o tema *Consumo e Sustentabilidade*, com foco na interlocução entre questões ambientais, socioeconômicas e culturais.

O quinto e último módulo teve duração de dez horas-aula e resgatou a dimensão educacional CTS, apresentando os objetivos e potencialidades para o ensino de ciências. Os tópicos em torno dos quais girou o Conteúdo Interativo foram: a educação científica e seus domínios, alfabetização e letramento científico-tecnológico, pressupostos da educação CTS e as visões deformadas acerca da ciência que incidem sobre o processo de ensino. Neste módulo, a estratégia pedagógica principal foi o Laboratório de Avaliação, no qual os cursistas elaboraram um plano de aula para ensino médio com abordagem CTS.

³³ Lacey (2008) define tecnociência como o “entrelaçamento entre a ciência e a tecnologia, atualmente comum e que, onde ocorre, torna largamente arbitrária qualquer distinção entre as duas”. Desta forma, a tecnociência, ao incorporar práticas de pesquisa orientadas para a inovação tecnológica, torna-se a ciência aplicada à produção de bens e serviços para o capital e para grandes corporações, aliada ao projeto tecnológico tradicional.

Em proveito da interdisciplinaridade, as produções individuais dos cursistas foram avaliadas por seus pares. Outras estratégias pedagógicas secundárias foram utilizadas ao longo dos módulos: enquetes, escolhas, jogos (palavra-cruzada), glossário, entre outros.

Em uma análise mais pragmática, os Fóruns de Discussão possuíam por regra a leitura completa da consigna³⁴ com textos, vídeos e imagens e textos complementares para posterior posicionamento sobre questões suscitadas. Os estudantes eram requisitados a postar suas contribuições para a discussão e interagir com os colegas.

As consignas dos Fóruns foram elaboradas de modo a trilhar as etapas da Espiral da Responsabilidade, tendo em consideração a apresentação de um AS, levando os cursistas a identificar suas convicções pessoais sobre os melhores modos de vida a nível pessoal, social e mundial (Autocompreensão); reconhecer a insuficiência de critérios cognitivos ou técnicos na resolução de controvérsias sociocientíficas (Estudo e Reflexão); confrontar as informações e alternativas entre si de modo dialógico a fim de promover o posicionamento do cursista e tomada de decisão após processos de negociação e escolhas baseadas em razões e evidências (Estudo e Reflexão); pesquisar outros casos, identificando padrões, arriscando generalizações e considerando princípios para formar seu posicionamento acerca do assunto (e).

Abaixo, é apresentado para exemplificação um excerto do Apêndice F, relativo à consigna do Fórum de Discussão – FD, do quarto módulo, no qual foram discutidas as relações entre questões socioambientais e os impactos da CT:

³⁴ *Consigna* é o nome dado, no contexto da educação a distância, à mensagem de abertura do fórum (LIMA; BICALHO, 2016).

Discutindo as questões ambientais, sociais e culturais em Ciência e Tecnologia.

Chegou a hora de complementarmos nosso entendimento sobre questões CTS correlatas à temática meio ambiente, sustentabilidade e sociedade do consumo. Para isto, iremos discutir alguns aspectos transversais relacionados ao nosso modo de vida e ao meio ambiente.

Assista ao vídeo ao lado com atenção e responda às questões abaixo. Tente interagir com os demais colegas que participarem da discussão.



“A história das coisas” (The Story of Stuff) conta de um complexo sistema que vai da extração, passa pela produção, distribuição, consumo e acaba no tratamento do lixo. Segundo o documentário, esse sistema é muito mal explicado nos livros, que ignoram alguns aspectos importantes, como as pessoas que participam dessa engrenagem e os limites impostos pela natureza, por exemplo.

Vídeo Complementar



Ilha das Flores é um filme de curta-metragem brasileiro, do gênero documentário, escrito e dirigido pelo cineasta Jorge Furtado em 1989, com produção da Casa de Cinema de Porto Alegre. O filme foi realizado com o apoio de Kodak do Brasil, Curt-Alex Laboratórios e Álamo Estúdios de Som. Em novembro de 2015, o filme entrou na lista feita pela Associação Brasileira de Críticos de Cinema (Abraccine) dos 100 melhores filmes brasileiros de todos os tempos [via Wikipédia].

QUESTÕES

1. Quando você pensa em si mesmo e na sociedade em geral, você se vê mais como um consumidor ou um cidadão? Qual você acha que é o papel do governo realmente?
2. Quais devem ser as principais prioridades do governo e da economia, em sua opinião?
3. Quem é o responsável por criar novos padrões de consumo: o governo, as empresas ou os consumidores?
4. Você se sente mais ou menos no poder de mudar as coisas para melhor depois de assistir ao vídeo?
5. Você tem conhecimento do funcionamento da economia local em sua comunidade? Por exemplo, há alimentos produzidos nas proximidades que estão disponíveis em mercados de agricultores ou em restaurantes? Você sabe de onde a eletricidade que alimenta sua casa vem? Existem artesãos que fabricam produtos localmente?
6. Há alguma relação entre os dois vídeos?
7. Como este debate em sua opinião se relaciona com o tema de ciência e tecnologia?

As questões apresentadas para discussão perfazem o caminho da Espiral quando: em 1, 2 e 3 o educando é levado a um processo de autocompreensão e de avaliação de suas próprias crenças sobre a temática, em 4 é provocado a refletir sobre seu papel na dinâmica social e produtiva, em 5 identifica as conexões entre seu contexto, seu território e sua proximidade ou não com tais elementos, em 6 e 7, por sua vez, busca integrar os conhecimentos à discussão por meio da generalização e abstração. Em geral, este FD mirou a compreensão dos entornos da atividade científico-tecnológica, buscando discutir a percepção pessoal dos cursistas e seu engajamento na sociedade civil, considerando ainda sua avaliação geral sobre a necessidade de participação de mais segmentos nas definições de políticas relacionadas à CTS e meio ambiente.

As Atividades Autoinstrutivas reuniram questões de diversos tipos (múltipla escolha, aberta, associativa, entre outras) que trazem excertos de textos, pequenos vídeos e imagens, visando perfazer o prescrito para os estágios (a), (b), (c) e (e). Diferem das demais atividades por se darem em um espaço não necessariamente dialógico, sendo individuais e não coletivas. Apesar da ênfase na contextualização dos conhecimentos conceituais de forma individualizada, não se reduziram a exercícios objetivos de verificação de aprendizagem, mas sim buscaram dialogar de forma perene com a elaboração e produção dos próprios estudantes sobre os assuntos abordados. Abaixo, trazemos, na Figura 4, um excerto do Apêndice F para exemplificar uma questão da Atividade Autoinstrutiva do segundo módulo, na qual os estudantes deveriam comentar, com base em uma atividade de escolha, a ideia que mais se aproximava da sua no que tange à compreensão acerca da natureza do conhecimento científico:

FIGURA 4 – Questão da Atividade Autoinstrutiva do segundo módulo

Redija um pequeno parágrafo sobre a ideias sobre a natureza do conhecimento científico com a qual você mais concordou na atividade sobre O que é ciência para você?. Com o que estudamos nesse módulo, você mudou sua percepção?



Fonte: Apêndice F, Ambiente Virtual de Aprendizagem.

O Laboratório de Avaliação – Figura 5, constante apenas do quinto módulo, foi o único formato em que se conseguiu perseguir o estabelecido pelo estágio de Ação Responsável (d), uma vez que propôs o desafio de criar um plano de aula para o ensino médio relativo à apresentação de um conteúdo científico da área de sua preferência, na perspectiva CTS. Para tanto, foram disponibilizados, através do Conteúdo Interativo, subsídios teóricos sobre as estratégias metodológicas em articulação com a perspectiva freiriana, já consolidadas para abordagens CTS (AULER, 2002; AULER et al., 2007; CARLETTO; VON LINSINGEN; DELIZOICOV, 2006; NASCIMENTO; VON LINSINGEN, 2006; SANTOS, W., 2008).

FIGURA 5 – Orientações preliminares do Laboratório de Avaliação

🏠 > Cursos > Presenciais > Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade > Módulo V - CTS e Educação Científica > [M5] Laboratório de Avaliação

[M5] Laboratório de Avaliação ⓘ

Descrição ▾

Nesta atividade, você será desafiado a criar um plano de aula (ensino médio) sobre o tema que você escolher dentro de sua área. Não existe receita pronta para um bom plano de aula, ainda mais na perspectiva CTS, o objetivo aqui é fazer um exercício a partir do que aprendemos no curso. A correção será feita pelos seus colegas de curso. A ideia é que possamos trabalhar da forma mais interdisciplinar possível, contribuindo uns para o trabalho dos outros.

Faça o seu e em seguida avalie o trabalho do colega!

Avalie o plano de seu colega. Faça considerações no arquivo enviado usando outra cor de fonte para destacar suas contribuições e comentários. Os elementos a ser avaliados são:

- O plano está conforme modelo/apresenta todos elementos propostos? (de 1 a 10)
- O plano apresenta anexos todos materiais que se propôs a usar? (de 1 a 10)
- O plano apresenta articulação com os as propostas metodológicas para o ensino de ciências CTS, estabelecidos na seção 7 do Conteúdo Interativo do Módulo 5? (de 1 a 10)
- O plano se ancora em estratégias para além do modelo tradicional de ensino de ciências? (de 1 a 10)
- Há possibilidade de interdisciplinaridade com algum tema da sua área, se sim, qual (caso não seja a mesma)? (de 1 a 10)

Fonte: Ambiente Virtual de Aprendizagem

A avaliação da atividade é feita por pares, beneficiando a interdisciplinaridade. A proposta se alinha com a etapa (d) na medida em que objetiva engajar educandos de forma individual e informalmente articulada em consonância com sua prática social final de um contexto profissional para apresentar uma produção didática orientada para a aplicação prática das discussões realizadas.

Cada módulo era acompanhado de outras atividades menores como enquetes e escolhas, que objetivavam levantar de forma prévia as compreensões dos educandos.

Desta forma, ao que pode parecer um objetivo muito além do alcance educacional com (c) e (d), considerando dificuldades de ordem avaliativa, mantemos esta articulação teoria-prática como horizonte de nossa ação educativa. Ajuda-nos a formular esta pretensão a compreensão de que desenvolver ações efetivas vai além de um fazer predominantemente material, envolvendo um “processo mental que possibilita a análise e compreensão mais amplas e críticas da realidade, determinando uma nova maneira de pensar, de entender e julgar os fatos, as ideias. É uma nova ação mental” (GASPARIN, 2015, p. 140).

Em outras palavras, “a prática pedagógica é teórico-prática e, nesse sentido, ela deve ser reflexiva, crítica, criativa e transformadora. [...] A prática é a própria ação guiada e mediada pela teoria. A prática tem que valer como compreensão teórica” (VEIGA, 1993, p. 81). Por fim, consideramos que o estágio (c) Tomada de Decisão, no contexto de nossa pesquisa, articula-se, portanto, à (d) Ação Responsável, porquanto a prática social final do conteúdo se dará em um contexto profissional³⁵ – o da docência, assim como na forma integral de pensar a realidade, agindo, portanto, sobre ela.

3.2.2 *O diálogo com o referencial teórico*

Os referenciais teórico-metodológicos que forneceram as diretrizes para o desenvolvimento da sequência didática foram expostos no Capítulo 2 desta dissertação. A função social do ensino delineada por uma percepção crítica da educação (ELLUL, 1964; ILLICH, 1973; SAVIANI, 1999; WAKS, 1989a) em conjunto com a proposta metodológica da Espiral da Responsabilidade (WAKS, 1992) foram marcos orientadores da construção de nossa unidade.

Assumimos que o formato de espiral sugerido por Waks (1992) é simbólico e pode ser compreendido como tendo um traço dialético fundamental. Considerando que a sucessão das etapas da Espiral da Responsabilidade não é unidimensional, mas sim tridimensional, garante-se que estas assumam

³⁵ Em propostas de contextos escolares, obviamente que há de se considerar o que os conteúdos trabalhados viabilizam por ação responsável e tomada de decisão, considerando a realidade local da comunidade em que a escola está inserida e da realidade social da qual os educandos fazem parte, evitando assim propor intervenções e traçar estratégias demasiado arrojadas e pretensiosas ou em desconexão com a realidade territorial em articulação com suas características socioculturais, tornando a prática social relevante naquele contexto formativo.

diferentes amplitudes, a depender das condições em que está sendo reproduzida. Nesta perspectiva, cada um dos módulos teve seu desenvolvimento estruturado a partir da reprodução da espiral, embora nem sempre tenha sido possível reproduzir todas as etapas por atividade.

O estágio de (a) Autocompreensão surgia em decorrência da adoção de AS em diferentes estratégias pedagógicas – atividades autoinstrutivas e fóruns – sobre os quais os participantes eram solicitados a se manifestar sobre suas posições pessoais. O estágio de (b) Estudo e Reflexão articulava o exposto no conteúdo interativo às demais instâncias do curso, porquanto, passado o estágio inicial (a), a todo momento os participantes eram convidados a manter a interlocução com o apanhado teórico apresentado naquele módulo.

Para o estágio de (c) Tomada de Decisão, os participantes foram solicitados a se posicionar acerca dos AS apresentados e, em (d) Ação Responsável, só foi implementada no último módulo da ADF e foi apropriada no sentido de atender aos objetivos específicos de nossa intervenção, tendo sido voltada para o desenvolvimento de ações no campo dos saberes profissionais docentes. A (e) Integração foi compreendida como perpassando os diferentes módulos, aspirando à metacognição, pois se revela em um movimento dialético não circunscrito a uma estratégia pedagógica específica.

No estágio (a), buscou-se debelar a ênfase dada por Waks (1992) aos impactos³⁶ sociais da ciência e da tecnologia, provocando os educandos a refletir, sobretudo pelos antecedentes que guiam o desenvolvimento tecnocientífico e seus fatores sociais, internos e externos, sobre o que foi feito, orientando o debate dos fóruns com questões que os conduzissem a discutir as escolhas políticas e metodológicas dos cientistas, a definição do que é pesquisado e ainda como a sociedade participa desses processos.

Outro aspecto que foi adotado de maneira crítica foi a Tomada de Decisão (c) e (d) Ação Responsável. Entende-se que mais importante que o resultado desta decisão é a compreensão de controvérsias e conflitos envolvidos no confronto entre critérios técnicos (valores cognitivo-epistemológicos) e outros critérios que devem ser considerados (valores político-sociais).

³⁶ Waks (1992) parece se pautar pela tradição CTS norte americana de enfatizar os impactos da CT enquanto a vertente europeia irá dirigir sua atenção a aspectos antecedentes da CT.

Retomamos a discussão teórica para lembrar que o objetivo de qualquer ação educativa deve ser a prática social final (SAVIANI, 1999), isto é, uma nova maneira de compreender a realidade, suas controvérsias e conflitos para posicionar-se nela. Representa o momento em que o educando define estratégias para incorporar o que aprendeu em seu cotidiano. Este traço relaciona-se com a opção por um viés educativo transformador da realidade no qual o educando assume compromissos a partir de conteúdos estudados, cuja premissa é a articulação entre a educação e a sociedade (SAVIANI, 1999).

Neste ponto, resgatamos a epígrafe da dissertação em tela, na qual se discute a articulação entre a teoria e a prática, entre as quais se insere um trabalho de “educação das consciências, de organização dos meios materiais e planos concretos de ação: tudo isso como passagem indispensável para desenvolver ações reais, efetivas” (VÁSQUEZ, 1968, p. 206). Em diálogo com a mesma teoria crítica da educação aduzida anteriormente, é importante compreender a educação como “atividade mediadora no seio da prática social global” (SAVIANI, 1999, p. 120). Quer dizer, a teoria é prática ao materializar o ideal na característica de “como conhecimento da realidade, ou antecipação ideal de sua transformação” (VÁSQUEZ, 1968, p. 207).

3.3 Contexto e participantes da pesquisa

O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília (IFB) foi criado em 2008 por intermédio da Lei nº 11.892, que reestruturou a Rede Federal de Educação Profissional e Tecnológica com a implantação de um novo modelo de instituição de educação profissional. O IFB oferece Educação Profissional gratuita na forma de cursos e programas de formação inicial e continuada de trabalhadores (FIC), educação profissional técnica de nível médio e educação profissional tecnológica de graduação e de pós-graduação, em articulação a projetos de pesquisa e extensão.

Por força da lei supracitada, os Institutos Federais são obrigados a manter sua oferta de vagas particionada em, no mínimo, 50% educação profissional técnica de nível médio – prioritariamente na forma integrada ao médio – e, no mínimo, 20% de cursos de licenciatura, ou programas especiais de formação pedagógica, voltados à formação de professores para a educação básica, com

ênfase nas áreas de ciências e matemática, e para a educação profissional. Atualmente são dez *campi*: Brasília, Ceilândia, Estrutural, Gama, Planaltina, Riacho Fundo, Samambaia, São Sebastião, Taguatinga e Recanto das Emas.

A pesquisa foi desenvolvida no âmbito do Instituto Federal de Brasília – IFB, Campus Estrutural, no formato de curso de extensão aberto à comunidade segundo critérios de inclusão e exclusão. O Distrito Federal não dispõe de dados oficiais com relação às matrículas em licenciaturas da área de ciências da natureza, entretanto, em levantamento feito através de editais de seleção passados, na rede pública, a oferta é de 120 vagas semestrais apenas pelo IFB, enquanto pela Universidade de Brasília a oferta é de 102 vagas semestrais.

Os participantes foram voluntários, selecionados por chamada pública divulgada pela internet e redes sociais, bem como por meio de e-mails aos coordenadores de cursos na área de Ciências e cartazes afixados nos *campi* do IFB – Gama, Planaltina e Gama e UnB – Darcy Ribeiro.

Os critérios de inclusão para compor o público-alvo do curso foram estar cursando licenciatura em Biologia, Física ou Química em Instituição de Ensino Superior do Distrito Federal ou entorno, e ter, no período previsto para a matrícula, idade mínima de dezoito anos.

Por meio de uma chamada pública, foram ofertadas trinta e seis vagas para a formação a distância intitulada “Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade”.

O Plano de Curso aprovado pela Pró-reitoria de Extensão do IFB se encontra no Apêndice B. Vinte e sete vagas foram preenchidas. Desse total, quinze estudantes eram licenciandos em Biologia, seis em Física e outros seis em Química. As instituições de origem foram: quinze estudantes do próprio IFB, nove da UnB e três do IFG. Os participantes da pesquisa estavam distribuídos de forma equilibrada, quanto ao número de créditos a cursar para a conclusão do curso de licenciatura. Apenas dois deles alegaram acessar a internet no trabalho, tendo o restante declarado possuir acesso à internet em sua residência. Quatorze deles afirmou não possuir experiência anterior com cursos a distância.

Em atendimento às garantias éticas e legais, os participantes assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que garante sigilo e confidencialidade da identidade dos envolvidos, liberdade para decidir a qualquer tempo pela saída da pesquisa e informa detalhadamente as condições

da pesquisa. Nele, o participante optou por permitir ou não o uso das atividades pedagógicas produzidas no âmbito da ADF em sua integralidade ou em parte, sendo garantido seu anonimato.

O curso foi ofertado entre 24 de setembro de 2018 e 09 de novembro do mesmo ano. O Plano de Ensino constitui o Apêndice C desta dissertação. Dos vinte e sete escritos, apenas oito concluíram o curso com aproveitamento.

3.3.1 A modalidade EaD

Segundo o Censo EaD 2017 da Associação Brasileira de Educação a Distância – ABED³⁷, as matrículas em cursos EaD no Brasil já ultrapassam os sete milhões, o que vem a confirmar o lugar de destaque da modalidade no país. Para Belloni (2002, 2009), acrescido ao fato de que tais inovações educacionais são engendradas pelo aprofundamento do fenômeno social da incorporação das Tecnologias da Informação e Comunicação – TIC, nas sociedades industriais modernas, pode-se associar a ascensão da modalidade à característica eminentemente inclusiva que facilita o acesso ao ensino.

O contexto geográfico brasileiro, de um país com território de dimensões continentais e de baixos indicadores sociais, beneficia a capacitação e “disseminação massiva de conhecimentos, com uso intensivo das tecnologias de informação e comunicação para promoção de interações com vistas à aprendizagem” (OLIVEIRA; OESTERREICH; ALMEIDA, 2018, p. 3).

No bojo da ampliação da oferta de educação EaD, estão contradições inerentes à própria história da educação no país. Calcada na dualidade entre teorias educativas tecnocráticas e equívocos do setor público, sobra o avanço das investidas privadas em um mercado florescente, flexível e lucrativo, mais uma vez amparado pelo panorama capitalista mundial (BELLONI, 2003).

Outra característica central da modalidade é a autonomia do estudante. Se, por um lado, representa um processo de aprendizagem autônoma, na qual o educando não se reduz à condição de objeto ou produto, tornando-se sujeito

³⁷ Censo EAD.BR: relatório analítico da aprendizagem a distância no Brasil 2017 da ABED – Associação Brasileira de Educação a Distância; [traduzido por Maria Thereza Moss de Abreu]. Curitiba: InterSaberes, 2018. Disponível em: http://abed.org.br/arquivos/CENSO_EAD_BR_2018_impreso.pdf.

ativo da própria aprendizagem, por outro, requer autodireção, autodeterminação, motivação e autoconfiança (BELLONI, 1999).

Fatores críticos da modalidade podem ser sintetizados na ênfase nos processos de ensino e não nos processos de aprendizagem, uma vez que “não há tradição nem condições de autoestudo, [...] a recepção [...] dos materiais é tecnicamente ruim e a motivação para a aprendizagem é muitas vezes inexistente” (BELLONI, 2003, p. 136). Em outras palavras,

[...] a questão fundamental não está tanto na modalidade do ensino oferecido – se em presença ou a distância, a convergência dos dois paradigmas sendo a tendência mais evidente – mas sobretudo na capacidade de os sistemas ensinantes inovarem quanto aos conteúdos e às metodologias de ensino, de inventarem novas soluções para os problemas antigos e também para aqueles problemas novíssimos gerados pelo avanço técnico nos processos de informação e comunicação, especialmente aqueles relacionados com as novas formas de aprender (Perriault, 1996; Carmo, 1998) (BELLONI, 2003, p. 139).

A evasão é um problema importante no que diz respeito à EaD. Corroboram esta assertiva os dados entregues pelo Anuário Estatístico de Educação Aberta e a Distância – Abraed de 2008, segundo o qual a taxa de evasão média de um curso em EAD no Brasil era de 26,3%, sendo que, desses, 85% representam evasões ocorridas no início do curso. Pesquisas (BIAZUS, 2004; COELHO, 2002; MOORE; KEARSLEY, 2007; PACHECO 2007 apud BITTENCOURT; MERCADO, 2014) informam sua recorrência em todas as instituições educacionais e em todos os níveis de ensino, atribuindo-a a diversos fatores:

[...] insatisfação com o tutor; dificuldade de acesso à complexidade das atividades; dificuldade de assimilação da cultura inerente à falha na elaboração do curso; expectativas erradas por parte dos alunos; tecnologia inadequada, falta de habilidade para usar a tecnologia corretamente e tempo de realizar os estudos.

Tendo feito estas considerações, a razão pela qual se optou pela modalidade EaD para a oferta de nossa ADF foi a constituição do próprio IFB: por ser formado por dez *campi* distantes uns dos outros, e por ofertar de forma pulverizada os cursos alvo da capacitação, foi a saída encontrada para viabilizar a participação de estudantes de todas as áreas contempladas pela pesquisa,

inclusive de estudantes de outras instituições, como preconiza a perspectiva das ações de extensão na qual a ADF se encaixava.

Como supracitado, nosso curso se encerrou com apenas oito concluintes. A complexidade em pesquisar as razões da evasão após sua ocorrência nos fez aplicar preliminarmente um questionário que mapeava possíveis hipóteses, caso fosse este fosse o cenário final do curso. Tal levantamento nos permite especular que a alta evasão encontrada nos resultados de nosso curso se deve a dois fatores principais: falta de familiaridade com o ambiente virtual – relacionado à alta incidência de pessoas sem experiências anteriores com EaD, e também ao contexto geral de final de semestre letivo, período em que se concentram muitas atividades acadêmicas que podem favorecer uma desorganização espaço-temporal para o estudante.

3.4 O componente metodológico avaliativo

Neste trabalho optamos por fazer uso, enquanto metodologia de análise de dados, da Análise Textual Discursiva – ATD, uma análise textual de orientação hermenêutico-fenomenológica, que se situa entre a Análise de Discurso e Análise de Conteúdo. A ATD é

um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva de três componentes: a desconstrução dos textos do “corpus”, a unitarização; o estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar o emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 12).

Esta filiação hermenêutica de ascendência gadameriana, conforme investigado por Sousa e Galiazzi (2016, 2017a, 2017b, 2017c, 2018), pavimenta alguns *insights* importantes relativos à natureza filosófica de tal metodologia. Gadamer (2008) define hermenêutica como processo da compreensão e da maneira correta de interpretar o que se entende, em face de que se torna o seu objeto de estudo a compreensão do fenômeno por meio do qual se dá uma intersecção entre o horizonte do texto e o horizonte daquele que o interpreta. Para ele, a compreensão não é um problema de método, uma vez que:

não se interessa por um método de compreensão que permita submeter os textos, como qualquer outro objeto da experiência, ao conhecimento científico. Tampouco se interessa primeiramente em construir um conhecimento seguro, que satisfaça aos ideais metodológicos da ciência, embora aqui se trate de conhecimento e verdade. [...] O fenômeno da compreensão impregna não somente todas as referências humanas ao mundo, mas apresenta uma validade própria também no terreno da ciência. (GADAMER, 2008, p. 28).

Ou seja, seguindo a fenomenologia, a hermenêutica propõe rastrear a experiência da verdade, sem se curvar à pretensão de universalidade da metodologia científica. Esta pretensão se encontra em consonância com a fenomenologia na medida em que esta alvitra uma nova leitura sobre o problema fundante da epistemologia, ou seja, sujeito-objeto passam a manter uma relação de influência mútua e deixam de se apresentar como polos isolados do mesmo paradigma. A objetividade do mundo factual é secundarizada frente à necessidade de compreender o modo como o conhecimento do mundo se dá para cada pessoa.

Esta aspiração nos dá uma referência importante de como a ADT irá endereçar questões sobre a construção da validade de seus produtos: a validade é encarada como construída ao longo do processo, pelo rigor e ancoragem dos argumentos na realidade empírica em relação com os objetivos da pesquisa, em diálogo constante com a teoria, de forma a suplantar a descrição estática, buscando conferir dinamicidade a esta descrição. Dessa forma, consideramos que a principal vantagem da ADT reside na possibilidade de superar o reducionismo epistêmico determinado pelo esquematismo sujeito-objeto, característica marcante das Ciências Naturais (BERTICELLI, 2006).

A ADT, na contramão de um processo linear e continuado, se assemelha a uma espiral, pois há uma retomada dos mesmos elementos em um processo de refinamento e reflexão constante sobre o processo e resultados parciais que sintetizam o aperfeiçoamento e esclarecimento do produto da análise bem como de seu próprio processo (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Os aspectos procedimentais da ATD orientam a desmontagem dos textos, seguido pelo estabelecimento de relações a fim de captar o novo emergente. É a unitarização, que representa o desmembramento do texto para transformá-lo em unidades elementares, recortes e fragmentos de textos reunidos a partir de

diferentes focos linguísticos. Neste processo se revelam as unidades de análise, explicitadas no Apêndice D da presente dissertação.

Esta etapa envolve um processo desconstrutivo e recursivo de mergulho nos sentidos atribuídos ao *corpus*, originando as unidades de significado. O *corpus* é constituído por constructos linguísticos, não tendo, por isso, limites precisos.

O momento de imersão no fenómeno estudado transforma, gradativamente, as informações em constituintes elementares, componentes de base relativos ao processo investigativo (MORAES; GALIAZZI, 2011). Vale lembrar que leitura e interpretação de significantes não são um caminho único e que, no contexto da ADT, produzem-se diversos significados em sintonia com os aspectos que se deseja ressaltar do fenómeno estudado.

Cumprir dizer que “não há leitura neutra e objetiva. Por isso é preciso que o pesquisador defina de que perspectiva faz suas interpretações e leituras” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 54), no sentido de que toda leitura constitui uma interpretação, na qual a comunicação tem carácter vicário, representativo e requer do pesquisador um afastamento para que o fenómeno possa se revelar por si. A atitude fenomenológica constitui-se enquanto um refrear das teorias do próprio pesquisador, uma vez que estacionar nestas retira o sentido da pesquisa científica. Tal atitude exige uma tomada de consciência do pesquisador acerca dos pressupostos teóricos que orientam seu processo de análise, devendo este explicitar o tipo de leitura que realiza em seu exercício de unitarização.

Em seguida, ocorre a organização de unidades em categorias iniciais elaboradas por aproximação, das quais se sintetizam categorias intermediárias, que, no movimento de imersão do pesquisador, resultam nas categorias finais construídas no processo de compreensão do fenómeno:

[...] categorias podem ser concebidas como aspectos ou dimensões importantes de um fenómeno que o pesquisador decide destacar quando trabalha com esse fenómeno. São opções e construções do pesquisador, valorizando determinados aspectos e detrimento de outros (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 117).

A categorização, portanto, apresenta-se “como processo de aprendizagem e comunicação de novos entendimentos em um movimento de síntese e construção de sistemas de categorias com as novas aprendizagens e

compreensões que originam um metatexto” (SOUSA; GALIAZZI, 2018, p. 800), e categorizar é reunir por semelhança. Tal processo pode ocorrer de forma apriorística ou não, e ainda de forma mista, revelando pressupostos epistemológicos e paradigmáticos.

Em todo esse processo, é vital que não se perca de vista o contexto, uma vez que este orienta a exploração de sentidos e evita a dispersão em sentidos mais distantes, preservando assim tanto a relação de objetividade da pesquisa qualitativa quanto os marcos interpretativos para as unidades de análise. Moraes e Galiazzi (2011) definem contextualização com sendo

[...] inserir-se no discurso a que as informações se referem é garantir que as unidades produzidas tenham relação com os gêneros discursivos nos quais foram produzidas, que se mostrem pertinentes ao discurso social no qual se inserem (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 56).

O produto final da aplicação da ADT é um metatexto que traz à tona as ideias emergentes das análises e os argumentos elaborados pelo pesquisador no processo investigativo, de forma a comunicar compreensões atingidas (MORAES; GALIAZZI, 2011).

O resultado desta metodologia representa as interpretações pessoais do pesquisador, abalizando fidedignamente as informações obtidas através dos sujeitos das pesquisas, conferindo validade a elas através da ancoragem empírica das conclusões alcançadas. O metatexto é o resultado dos processos de descrição e interpretação e comunica as compreensões novas atingidas nas pesquisas. Descrição e interpretação se distinguem à medida que representam gradativamente um descolamento da realidade empírica rumo aos fundamentos teóricos assumidos pelo autor (MORAES; GALIAZZI, 2011).

FIGURA 6 – Fluxo de Etapas da Análise Textual Discursiva

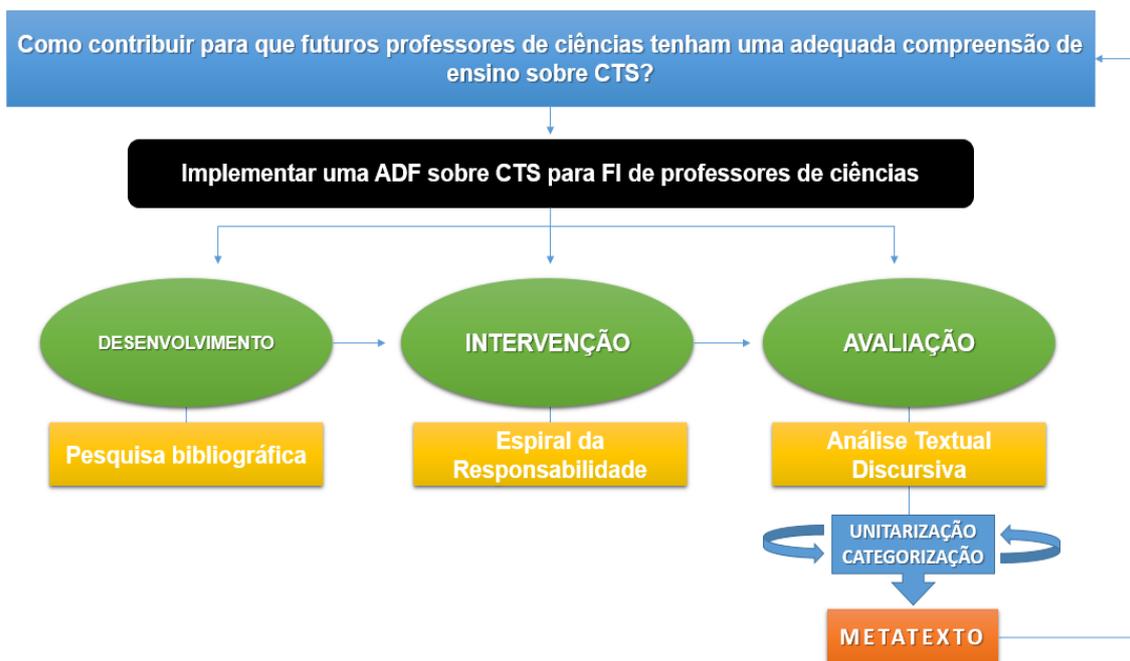
Fonte: Elaboração da autora.

A análise se organizará por módulo do curso, observando as categorias que lhes serão transversais. O processo de unitarização foi realizado por indução, quer dizer, foram feitos recortes sem categorias *a priori*. Tal opção pode revelar-se dúbia, já que as atividades propostas na ADF orientavam determinados temas e discussões, porém, insistimos na indutividade do processo, uma vez que não houve uma preocupação inicial com o estabelecimento de categorias *a priori*. A sequência organizada de passos para a construção do sistema de categorias pode ser acompanhada no Apêndice E, que apresenta a integralidade das categorias iniciais, intermediárias e finais construídas no emprego da ATD.

As categorias são descritas de forma intercalada à apresentação de trechos do *corpus* de análise, processos fundamentados na descrição e interpretação com base nos fundamentos teóricos apresentados até então.

O *corpus*, portanto, é composto pelas interações registradas nos Fóruns de Discussão, Atividades Autoinstrutivas e Planos de Aula, que serão analisados mediante emprego da ATD. Abaixo, na Figura 6, apresentamos uma síntese da articulação entre metodologia, problema e objetivo geral da pesquisa:

FIGURA 7 – Esquema de articulação entre problema, objetivo e metodologia da pesquisa



Fonte: Elaboração da autora.

Para a consecução de nosso objetivo geral como resposta ao problema da pesquisa, propomos a implementação de uma ADF que é desenvolvida a partir da síntese dos princípios teórico-metodológicos dos ECTS, obtida por pesquisa bibliográfica. Em seguida, a implementação da intervenção se dá a partir de diálogos com a Espiral da Responsabilidade. Os resultados serão avaliados mediante emprego da Análise Textual Discursiva, que, como descrito acima, constitui-se em movimento perene entre a unitarização e categorização, da qual é fruto um metatexto através do qual se pretende apurar como a ADF contribuiu para o problema de pesquisa.

Neste capítulo, iniciamos introduzindo a caracterização da pesquisa, e em seguida apresentamos, conforme a metodologia dual de uma pesquisa do tipo intervenção pedagógica, os componentes metodológicos da intervenção e a estruturação da ADF proposta, bem como seu contexto de aplicação para então descrever a metodologia de análise de dados. No próximo capítulo, nos dedicaremos a abordar a análise dos dados obtidos através da ADF.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, descreveremos o procedimento de análise de dados, que foi feito através do emprego da ATD (MORAES; GALIAZZI, 2011). O *corpus* de análise foi extraído das atividades e interações via Plataforma Moodle e consistiu do material proveniente dos módulos dois, três, quatro e cinco (M2, M3, M4 e M5) e é relativo aos Fóruns de Discussão (FD), Atividades Autoinstrutivas (AA) e Planos de Aula (PA) produzidos no Laboratório de Avaliação.

Para proceder à unitarização conforme Moraes e Galiazzi (2011), foi necessário recortar e fragmentar, através de elementos discriminantes de sentido por critérios prioritariamente semânticos e temáticos, e secundariamente sintáticos e lexicais³⁸. Assim foram obtidas as unidades de análise.

A unitarização e categorização levaram em consideração o discurso como sendo maior que manifestações individuais. Para tanto, compreendemos que era mais importante manter a integração das manifestações de diferentes enunciados que o todo de uma voz. Tal entendimento privilegiou, portanto, a compreensão da complexidade de relações que se constroem entre os enunciados na constituição do discurso (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Os processos metodológicos foram orientados em proveito da compreensão em profundidade do ideário dos professores em formação acerca de CTS, das reflexões feitas a partir dos subsídios teóricos oferecidos pela ADF e das produções didático-pedagógicas – representados pelos Planos de Aula.

As unidades de análise – disponibilizadas em sua integralidade no Apêndice D – foram destacadas em função da pertinência dos aspectos por elas levantados, considerando os objetivos da pesquisa e da ADF, o que garantiu a preservação das relações discursivas.

O sistema de códigos empregados respeitou a lógica cronológica das contribuições em respeito ao desenvolvimento das discussões, sobretudo nos espaços dialógicos, representados pelos Fóruns de Discussão. Desta forma, foram atribuídos números às unidades de significado, ao que posteriormente se

³⁸ Critérios semânticos dizem respeito ao campo do significado de palavras e frases, se orientando, portanto, para temas e significados construídos pelo texto. Critérios sintáticos se referem à ordem e disposição de palavras nas frases de um ponto de vista gramatical e da lógica dos elementos discursivos. Critérios léxicos se voltam para o vocábulo, ou seja, a palavra.

agregaram as siglas referentes ao seu contexto discursivo: a estratégia pedagógica e o módulo. Desta forma, o primeiro recorte do Fórum de Discussão do Módulo 2, por exemplo, assumiu o código [FDM2 1] e assim por diante.

Procurou-se, portanto, respeitar a dinâmica dialógica dos FD, ou seja, o destaque privilegiava a convergência de ideias e a integração das manifestações de diferentes sujeitos, considerando os movimentos discursivos naturais do processo de trocas e reconstruções constantes na interação entre os cursistas.

A organização do metatexto se deu em torno da explicitação das categorias emergentes no discurso dos cursistas, e buscou articular a descrição e interpretação dos dados colhidos em um fluxo de teorização dos fenômenos observados (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Ao todo foram quatro categorias finais, tendo sido obtidas por um processo indutivo: Ciência e Tecnologia, Educação Científica, Participação Social e Política de Ciência e Tecnologia. Duas delas foram apresentadas de forma seccionada para introduzir categorias intermediárias, em proveito da organização das compreensões emergentes sobre o fenômeno estudado. Todas são apresentadas e discutidas a seguir.

4.1 Ciência e Tecnologia

Esta categoria surgiu de forma transversal em todos os módulos e resultou das categorias intermediárias: (a) Racionalidade Tecnocientífica; (b) Desenvolvimento Tecnocientífico e (c) Decisões Políticas.

O critério lexical revelou ser empobrecedora a escolha por separar Ciência e Tecnologia em duas categorias finais, enquanto, segundo um critério temático, por compartilharem muitas categorias iniciais, seria contraproducente proceder à distinção.

Semanticamente ainda, o discurso oscilava entre separar e relacionar ciência de tecnologia, não tendo sido possível verificar um movimento discursivo homogêneo entre as manifestações individuais que nos desautorizasse integrá-las sob a mesma categoria, considerando os aspectos emergentes nas categorias iniciais. Tal decisão metodológica se sustentou pelo nosso objetivo de compreender a relação entre esses elementos de forma mais integral possível e também pelo esforço de síntese a que a categorização alude perante a ATD.

4.1.1 Racionalidade Tecnocientífica

As percepções emergentes acerca do que fazem os cientistas, como desenvolvem suas conclusões, métodos e verdades, a dinâmica da ciência e da atividade tecnocientífica enquanto processo, sua natureza e construção, o papel do método científico, as perspectivas frente às controvérsias científicas, bem como a definição de tecnociência se agruparam³⁹ sob esta categoria intermediária. Seu fator distintivo foi, portanto, a fundamentação teórica dos passos que segue a ciência – seu método, e não as tarefas que busca executar.

A própria literatura a este respeito não atingiu consensos, divergindo em função do tempo histórico e contexto social, variáveis que faziam emergir posições, em muitos momentos, antagônicas sobre o que é ciência para se referir à sua atividade e modo de produção.

Em geral, esta questão é complexa, uma vez que a ciência é um fenômeno social e humano que se desenvolve a partir de processos históricos e epistemológicos complexos. Como sinaliza Strieder (2012), é possível organizar a discussão teórica sobre este aspecto em duas visões: a externalista, para a qual importa debater as influências sociais e a construção social da ciência; e a internalista, voltada para os aspectos conceituais e de natureza epistemológica envolvidos na atividade científica.

Neste sentido, se historicamente as relações entre CT variaram, é verdade que o desdobramento da modernidade desloca a ciência de um corpo de conhecimento teórico-contemplativo para se tornar ativa subsidiária da técnica, contexto no qual ciência e tecnologia assumem uma relação diferente, historicamente determinada e a depender do objetivo da análise em foco⁴⁰ (MITCHAM, 1989).

³⁹ No agrupamento das unidades de significado, o critério semântico sobressai, tendo em vista que frequentemente o emprego de “ciência” ou “tecnologia” se referia à atividade, caracterizado por uma explicação de seus mecanismos em oposição a uma definição lexical.

⁴⁰ Em geral, neste trabalho, adotamos aprioristicamente a visão apresentada no Capítulo 1, segundo a qual CT convergem para a tecnociência, uma vez que a proximidade e interdependência de seus processos torna largamente arbitrária qualquer tentativa de as distinguir (LACEY, 2008), sendo atualmente composta por uma rede que transcende os elementos de cada uma delas, ou seja, os produtos da atividade científica – teorias – já não se separam dos instrumentos de sua elaboração (CALLON; LATOUR, 1981). A adoção deste posicionamento, entretanto, não interferiu no processo indutivo que deu origem às categorias propostas, uma vez que o discurso manifesto foi no sentido de distinguir CT, aspecto que é avaliado de forma diluída ao longo da presente categoria.

Seguindo esta orientação, no que tange à tentativa de definir ciência como a concebemos hoje, sua construção conceitual dá a partir da Idade Moderna (JAPIASSU, 2005), na qual ela se liga à tecnologia de forma definitiva. Neste percurso, abordados no Capítulo 1, distinguimos os trabalhos de Bacon, do Círculo de Viena e do Positivismo Lógico e de Thomas Kuhn.

Considerando que esta definição acerca da atividade científica é complexificada pela permeabilidade que guarda com a questão tecnológica, sobretudo na perspectiva CTS, se por um lado é possível delinear tantas semelhanças entre Ciência e Tecnologia, não devemos ignorar suas diferenças e interdependência.

Sendo assim, apesar de tópicos pulverizados em todos os módulos, a Atividade Autoinstrutiva do Módulo 2 (AAM2) foi a que melhor subsidiou a articulação desta categoria, uma vez que versava sobre a natureza do conhecimento científico, relativo a um espectro de perspectivas teóricas sobre a ciência. A fim de compreender melhor as percepções individuais dos cursistas sobre este tema, foi utilizada como ponto de partida uma atividade⁴¹ em que eram solicitados a ler pequenos excertos com visões sobre a natureza do conhecimento científico, a partir dos quais deviam fazer uma pequena produção textual própria, e comentar sobre variações em suas percepções sobre o assunto após a realização das atividades da ADF para aquele módulo.

O discurso manifesto, sobretudo no contexto da AAM2, cuja temática era *A Natureza do conhecimento científico*, revelou primariamente a complexidade de oferecer uma definição lexical para a ciência, reiteradamente ignorada e relegada a um plano pragmático e ateórico, como o corpo discursivo afirma em:

[AAM2 2] definir ciência é uma tarefa muito difícil, na prática sabemos identificá-la, porém, defini-la já é uma tarefa mais complexa.

Quer dizer, as práticas científicas e a atividade científica fazem parte do cotidiano dos cursistas, muito embora esteja ausente de forma clara a abstração sobre *o que é que fazem quando fazem ciência*. Esta falta de reflexão crítica é objeto de atenção de Schatzmann quando afirma:

⁴¹ Cf. BORGES, R.M.R. Em debate: científicidade e educação em ciência. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007, p. 14.

A existência de uma crise de consciência entre os cientistas resulta de conflito entre o conteúdo da ciência e a situação social da ciência. A pesquisa fundamental, em sua motivação, ignora os interesses da produção e as necessidades do poder político. Sua única meta é a descoberta das leis da natureza. [...]. **Esta alienação é sentida violentamente pelos jovens pesquisadores, no campo das ciências da natureza, onde, entretanto, a noção de realidade objetiva não pode ser questionada** (SCHATZMANN, 1994 apud AULER, 2002, p. 81, grifo nosso).

Também essa é a crítica de Horkheimer (2002), filósofo da Escola de Frankfurt à qual nos referimos no Capítulo 1. Para ele, *a ciência* é capaz de fundamentar seus passos, mas não o é quanto a compreender a si própria e a orientação de seu trabalho. Esta constatação sobre a concepção subjacente de ciência culminou em construções discursivas oscilantes, que, em um primeiro momento, compreenderam a atividade científica como dotada de um algoritmo rígido que legitimasse a ciência enquanto possuidora de racionalidade autônoma e alheia a condicionantes sociais, políticos ou psicológicos:

[AAM2 3] Bom, ciência advém da construção de uma dúvida, seguido de uma solução, que é a pesquisa, onde [*sic*] pode ser realizada pelo método dedutivo, por exemplo.

O discurso manifesto em [AAM2 3] remete à concepção herdada da ciência, para a qual o método empirista-indutivista leva de forma segura da observação às teorias, produzindo um conhecimento fundado em evidências observacionais, em outras palavras: a observação antecede a teoria. Trata-se de um espectro de visões sobre a ciência de ascendência baconiana e representadas no século XX pelo positivismo lógico.

Indiretamente, foi possível perscrutar as concepções sobre a atividade científica e o conceito de ciência quando analisadas as interações entre Ciência e Tecnologia, momento em que surgem manifestações que associam ciência a algo mais amplo, que encontra aplicação via tecnologia:

[FDM4 9] [...] a ciência engloba o meio ambiente e tudo que está relacionado a ele, e com o adicional da tecnologia, podemos fazer melhoras nesse meio e torná-lo cada vez mais agradável e de forma ecológica.

São esparsas as construções discursivas que permitiram inferências diretas sobre formas de definir CT e suas imbricações, tarefa para a qual apenas uma categoria, mesmo que intermediária, seria insuficiente. Tampouco foi nosso objetivo oferecer uma demarcação precisa entre CT na ADF ou ao longo de nossa reconstrução bibliográfica. A compreensão mais aprofundada acerca da emergência deste tema se complementarà à medida que as demais categorias forem exploradas, considerando as relações discursivas latentes quando da emergência de outros temas. Este aspecto fica claro em [FDM4 13]:

[FDM4 13] [...] a ciência não depende da tecnologia, as duas trabalham juntas. Acho que a tecnologia se enquadraria mais como um turbo para a ciência, não como a gasolina.

Contrariando um cientismo de fundo (AZANHA, 1992 apud AULER, 2002), segundo o qual há uma relação simplista e unívoca de causa e efeito entre ciência e tecnologia, faz-se notar sua problematização⁴², o que indica a superação da perspectiva positivista clássica para a qual a ciência é isolável, obtida empiricamente e estéril frente aos contributos tecnológicos e sociais. Nesta perspectiva, radicada na concepção herdada da ciência (GARCÍA et al., 2003), a formação de leis e enunciados científicos é proveniente do processo indutivo de observação empírica, o que consiste no critério de demarcação entre a ciência e a não ciência.

A orientação discursiva de [FDM4 13], que, a despeito de encontrar dificuldades para definir ciência, ainda parece apelar para a concepção herdada de ciência, encontra eco no encaminhamento sugerido para dirimir controvérsias científicas⁴³, expresso reiteradamente pelo entendimento de que

⁴² Tal aspecto da relação entre a tecnologia e a ciência inclusive subsidiou uma abordagem pedagógica, emergente em um Plano de Aula do M5: “[PA 1] [Objetivos Específicos] Compreender a importância da evolução da tecnologia para a descoberta da célula”.

⁴³ Como exemplos de controvérsias, a consigna do FD M2 trouxe dados do Dossiê da ABRASCO segundo os quais “Uma série de questões que nós não compreendemos corretamente nos obriga a fazer novos questionamentos relacionados com os agrotóxicos, e a mostrar como são frágeis as bases científicas que dão sustentação ao seu uso para fins agrícolas ou de saúde pública: a) Como se dão as reações com todas as proteínas que interagem no organismo, como um sistema integrado?; b) Como a inibição da enzima acetilcolinesterase pode prever outros efeitos não avaliados nos expostos?; c) Está perfeitamente adequada a dosimetria utilizada aos fenômenos do metabolismo e da toxicocinética?; d) As diferenças de suscetibilidade (idade e genética) estão consideradas na avaliação dos efeitos dos agrotóxicos?; e) Estão incluídas todas as fontes de exposição (consumo de alimentos, de

[FDM2 12] [controvérsias científicas] podem ser resolvidas com resultados de pesquisas concretas e de metodologias que sejam informadas.

[FDM2 23] As controvérsias científicas devem ser resolvidas a partir de dados sólidos e precisos, o que dá muito trabalho, mas é o único meio para cessar com esse conflito.

Controvérsias científicas, corroborando o modelo de racionalidade tecnocientífica expresso anteriormente, se dão, segundo nos permite inferir o discurso manifesto, a partir do mau funcionamento do *algoritmo* que rege a atividade científica, e deve ser fruto de conciliação com base em mais pesquisas e difusão científica.

Poderia afirmar-se que esta percepção emergente no discurso contraria a noção de que as controvérsias científicas são a materialização da incomensurabilidade de paradigmas, conforme Kuhn (AULER, 2002). Não concordamos com esta ilação, já que a noção de incomensurabilidade se dá numa dimensão interteórica, enquanto controvérsias são, em nosso entendimento, muito mais derivadas de um aspecto de apropriação e decisões políticas quanto ao que ocorre fora dos laboratórios que um aspecto cognitivo ou ontológico.

Neste segundo sentido, é possível que a noção de controvérsia, haja vista o subsídio oferecido pela ADF, tenha se confundido com o próprio AS. Por outro lado, o mesmo discurso sobre a atividade científica, quando confrontado com a historicidade da ciência, afirma de forma conscienciosa que

[AAM2 8] entendi [...] que a Ciência é um estudo que tem um começo (questionamento/hipóteses), meio (teste da hipótese e assimilações) e fim (conclusão/ comprovação da hipótese), que é o que constitui parte do método científico. Entretanto, vejo a Ciência como um método similar, onde tem um "fim parcial", pois chegamos a uma conclusão prévia sobre algo, uma conclusão que atenda à nossa sede de conhecimento naquele momento, mas não para sempre, pois, se fosse para sempre, não haveria porque continuar pesquisando.

água, por exemplo) no balanço da exposição?; f) A exposição múltipla e todos os agentes que atuam simultaneamente, potencializando a toxicidade, são considerados?". Entende-se que, por serem temáticas bastante técnicas, os cursistas podem ter sido induzidos a compreender que *todas* as controvérsias científicas estão intimamente ligadas a questões cognitivo-epistêmicas e não aos fatores políticos da tomada de decisão sobre a relevância de determinada inovação/aparato tecnológico.

O discurso manifesto revela em [AAM2 8], acerca do desenvolvimento das ciências, um entendimento segundo o qual há descontinuidades e rupturas, o que o aproxima de uma concepção racionalista afeita a um processo dialético que busca conciliar os aspectos racionalistas e empiristas com relação à construção do conhecimento científico. O método científico, portanto, deflagra um processo de construção mais complexo que envolve fatores sociais e históricos além dos epistêmicos, pois

[FDM2 28] a ciência não é construída individualmente, mas sim em coletivo e cooperação.

[AAM2 9] o conhecimento científico carrega consigo uma carga de conhecimentos culturais, sociais e pessoais.

Esta visão social da construção da ciência encontra fundamentos nos trabalhos de ascendência europeia, sobretudo o Programa Forte da Sociologia do Conhecimento, o Programa Empírico de Sociologia do Conhecimento, e a própria Construção Social da Tecnologia – SCOT:

A construção social da ciência compõe, portanto, a noção de que os resultados da ciência (por exemplo, uma classificação taxonômica) ou os produtos da tecnologia (por exemplo, a eficiência de um artefato) foram socialmente construídos; quer dizer, que tais resultados ou produtos são o ponto de chegada de processos contingentes (não inevitáveis) nos quais a interação social tem um peso decisivo. **Há diversos tipos de construtivismo social, conforme se fale, por exemplo, de um ou outro tipo de objeto construído (fatos, propriedades, categorias...) e se aceite ou não a concorrência de fatores epistêmicos** (GARCÍA et al., 2003, p. 158, grifo nosso).

A aparentemente contraditória conciliação discursiva entre a construção social da ciência e a importância do método científico demonstra o entendimento de que admitir a construção social da ciência não implica que ela deixe de ser um corpo de conhecimentos com princípios, leis e teorias, que buscam explicar o mundo que nos rodeia. A construção social da ciência, nesta perspectiva, se dá em benefício da representação de sua dinâmica, resultando numa interpretação mais plausível de seus resultados e processos.

Ainda na tentativa de reconstruir a integralidade do discurso sobre a concepção da atividade científica, emergem leituras sofisticadas a respeito da

epistemologia do conhecimento científico no que diz respeito aos pressupostos da ciência quando afirma que:

[AAM2 10] Antes mesmo da observação há a teoria, uma vez que não é possível observar tudo de maneira imparcial. Nossa mente "recorta" nosso olhar para aquilo que, previamente, nos interessa, seja por construções sociais, pessoais ou culturais, antes mencionadas. [...] a atitude de burlar as regras do método científico é quase que uma "necessidade" para seu progresso.

As observações são influenciadas por teorias prévias, acusando uma recusa do senso comum e conhecimentos prévios em direção ao senso crítico. Tais rupturas, às quais faz menção indireta o fragmento [AAM2 8], surgem discursivamente como motrizes da ciência. Esta perspectiva é propalada sobretudo por Gaston Bachelard, e influencia trabalhos posteriores de Thomas Kuhn.

O discurso manifesta o entendimento de que uma teoria leva à outra, notando "a carga teórica da observação", ou seja: percebe que as teorias científicas frequentemente funcionam de forma cumulativa, de modo que uma teoria fora da cadeia, que introduza novos conceitos e elementos, tende a ser rejeitada.

Também é sensível ao fato de que, ao observar, já privilegiamos alguns aspectos entre as inúmeras informações empiricamente recebidas, uma vez que o olhar humano é intencional, é dirigido por uma intenção, tendendo a privilegiar determinados aspectos em detrimento de outros:

Se a observação é imprescindível à ciência, ao observarmos um fenômeno não o fazemos sem usar um plano de fundo teórico: o que se vê depende tanto das impressões sensíveis – objetivas, quanto do conhecimento prévio, das expectativas, dos pré-juízos e do estado interno geral do observador! Em outras palavras, os fatos nunca constituem o dado primeiro, mas sim, resultam de nossa observação interpretativa: a observação está sempre impregnada de teoria (KNELLER, 1980, p. 80).

Tal movimento nos permite inferir que o discurso em voga oferece uma concepção híbrida da atividade científica, que recusa uma forma mais radical de construtivismo, a exemplo de um que permita questionar a realidade objetiva, e se ancora em características procedimentais e metodológicas das ciências – de

modo a preservar seus conteúdos cognitivos, frutos de critérios epistêmicos, muito embora ainda reconheça fatores sócio-históricos intervenientes em seu funcionamento e esteja atenta à carga teórica da observação, referida no Capítulo 1.

Mais que isso, o saldo da discussão relativo a esta categoria indica a adesão implícita a uma conciliação entre ciência e meio social, superando timidamente a separação entre uma concepção herdada de ciência e a concepção da construção social da ciência.

4.1.2 *Desenvolvimento Tecnocientífico*

Esta categoria intermediária se constituiu discursivamente a partir dos sentidos que compareceram com maior frequência quando cursistas se referiam ao direcionamento dado à atividade científica no que diz respeito aos valores a ela incorporados, ou ainda ao aparato tecnológico ou conhecimento científico dela resultante. Seu fator distintivo é a ênfase temática em fatores exógenos à CT que orientam seu desenvolvimento – quer dizer, não referentes à racionalidade que fundamenta a atividade científica, mas ainda no campo de significados atribuídos à sua prática e relativo, sobretudo, a seu *produto*⁴⁴.

A incidência desta categoria foi ampla, abarcando todos os FD e AA, com ênfase para o M2 e M3, cujo relevo residia justamente nos aspectos característicos da ciência, da orientação do desenvolvimento tecnocientífico e do impacto da tecnologia no cotidiano social.

A este respeito, vale resgatar as concepções sobre tecnologia. Dusek (2009) nos informa que, para a percepção de tecnologia como instrumental, visão mais comum, a tecnologia é vista como conceito concreto ou material a partir de ferramentas e máquinas. A diferença entre a ferramenta e a máquina é que a primeira depende da habilidade do usuário, enquanto a segunda não. Outra diferença é que a máquina não tem o ser humano como força motriz.

Já a percepção de tecnologia como regra vai além do plano material para se referir à manipulação ou orientação verbal ou interpessoal do comportamento

⁴⁴ Esta escolha se deveu em benefício da clareza da análise. De um ponto de vista sintético compreendemos ser no mínimo discutível separar a atividade científica enquanto um processo de fatores intervenientes em seu desenvolvimento, apropriação e decisões políticas a ela relativas.

de outro. Ou seja, tecnologia depende dos padrões de relação entre meios e fins. Um exemplo de tecnologia como regra está em uma organização de muitos indivíduos para realizar uma determinada atividade (DUSEK, 2009).

Por outro lado, o conceito de tecnologia como sistema engloba as duas definições anteriores. Sinteticamente, tecnologia seria o conjunto: instrumental acrescido das habilidades necessárias a seu uso, bem como a organização humana necessária à sua operação e manutenção (DUSEK, 2009).

As concepções que se revelam quando a busca por uma definição não é o objeto direto da manifestação discursiva alinham-se à concepção instrumental de tecnologia para a qual

[FDM3 2] [...] a tecnologia deve ser sempre utilizada para que nós possamos controlá-la, não o contrário.

[FDM3 5] [...] a tecnologia vem justamente para auxiliar-nos e ela pode sempre ser aprimorada.

A concepção instrumental vê a tecnologia como sendo produzida em busca de eficiência e dependente de controle externo *a posteriori* quanto a sua apropriação e uso, considerando as necessidades sociais (FEENBERG, 2003 apud DAGININO, 2011). A questão da *apropriação* do aparato tecnológico corrobora a visão instrumental, pois uma vez que seu desenvolvimento é orientado pelo critério de eficácia técnica, constituindo um produto neutro e universal, o que interessa é seu uso, que deve ser favorável a “nós”, como em [AAM3 13]:

[AAM3 13] a tecnologia deve ser utilizada a nosso favor.

A escolha lexical deste fragmento – expressa pelo emprego do verbo *utilizar* – revela uma percepção de neutralidade do aparato tecnológico e uma insuficiência em trazer a criticidade apresentada em discussões contextualizadas no campo conceitual mais abstrato.

Para Dagnino (2008), esta é uma questão acerca da perspectiva de desenvolvimento que orienta a CT. Aponta ainda a existência de quatro perspectivas possíveis. A primeira delas apresenta CT como motores do

desenvolvimento. A segunda apregoa a não neutralidade da CT. A terceira discute o movimento das tecnologias apropriadas e uma quarta seria representada pelo Pensamento Latino-Americano em CTS – PLACTS (DAGNINO, 2003).

Neste campo de significados, surgiram constructos discursivos que comunicam uma suposta CT atuante em prol de gerar benefícios sociais, apontando para o elo entre o sentido do avanço da tecnociência e os interesses e necessidades sociais, bem como quando declara que

[FDM4 12] a ciência depende da tecnologia, [...] que depende do interesse da sociedade por ambos e do cuidado humano com a preservação ambiental.

De forma latente, tal discurso situa-se no campo deontológico-normativo, já que, reconhecidamente, no desenvolvimento tecnocientífico:

[FDM2 37] [Sobressaem] critérios econômicos, porque realmente são extremamente relevantes [...]. Os agricultores perdem em rendimento, os empresários perdem dinheiro e nada disso é conveniente para o governo e para a indústria.

Ou seja, há uma orientação social do desenvolvimento científico-tecnológico, entretanto, os interesses que determinam a inclinação da investigação são os da classe dominante, detentora do capital. É o que afirmam também Neder e Moraes (2017, p. 21) com relação ao fomento à CT:

[...] tem sido dirigido para os estratos de renda alta e média que integram os circuitos de poder da economia do primeiro andar (que inclui apenas os circuitos das 500 maiores empresas transnacionais, estatais, privadas nacionais e outras em cadeias) (NEDER; MORAES, 2017, p. 21).

“A questão consiste em definir quem impõe estes limites [à pesquisa] e orientações e por quais critérios” (AULER, 2002, p. 79), sendo afetados ostensivamente pelo sistema econômico e produtivo. Entretanto, emerge uma concepção de tecnologia ainda restrita ao campo de seu aspecto técnico (PACEY, 1990), no qual é dada agência à tecnologia – ignorando o componente humano e as decisões políticas que antecedem o desenvolvimento

tecnocientífico, sendo as consequências deletérias de seu uso atreladas a um descompromisso da própria técnica/tecnologia com a solução destes problemas, apontando para uma noção de que possivelmente mais “tecnologia” seja capaz de promover a sustentabilidade e a proteção do meio ambiente:

[FDM4 6] Tecnologia foi definida como um conjunto de técnicas sobre um assunto. O que talvez se perceba, é a **falta de comprometimento dessas técnicas com os problemas que elas causam, o desenvolvimento de uma ferramenta visa basicamente o lucro e o menor custo de produção, o que provavelmente não condiz com a sustentabilidade do meio ambiente e as relações na sociedade adequadas.** Por exemplo, um produto usar um material barato, mas que tem grande impacto depois de descartado no ambiente, ou então, salários de escravo para aqueles que montam um objeto, imaginando situações como na China, em que não há regras trabalhistas bem definidas. (Grifo nosso)

Revela-se em [FDM4 6] uma percepção alinhada à definição de tecnologia como a aplicação de conhecimento científico ou de outro tipo a tarefas práticas por sistemas ordenados que envolvem pessoas e organizações, habilidades produtivas, coisas vivas e máquinas (DUSEK, 2009), compreensão que permite alargar o sentido do desenvolvimento tecnocientífico, compreendendo as relações entre seus antecedentes e consequentes. A totalidade da compreensão representada por [FDM4 6] indica que CT não são compreendidas como uma só, sendo que a primeira está potencialmente voltada a uma dimensão exterior à do laboratório, imbricada a processos sociais e sujeita a fatores complexos e menos controláveis que a atividade científica por si só.

Em [FDM4 6] percebe-se ainda o apagamento do sujeito na construção discursiva: *quem é que desliga a técnica do compromisso que ela supostamente deveria ter? Quais relações sociais de produção são responsáveis pela socialização de aspectos negativos da CT?*

A problematização destas questões resta pouco explorada na integralidade do discurso manifesto e se limita a uma ilação sugerida entre a primazia de fatores econômicos em detrimento de fatores socioambientais, que continua quando, ao buscar um recurso explicativo, afirma que

[AAM2 6] o capitalismo trouxe impacto naquilo que é pesquisado, ideias que talvez não tragam lucro, não são vistas como passíveis de tema principal⁴⁵.

A despeito da articulação com fatores externos intervenientes no desenvolvimento tecnocientífico – DT, [FDM4 6] se aproxima de um determinismo tecnológico por remeter à suposta autonomia da tecnologia, o que tem por corolário um imobilismo, ou seja, a impossibilidade ideológica para agir (AULER, 2002), enquanto [AAM2 6] reitera o impacto do modelo econômico no DT, sem, contudo, desvelar os mecanismos pelos quais ocorre tal influência.

Consolidam a adesão aos mitos salvacionista e determinista as assertivas

[FDM3 5] A tecnologia vem justamente para auxiliar-nos e ela pode sempre ser aprimorada.

[AAM3 8] a tecnologia melhora em alguns quesitos e passa por cima de outros.

[FDM3 6] Espero que os resultados sejam positivos quanto a essa nova aplicação [referente a um simulado a ser incorporado como requisito para obtenção de habilitação de motorista].

Quanto ao salvacionismo, as relações discursivas se aproximam do *tecno-otimismo*, ao passo que tomam a neutralidade do aparato tecnológico, seu caráter autônomo e seu critério interno de eficácia como aspectos que viabilizam uma ação benéfica frente a qualquer perturbação que ela mesma pode gerar. Nesta narrativa, a eficácia técnica se opõe à interferência externa, cujo postulado é a visão da tecnologia enquanto instrumento. Auler (2002, p. 103) oferece um juízo acurado sobre o tema:

[...] a contaminação industrial desmente a crença no salvacionismo da CT. Para ele, em boa parte dos casos, os produtos e dejetos industriais nocivos poderiam ser neutralizados com o uso de dispositivos técnicos apropriados. Porém, tal não ocorre. Tais dispositivos não são aplicados, por parte dos que causam a contaminação, sobretudo para economizar dinheiro, "deixando por conta da 'natureza' tal responsabilidade". Ou seja, não há um mecanismo interno que faça com que a CT resolva tais problemas. Há a necessidade de "vontade pública ou privada". Em outros termos, CT não têm autonomia

⁴⁵ A menção ao capitalismo é considerada na categoria Política de Ciência e Tecnologia.

suficiente para' a solução desses e de outros problemas, ainda que a sua contribuição se faça necessária (AULER, 2002, p. 109).

Porquanto [FDM3 5] parece remeter a problemas socioambientais causados pela tecnologia exclusivamente ao campo técnico, atribui-lhe uma capacidade de apresentar a solução técnica ideal. Tal expectativa para com a CT parece ignorar que problemas no contexto tecnocientífico possuem forte componente social e só podem ser respondidos por medidas sociais e, sobretudo, culturais.

Ao depender da apropriação tecnológica para resolver problemas sociais, reforça-se o mito de que o problema é a desigualdade de tal apropriação, o que indica, no mínimo, uma visão simplista da situação. O salvacionismo, portanto, secundariza o papel das relações sociais que suportam a concepção da CT, enquanto as mesmas relações sociais conformam a generalização dos aspectos negativos e a restrição dos benefícios de determinadas tecnologias a parcelas sociais privilegiadas.

Quanto ao determinismo tecnológico, este reza que o desenvolvimento tecnológico é uma força que molda inexoravelmente a sociedade, dirigindo o curso da história segundo o *ideal do progresso* (FEENBERG, 2003 apud DAGININO, 2011). Caracteriza-se ainda, segundo Gómez (apud AULER, 2011), por dois pontos principais, (i) a mudança tecnológica é responsável pela mudança social – ou seja, a tecnologia e a inovação tecnológica delineiam as possibilidades da sociedade; e (ii) a tecnologia é autônoma e alheia às influências sociais. Se, por um lado, (ii) não é bem amparada pelos indícios discursivos, (i) se faz presente quando se afirma que:

[AAM3 9] com a quantidade de tecnologias disponíveis e lançadas a cada dia, a facilidade de acesso a notícias e disseminação de conteúdos aumenta progressivamente. As redes sociais estão a cada dia **tornando pessoas mais dependentes** e é um lugar onde pessoas a cada vez mais querem passar uma imagem que muitas vezes nem mesmo é real. (Grifo nosso)

A visão de [AAM3 9], relacionada a um impacto psicossocial da CT, implica ainda mais imobilismo ideológico, pois é calcada na percepção de que a tecnologia condiciona as relações sociais, análise que vem descolada de qualquer menção à orientação do desenvolvimento tecnocientífico.

Para o determinismo tecnológico (FEENBERG, 2003 apud DAGNINO, 2011), a “tecnologia” flutua entre opressão e libertação, podendo ser apropriada, muito embora seja autônoma – o que contraria a percepção de que possa ser controlável. A este respeito, [AAM3 8] é um excerto que reforça a adesão ao determinismo tecnológico, reificando a tecnologia e aludindo a um suposto caráter neutro:

[AAM3 8] [...] a tecnologia melhora em alguns quesitos e passa por cima de outros.

Por fim, apesar de latente, a emergência discursiva de ambos os mitos supracitados indica as limitações apresentadas no contexto das atividades da ADF⁴⁶. Sua influência global nas percepções discursivas emergentes sobre as relações CTS e as possibilidades de Ação Responsável (WAKS, 1992) serão mais bem aquilatadas na discussão das demais categorias.

4.1.3 Decisões Políticas

Com relação às decisões políticas, compreende-se que influem tanto na atividade científica quanto no desenvolvimento tecnocientífico e em sua apropriação, e se explicita por meio da adoção de determinado modelo decisório, empregado do ponto de vista metodológico tanto aos antecedentes quanto aos consequentes da CT. Esta vinculação surge discursivamente quando se afirma, com relação ao modelo de produção agrícola, que

[FDM2 10] a ciência por si só não seria capaz de responder se é mais vantajoso ou não determinado modelo de agronegócio.

Quanto ao modelo decisório, optou-se por manter esta categoria inicial vinculada à CT, pois se percebeu uma contradição no que diz respeito à natureza do AS e ao modelo decisório a ser adotado. Para questões aparentemente mais tecnocientíficas – a exemplo do debate sobre agrotóxicos, o discurso foi pronunciadamente tecnocrático, quanto mais próximo a princípios éticos – ética

⁴⁶ A adesão a estes mitos não é tomada por certas, porquanto a consistência de tal assertiva é revisitada na categoria Política de Ciência e Tecnologia sob uma perspectiva mais otimista, amparada pelas marcas discursivas emergentes.

tecnológica – mais o modelo decisório proposto se aproxima de princípios democráticos e inclusivos.

Tais manifestações discursivas se apaziguam quando da discussão da próxima categoria, o que nos permite inferir que a primazia da tecnocracia deve ser relativizada.

Manifestações discursivas emergentes quando da abordagem da temática ética tecnológica são um exemplo e, por terem sintática e semanticamente se descolado da discussão sobre CT, preferiu-se em proveito do esforço hermenêutico em curso manter sob a categoria final Participação Social. Apesar de entenderem a possibilidade de participação social, a ênfase é dada à voz do especialista:

[FDM2 40] as decisões deveriam ser tomadas pelos especialistas (pesquisadores das universidades públicas e privadas); e também pela sociedade visto que a população é que será diretamente atingida com a liberação ou não dos agrotóxicos.

Anuncia-se esta distinção em [FDM2 8], ao contrário do discurso sobre AS mais próximo à ética de [FDM3 4], portanto, mais afeito à opinião pública:

[FDM2 8] a liberação de determinado agrotóxico deve ser acompanhada de uma série de especialistas na tomada da decisão.

[FDM3 4] todos [devem decidir sobre um padrão de conduta para algoritmos de programação] já que todos os seres humanos sofrerão seus impactos, deveria ser uma decisão democrática.

O modelo tecnocrático (HABERMAS, 1980) é aquele segundo o qual o poder do especialista nas ciências é enfatizado. O caráter histórico e social do conhecimento científico é desprezado segundo este modelo, relegando ao especialista a decisão sobre a adoção de determinada tecnologia em detrimento de outra.

Ancorada na neutralidade do aparato tecnológico – que garante a possibilidade de uma escolha objetiva e unívoca, pautada pelo critério de eficácia técnica – tal modelo recorre ao especialista como bastião de neutralidade que irá salvaguardar o interesse público das garras do interesse do capital de forma cognitivamente qualificada, conforme [FDM3 7]:

[FDM3 7] Sem dúvidas, com o avanço da tecnologia estamos cada vez mais próximos da “**Era do Futuro**” idealizada e apresentada em muitos filmes de ficção científica. Como a indústria e os empresários buscam cada vez mais o lucro **é importante que os especialistas participem do processo decisório [...] para oferecer um equilíbrio na tomada de decisão e não deixar todo o poder com os empresários e produtores.** (Grifo nosso)

Para Pacey (1990), a perspectiva tecnocrática sufoca a democracia nas decisões relativas à tecnologia. Tal manobra se funda em uma visão de progresso, de resolução de problemas e não abarca ambiguidades:

A intolerância frente a ambiguidades inviabiliza o debate sobre o futuro: só há uma forma de avançar e o especialista, melhor do que ninguém, pode comandar o processo. A participação pública, na escolha, entre enfrentamentos possíveis a uma determinada situação, introduz, segundo a perspectiva tecnocrática, um elemento de incerteza, inaceitável nessa visão (PACEY, 1990 apud AULER, 2002, p. 103).

Este ideal de progresso é uma alcunha da modernidade, já identificada pelos críticos da Escola de Frankfurt e também ferrenhamente pelos pensadores associados ao PLACTS. Tal progresso é frequentemente associado ao progresso material e constitui-se na meta do projeto civilizatório moderno, para o qual o progresso constitui-se na capacidade de promover e absorver progresso técnico, que, por sua vez, é subsidiado pela ciência. Por fim, a hegemonia da concepção tecnocrática aponta para a prerrogativa de verdades científicas que descrevem uma realidade objetiva através de um método privilegiado, o que viabiliza possibilidades tecnológicas orientadas para gerar bem-estar social⁴⁷.

Mitcham (1997) argumenta, contra o modelo tecnocrático, que especialistas sofrem influências, além de tenderem a promover seus próprios interesses. Continua pontuando que decisões tecnocientíficas não são neutras, além do que, conforme reconhece [FDM2 40], a sociedade, como diretamente afetada pelas decisões técnicas, deveria poder se manifestar a respeito, o que se coaduna com um ponto de vista filosófico sobre a autonomia moral que possuímos nestes assuntos (MITCHAN, 1997). De um ponto de vista pragmático, a participação pública leva a melhores resultados, e tem por corolário a formação cidadã na concepção da educação pela participação. Finalmente, Mitcham

⁴⁷ Este Modelo, chamado de Ofertista Linear, é tratado especificamente na categoria “Política de Ciência e Tecnologia”, mais adiante.

(1997) recorre ao argumento da preservação da diversidade ética e cultural pós-moderna, ameaçada pelos imperativos tecnocientíficos homogeneizantes, o que requer um consenso democrático-participativo.

Fiorino (1990), citado por García e colaboradores (2003, p. 134), alude ainda ao argumento normativo para o qual a “orientação tecnocrática é incompatível com os ideais democráticos. Os cidadãos são os melhores juízes e defensores de seus próprios interesses”. O argumento normativo remete aos fundamentos da participação democrática do cidadão, que deve estar apto a participar da tomada de decisões que afetem a si ou a sua comunidade. Traz ainda o argumento substantivo, segundo o qual:

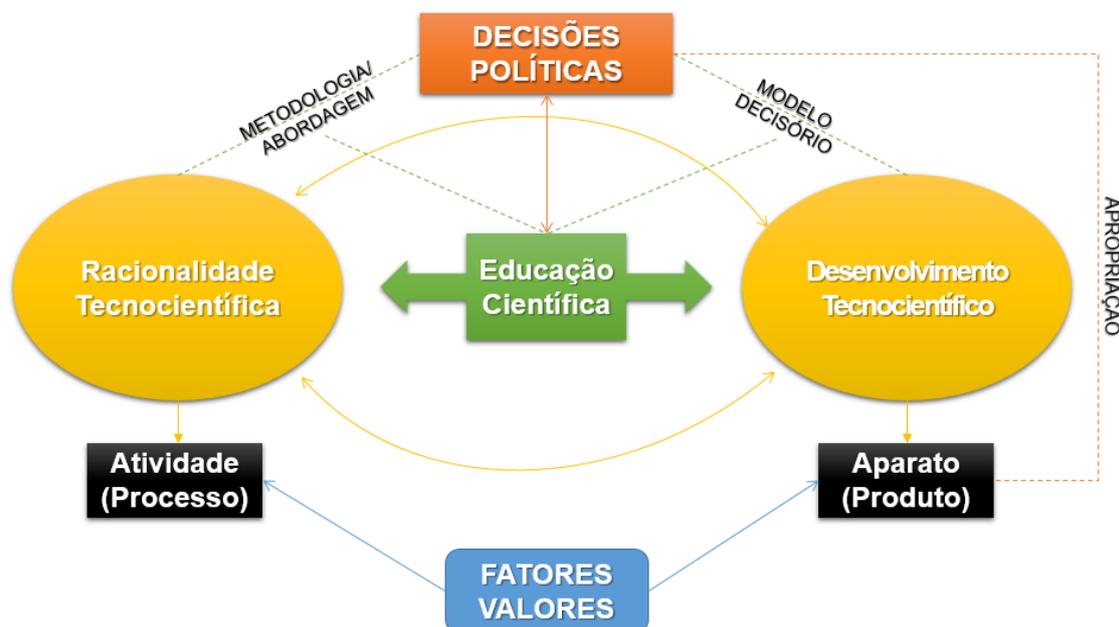
[...] os juízos dos leigos são tão válidos quanto os dos especialistas. Os leigos, especialmente aqueles que possuem um conhecimento familiar do entorno em que vivem, objeto de intervenção, vislumbram problemas, questões e soluções que os especialistas esquecem, desconhecem ou desconsideram como realidade local. Estudos sobre os juízos dos leigos com relação aos riscos tecnológicos revelam uma sensibilidade aos valores sociais e políticos que os modelos teóricos dos especialistas não reconhecem (GARCÍA et al., 2003, p. 135).

A necessidade de repensar o modelo tecnocrático decorre da centralidade social do desenvolvimento tecnocientífico a ponto de se tornar imperativa a busca por formas de participação social e educação científica que amparem a democratização deste modelo, no que a presente categoria se articula com as próximas.

Retomando os elementos gerais da categoria Ciência e Tecnologia, ficou claro que sua emergência se deu uniformemente ao longo de todos os módulos. Também foi a categoria que concentrou as articulações entre a atividade científica e o desenvolvimento tecnológico, abarcando tópicos importantes como as decisões políticas, fatores e valores envolvidos na CT, bem como o modelo decisório e a metodologia da ciência e sua abordagem da realidade.

O entendimento da articulação entre tais categorias intermediárias, representado na Figura 7, foi sintetizado do confronto dos elementos emergentes, não sendo necessariamente articulado por um fragmento discursivo explícito.

FIGURA 7 – Articulação dos elementos emergentes na categoria Ciência e Tecnologia



Fonte: Elaboração Própria.

Na Figura 7, temos a Racionalidade Tecnocientífica (a) influenciando o Desenvolvimento Tecnocientífico (b), mediados por Decisões Políticas (c), que se exprimem metodologicamente através de um modelo decisório, cujos desdobramentos em última instância se relacionarão com a Política de Ciência e Tecnologia – PCT. Tais modelos determinam a apropriação do produto, assim como definem a abordagem aos problemas que alimentam a atividade científica (processo). A democratização das decisões políticas concernentes à CT depende da Educação Científica – EC, que, por sua vez, também mantém relações com (a) e (b). Ambos, PCT e EC, serão discutidos adiante.

4.2 Educação Científica

Esta categoria teve uma incidência maior no FD do M2, cuja temática era Agrotóxicos, e nos Planos de Aula – PA. O critério semântico e temático indicou a necessidade de reunir todos os recortes discursivos que, de forma recorrente, associavam o problema em torno dos Agrotóxicos à falta de acesso à informação, cuja solução seria a educação científica, seja ela formal – que ocorre em instituições acadêmicas ou escolares, ou principalmente, informal – a

educação fora de instituições, cuja finalidade principal seja a educação sistematizada, frequentemente referida como divulgação científica. Neste segundo:

[FDM2 9] torna-se importante a **divulgação dos resultados** das pesquisas, por exemplo, em locais em que seja garantida a veracidade das informações ou em eventos acessíveis à comunidade também, TV, internet e eventos de grande acesso da comunidade, são exemplos. (Grifo nosso)

[FDM2 16] A **transferência de informações** para o agricultor deve ser fortalecida, para que reduza o famoso "taca veneno" que resolve, e não cair na lábia de um vendedor de agrotóxicos. (Grifo nosso)

As manifestações discursivas ao longo do FD se encaminharam para o entendimento da articulação entre as dimensões formal e informal no processo da educação científica, com destaque para a caracterização escolar das ciências, cuja função é:

[FDM2 26] mostrar os diversos lados e argumentos, principalmente aqueles ocultos, do problema. Instigar a busca pela informação científica, baseada em evidências concretas, para que o educando tire suas próprias conclusões, sem induções do educador.

O ensino escolar de ciências surge, portanto, como primeiro contato do sujeito com tais temáticas. Entretanto, há um vínculo ascendente com a necessidade de capacitação docente. Tal vinculação remete ao proposto na espiral da cultura científica proposta por Vogt (2003), cuja ênfase no aspecto cultural representado pela ciência indica:

[...] a ideia de que o processo que envolve o desenvolvimento científico é um processo cultural, quer seja ele considerado do ponto de vista de sua produção, de sua *difusão entre pares ou na dinâmica social do ensino e da educação, ou ainda do ponto de vista de sua divulgação na sociedade, como um todo, para o estabelecimento das relações críticas necessárias entre o cidadão e os valores culturais, de seu tempo e de sua história* (VOGT, 2003, s.p., grifo nosso).

Os elementos discursivos correlacionam a sucessão entre a produção e circulação do conhecimento científico entre pares – difusão científica [FDM2 16], o ensino *da* ciência [FDM2 26] e o ensino *para* a ciência e, finalmente, para a

divulgação científica [FDM2 9]. O discurso sinaliza para o entendimento de que a formação de professores e o currículo da educação básica e superior devem estar em sintonia:

[FDM2 31] A sociedade, enquanto leiga, se torna alvo fácil de enganações e/ou *fake news*. Para informatizar o público, começar a conscientização desde a escola com o envolvimento dos alunos com as leis que tratam do assunto, pode ser muito eficaz, pois virá de professores qualificados para tal.

Entretanto, o contato com algumas temáticas controversas e de especial interesse social não acontece durante a formação científica, sendo percebido como um entrave para a concretização de uma educação científica socialmente relevante:

[FDM2 15] abismo entre as pesquisas e a prática em campo.

[FDM2 22] eu me sinto como um dos pontos citados no texto, sem ter muito aprofundamento teórico científico para tender a um determinado lado, e há muito questionamento sobre o uso desses produtos.

O contexto de [FDM2 22] não evoca a prática docente ou a educação científica, porém pode-se entender que, considerando a interseção entre a formação docente e a formação científica, de um ponto de vista semântico e lexical, tal excerto discursivo alude a uma relação de contiguidade entre as dimensões cognitiva e política da educação científica: se o saber teórico científico é insuficiente para o posicionamento crítico sobre tal matéria, sem ele tampouco é possível falar sobre letramento científico tecnológico.

Há uma articulação entre a capacidade técnica para discutir sobre temáticas de controvérsias científicas e a qualidade política que leva a um posicionamento crítico – ou tomada de decisão, sobre o assunto. A tomada de decisão para a ação responsável é o desfecho da educação CTS (AIKENHEAD, 1994b; BYBEE, 1987; FOUREZ, 1995; SANTOS; MORTIMER, 2000, 2001; SOLOMON, 1988). Santos e Mortimer (2000) citam McConell (1982) para sinalizar que a:

Tomada de decisão pública pelos cidadãos em uma democracia requer: uma atitude cuidadosa, habilidades de obtenção e uso de conhecimentos relevantes, consciência e compromisso com valores e capacidade de transformar atitudes, habilidades e valores em ação. Todos esses passos podem ser encorajados se uma perspectiva de tomada de decisão for incorporada ao processo educacional (McCONNELL, 1982 apud SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 114).

Tal tarefa de articulação é percebida como atribuição do professor, que deve emancipar o estudante para que este possa ter autonomia na busca por informações:

[FDM2 27] acredito que o professor deve cultivar a independência intelectual, de forma a mostrar as inúmeras ferramentas disponíveis na confrontação de ideias, e é claro mais abrangente com o crescimento das tecnologias de comunicação, i.e internet.

Em [FDM2 27], a perspectiva educativa freiriana emerge uma vez que defende o espaço de respeito à autonomia do educando, pois é este o caminho que permite uma “dialogicidade verdadeira, em que os sujeitos dialógicos aprendem e crescem na diferença, sobretudo, no respeito a ela” (FREIRE, 2011, p. 24).

Por outro lado, [FDM2 27] exara uma perspectiva segundo a qual o objetivo da educação científica escolar se coaduna com a Alfabetização Científico-Tecnológica – ACT. Segundo Shamos (1995), letramento se dá na dimensão da prática social de determinado conhecimento. Já para Santos, W., (2007, p. 479), retomando Santos e Schnetzler (2014), esta perspectiva envolve “a compreensão do impacto da ciência e da tecnologia sobre a sociedade em uma dimensão voltada para a compreensão pública da ciência dentro do propósito da educação básica de formação para a cidadania”.

Por fim, a emergência de uma caracterização escolar da ciência remete ao fato de que na Educação Básica, a qual é reputada um primeiro contato com a educação científica, “o conhecimento científico continua sendo transmitido de modo consciente ou inconsciente, segundo as visões de mundo, de educação e de ciência que fundamentam o ensino desenvolvido pelos professores”, afirma Nascimento (2009 apud NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2012, p. 241), resgatando a necessidade de que a percepção de professores sobre o

conhecimento científico seja objeto de maior atenção desde a formação inicial, conforme indicado na discussão do recorte [FDM2 22].

4.2.1 Abordagem metodológica

Em sintonia com o objetivo geral da ADF, também emergiu dentro desta categoria a questão da abordagem metodológica do ensino de ciência CTS. Oriunda dos Planos de Aula – PA, a articulação entre a dimensão discursiva manifesta no *corpus* de análise e a prática educativa de fato se localiza, sobretudo, em ações educativas transformadoras em sala de aula que visem resgatar a função social da educação científica (SANTOS, W., 2007). Neste sentido, as manifestações discursivas apontaram para a adoção da contextualização e o emprego de temas como recursos recorrentes na construção das abordagens metodológicas:

[PA 7] Objetivo Geral: Definir conceito de energia renovável, os tipos e suas formas de obtenção, bem como as relações ecológicas envolvidas. Identificar e ordenar os processos envolvidos na geração de energias renováveis; **discutir seus impactos no meio socioambiental, tendo o meio ambiente como instrumento de maior foco.** (Grifo nosso)

[PA7] Objetivo Específico: Analisar cada processo de criação de energias sustentáveis minuciosamente e caracterizá-los como eficientes ou não, e em que podem ser melhorados. Traçar uma linha de raciocínio, na qual, seja possível **esquematizar o contexto de criação de determinada fonte renovável, sua necessidade e reflexo nas sociedades que irão desfrutá-la**, bem como a consequência de sua não utilização. **Enumerar e propor formas de diminuir os impactos socioambientais a partir do uso das energias renováveis.** (Grifo nosso)

Com frequência, observou-se um apelo à dimensão ambiental nas propostas de contextualização, possivelmente influenciado pelo fato de que 60% dos PA foram da disciplina de Biologia⁴⁸. A inclusão dos temas sociais é amplamente recomendada pela literatura especializada, uma vez que permitem evidenciar inter-relações entre os aspectos dos elementos da tríade CTS e “propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de

⁴⁸ Este percentual reflete a proporção de inscritos no curso.

tomada de decisão” (SANTOS, W., 1992, p. 139). A adoção de contextualização não representa por si só uma inovação curricular CTS, já que

A simples inclusão de questões do cotidiano pode não implicar a discussão de aspectos relevantes para a formação do aluno enquanto cidadão ou não motivar suficientemente os alunos para se interessar por ciências (SANTOS, W., 2007, p. 3).

Entretanto, a compreensão das relações entre os aspectos sociocientíficos potencializados pela contextualização aponta para a perspectiva de compromisso com o desenvolvimento da responsabilidade socioambiental e cidadã – em relação direta com a função social da educação científica, pois situa o conhecimento científico para além da capacidade de nomear cientificamente fenômenos para compreender também as relações socioprodutivas que permeiam sua ocorrência:

[PA 2] Objetivo Específico: Formar um **senso crítico** e quebrar o senso comum sobre Educação Ambiental; [...] Aprender para onde vai o lixo; Entender como funciona a coleta seletiva de Brasília; Compreender a funcionalidade dos Três R's; Se conscientizar o quanto a nossa sociedade é consumista e como a indústria manipula a sociedade.

Nascimento e colaboradores (2012) afirmam que, a despeito da relação entre o poder político-econômico, o desenvolvimento tecnocientífico e a sociedade, tradicionalmente o ensino de ciências “ainda restringe-se ao oferecimento de conhecimentos prontos e acabados aos estudantes, sem considerar as ambiguidades decorrentes dos processos de produção e utilização dessas atividades” (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2012, p. 241), como indica a necessidade de desenvolver, conforme [PA 2], um senso crítico em detrimento do senso comum no âmbito da Educação Científica.

As estratégias utilizadas quanto a métodos e técnicas, mola propulsora dos objetivos, apesar de ancoradas em temas e orientadas pela contextualização, são frequentemente expositivas ou dialogadas, com ênfase nas percepções dos discentes e na integração de aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos ao conhecimento científico:

[PA 4] Aula inicialmente expositiva com questionamentos ao que se entende sobre sustentabilidade, utilizando o quadro de sala para escrita de exemplos de materiais recicláveis e não recicláveis mencionados pelos alunos no decorrer da aula e para demonstração de como podem ser descartados, **utilizando os conceitos de Química Verde e suas aplicações no meio ambiente**; [...] Apresentação da problemática do descarte incorreto dos materiais e como podem impactar no meio ambiente, desde a degradação do solo até doenças infecciosas [...] (Grifo nosso).

Não há indicação na literatura sobre estratégias exclusivas de abordagens CTS, que se afinam, sobretudo, na necessidade de favorecer abordagens interdisciplinares e interativas (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001 apud STRIEDER, 2012). As estratégias de ensino manifestas refletem uma estrutura cíclica semelhante à da Figura 2 desta dissertação, por considerar as trocas entre os ambientes social, artificial (técnico) e natural:

[PA 3] [Metodologia de ensino/Procedimentos didáticos] Primeiro momento: Se trata de uma iniciação ao tema, com o objetivo de estabelecer as bases e requisitos necessários para o resto da aula. Serão feitos **questionamentos, com o objetivo de produzir interesse e observação ao ambiente**, como: “De onde vem a energia da sua casa? Como é gerada essa energia? Ela é limpa, suja? [...]”. Segundo momento: Nessa parte, serão dados os **conceitos físicos e matemáticos (base científica), com o objetivo de quantificar os processos relacionados ao tema**. Serão fundamentados os conceitos de Conservação de Energia, Energia Potencial Gravitacional [...]. Terceiro momento: Será dado um texto para leitura e interpretação a fim da reflexão, efetuando uma breve **discussão dos aspectos científicos, tecnológicos e sociais**, (texto: “Infinita busca pela energia infinita”, nas referências). Além de, usando os conceitos do momento anterior, corroborar alguns mitos [...]. Quarto momento: Será dado o vídeo curto “Como funciona uma usina hidrelétrica?” (link nas referências), com o objetivo de discutir os processos de geração de energia elétrica renováveis, buscando a aplicação direta do tema abordado. (Grifo nosso)

Na mesma esteira do manifesto em [PA 3], que apresenta um movimento pendular entre conceitos científicos e tecnológicos e aspectos sociais e ambientais, Santos e Mortimer (2000), com base em Aikenhead (1994b), reputavam a efetividade de estratégias de ensino cuja sequência obedecesse a:

(1) introdução de um problema social; (2) análise da tecnologia relacionada ao tema social; (3) estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida; (4) estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado e (5) discussão da questão social original (SANTOS; MORTIMER, 2000, p. 121).

De um ponto de vista curricular e metodológico, a abordagem CTS de ensino de ciências discursivamente expressa corresponde à integração entre educação científica – voltada à compreensão de conceitos científicos, como energia mecânica [PA3], uso de materiais [PA 4] e relações ecológicas [PA 2] – tecnológica – com menção expressa a temáticas tecnológicas, a exemplo da geração de energia elétrica e reciclagem em [PA 3] e [PA 4] respectivamente – e social – consumismo [PA 2] e sustentabilidade [PA 4]. Tal variedade retrata a tentativa de conciliar conteúdos científicos e tecnológicos em conjunto com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

As categorias final e intermediária apresentadas acima são de relevância, considerando a formação inicial de professores de ciências. Se, por um lado, a consigna dos FDs não direcionou especificamente o assunto da educação científica, a caracterização escolar da ciência e o papel do ensino de ciências, os PA possibilitaram a emergência da presente categoria intermediária, o que indica, em consonância com os objetivos traçados para a ADF, que os cursistas foram capazes de situar o tema abordado em um patamar maior, compreendendo as implicações da temática para sua prática profissional e mudança social, o que se assemelha aos estágios de Integração e Autocompreensão da Espiral da Responsabilidade (WAKS, 1992).

4.3 Participação Social

Esta categoria emerge com pronunciada relevância no que tange às formas de participação social na tomada de decisão sobre assuntos em CT, o que a aproxima de forma especial da categoria Ciência e Tecnologia, mais especificamente de (c) Decisões Políticas. Os critérios empregados foram temático e semântico, com alguns recursos ao critério sintático, uma vez que as relações de subordinação e coordenação entre orações revelavam uma hierarquia discursiva que dava primazia à participação social, mesmo constatada a proximidade e vinculação com outras categorias.

O contexto de emergência desta categoria se deu em função dos FD do M2 e M3, e se organiza nas categorias iniciais “Acesso à informação” e “Decisões sociais”. As categorias intermediárias foram: Público Informado, Divulgação Científica e Princípios Éticos.

A forma de articulação destes elementos emergentes sugere, inicialmente, pela reincidência de categorias iniciais e marca discursiva, que a preocupação principal que surge a respeito da participação social são os caminhos para sua efetivação, orientados por uma vaga necessidade de promoção de um processo decisório democrático cujo postulado fosse uma escolha esclarecida do público, conscientizado através da educação científica:

[FDM2 13] é importante discutir esta temática na sociedade, pois é um tema que envolve a todos os seres vivos. Através da promoção de palestras, eventos, mobilizações, feitas pelos órgãos competentes relacionados à liberação desses produtos [agrotóxicos];

Este repertório é fartamente contemplado pelos precursores do movimento CTS: o pacto democrático só se realiza quando a participação social é efetiva e qualificada, e transcende os limites do mero sufrágio. Tal situação requer um fortalecimento de outras instâncias representativas – o tecido institucional de atores sociais, seja a sociedade civil organizada, sindicatos, associações ou até mesmo conselhos gestores em órgãos públicos⁴⁹. Coloca-se, portanto, a necessidade de participação social:

[...] por vários motivos: a) muitos dos graves problemas sociais contemporâneos não são solúveis utilizando apenas critérios científico-tecnológicos, considerando que estes estão configurados dentro de determinadas relações sociais; b) o direito que a sociedade, como um todo, possui de participar em definições que envolvem seu destino; c) o atual direcionamento, a definição da agenda de investigação, dá-se, cada vez mais, de tal forma que sejam ativados, seletivamente, aqueles campos de investigação, a exemplo da biotecnologia, encaixáveis na lógica da maximização do lucro privado, relegando aqueles não imediatamente rentáveis (AULER, 2002, p. 2).

Uma ilação entre cidadania e consumo compareceu durante a discussão sobre Sustentabilidade e Consumo promovida no M4, na qual os cursistas foram apresentados aos vídeos *História das Coisas*⁵⁰ e *Ilha das Flores*⁵¹. Em

⁴⁹ Tal discussão se articula à categoria Política de Ciência e Tecnologia, relatada adiante.

⁵⁰ O vídeo *História das Coisas* (Story of Stuff) aborda o modo de produção, o consumo e descarte de objetos na sociedade contemporânea. Disponível em: <http://bombch.us/C48X>. Acesso em: 17 jan. 2019.

⁵¹ É um curta-metragem brasileiro dirigido por Jorge Furtado que traz discussões relativas à educação ambiental. Critica o modo de produção e a responsabilidade dos seres humanos na degradação do meio ambiente. Disponível em: <http://bombch.us/C48a>. Acesso em 17 jan. 2019.

atendimento ao estágio de Autocompreensão (WAKS, 1992), os cursistas foram provocados a trazer suas representações sobre seu papel no estado atual das coisas. O discurso manifesto oscilou entre um determinismo econômico-produtivo e a possibilidade de mudança social com a construção perene da cidadania:

[FDM4 15] [Quando você pensa em si mesmo e na sociedade em geral, você se vê mais como um consumidor ou um cidadão?] Consumidor, o controle dos mercados gira em torno dos grandes conglomerados, que detêm grande parte do poder político e econômico.

[FDM4 16] [Quando você pensa em si mesmo e na sociedade em geral, você se vê mais como um consumidor ou um cidadão?] Infelizmente, ainda como consumidora, mas trabalhando para ser cada dia mais cidadã.

Entra em contraste o paradigma segundo o qual a construção da cidadania e da própria participação social se dá em função de uma concessão do Estado, como em [FDM4 15], e não de uma construção social da qual todos devem ser sujeitos ativos. Dentro de uma lógica neoliberal que se aprofunda, a participação social conflita com o paradigma do cliente – que implica uma relação de consumo.

A emergência da categoria intermediária “cidadania” tem especial valor quando confrontada ao fato de que nos falta uma cultura de participação e que, historicamente, nosso passado colonial acrescido ao enraizamento de uma ideologia neoliberal também contribuem para que tenhamos esta autoimagem mais correlata ao consumidor que ao cidadão.

Em consonância com [FDM4 16], Santos, M. (1987) crê que haja um problema nacional estrutural segundo o qual modelos políticos e cívicos são passivos, subordinados ao modelo econômico, internacional, o qual converge para a manipulação das massas, muito mais sensíveis à ampliação do consumo que para o exercício da cidadania: “em nosso país jamais houve a figura do cidadão. As classes chamadas superiores, incluindo as classes médias, jamais quiseram ser cidadãos; os pobres jamais puderam ser cidadãos” (SANTOS, M., 2000, p. 49).

Se, por um lado, a temática cidadania é frequentemente tomada na literatura sobre educação CTS, o mesmo não se pode dizer sobre os sentidos que esta palavra assume, isso porque:

Discutir modelos de currículos de CTS significa [...] discutir concepções de cidadania, modelo de sociedade, de desenvolvimento tecnológico, sempre tendo em vista a situação socioeconômica e os aspectos culturais do nosso país. (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 126)

Ainda considerando a categoria em tela, a interação entre os cursistas indicou a construção, mesmo que incipiente, de um espaço de questionamento do próprio papel cidadão frente ao estado de coisas:

[FDM4 14] Então, queria saber, você acha que as empresas são responsáveis por fazer com que compremos exageradamente um determinado produto? Será que nós, devemos colocar a culpa de nossas ações (por que nós incentivamos, quando compramos mais) única e exclusivamente nas empresas que produzem aquilo que mais compramos? Acredito que a partir do momento que enxergarmos de forma a entender nossa parcela de culpa, talvez as coisas comecem a mudar. Acho que o tripé do problema são os três: consumidor, governo e empresa, os dois últimos se beneficiando, obviamente.

[FDM4 8] O fato de percebermos como temos sido manipulados por tanto tempo, e o que efetivamente faremos para mudar essa realidade, já é um indicio que a mudança pode acontecer. [...] E isso se dá também aqui, com debate e compartilhamento de ideias.

A menção feita no excerto [FDM4 8] expressa claramente uma perspectiva da valorização da dialogicidade para uma cultura e educação científicas mais alinhadas com a formação cívica. Tais manifestações discursivas endossam os achados de Solomon (1989, 1993 apud SANTOS; MORTIMER, 2001) segundo os quais as atividades de discussão potencializam os processos de conscientização acerca das responsabilidades cívicas individuais. No FDM4 em particular, a interação promoveu um intercâmbio intenso de ideias que desvelou pontos inicialmente cegos sobre a temática levantada.

Finalmente, com relação a princípios éticos, estes devem reger a participação social na tomada de decisão em assuntos de CT. Esta vinculação não surge de forma homogênea. Em contraste com o exposto na categoria

intermediária (c) Decisões Políticas, temáticas de determinada natureza teriam menor participação social enquanto outras, maior. É o caso do exposto com relação à Ética Tecnológica, objeto do FD do M3. Nele os cursistas eram solicitados a discorrer acerca de quem deveria decidir sobre um padrão de conduta para algoritmos de programação de carros autônomos. No discurso, surgiram as manifestações:

[FDM3 4] todos [devem decidir sobre um padrão de conduta para algoritmos de programação] já que todos os seres humanos sofrerão seus impactos, deveria ser uma decisão democrática.

[FDM3 12] É bem complicado, pois quem o programará, colocará seu ponto de vista e se quem o fizer, achar que a máquina deve decidir salvar sempre os mais ricos, mais novos ou de uma raça específica? Acredito que a decisão da máquina será reflexo do programador. Acredito que não há uma pessoa correta, mas que deve ser discutido entre inúmeras pessoas, pois cada qual tem seu ponto de vista e "estatisticamente" a máquina tomará sua decisão.

Reforçando um modelo tecnocrata, o discurso revela que, na percepção dos cursistas, alguns AS merecem mais participação social que outros, indicando uma crença na neutralidade da CT para temas mais duros, ou mais técnicos⁵². A despeito desta manifestação, uma interpretação intercategorial permite entender que há uma compreensão segundo a qual as mudanças decorrentes da atividade científico-tecnológica constituem um assunto público relevante, cuja importância deve ser acompanhada da construção de “bases educativas para uma participação social consciente” (GARCÍA et al., 1996).

4.4 Política de Ciência e Tecnologia

A Política de Ciência e Tecnologia – PCT – é um modelo normativo no campo das políticas públicas, conforme ações e programas propostos pelo Estado, e representa o trânsito entre o conhecimento produzido pela tecnociência e a produção. No contexto do modelo explicativo da relação CTS,

⁵² Este aspecto é largamente abordado na categoria Ciência e Tecnologia. Reforçamos que a opção por manter “modelos decisórios” naquela categoria e não nesta se deu em razão de que modelos decisórios não necessariamente envolvem a participação social, dizendo respeito à metodologia de tomada de decisões políticas acerca do processo e produto da CT.

a PCT remete frequentemente ao Modelo Ofertista Linear – MOL, criticado duramente no âmbito do PLACTS como referencial para o desenvolvimento de CT na América Latina.

Esta categoria esteve presente de forma marcante na AAM4, que versou sobre o Modelo Ofertista Linear e na AAM2, cujo tema foi “concepções sobre ciência”. A categoria também surgiu de forma contundente quando os cursistas foram provocados a discutir sustentabilidade e consumo no FDM4. Por ser uma categoria que articula elementos das demais, estimamos que, além do direcionamento das atividades do M4, a emergência desta categoria neste módulo específico indica a culminância e amadurecimento das discussões empreendidas ao longo dos módulos anteriores.

Com relação à temática do papel do Estado na consolidação da PCT, nota-se que comparece uma perspectiva intervencionista em que o papel do Estado seria

[FDM4 3] [...] refrear a ação do mercado contra a população, principalmente as minorias, defendendo-a, e mitigar as desigualdades causadas pelas variações internacionais da economia.

[FDM4 4] [...] criar independência tecnológica, investir em educação, priorizar as minorias, diminuir as desigualdades.

O MOL é central na crítica inicialmente feita pelos precursores dos ECTS ao modelo de desenvolvimento tecnológico. Ele incorpora o ideal moderno de progresso e se apoia no protagonismo da comunidade científica. Herança da Guerra Fria, o prestígio dos cientistas era imenso no período de uma guerra ideológica, já que os avanços tecnocientíficos eram vistos como vitórias dos polos Estados Unidos e União Soviética, representantes do capitalismo e do socialismo, respectivamente. Atualmente, a dualidade ideológica, expressa em liberalismo e marxismo, e o espectro político não exercem influência sobre a problematização ou não do MOL (DAGNINO, 2014). Para Oliveira, M. (2008):

não são necessários estudos muito aprofundados sobre a história das ideias na modernidade para deixar claro que a valorização do crescimento econômico, independentemente de suas conexões com o capitalismo, é uma faceta, ou forma de manifestação do ideal de progresso, que se instaurou tão solidamente no espírito da modernidade. Embora não restrito ao domínio da produção material,

esse ideal de progresso coloca em primeiro plano a valorização dos avanços tecnológicos, ou seja, da expansão das capacidades humanas de controlar a natureza, como meio para permitir aos homens uma vida mais confortável, mais segura e rica. E foi tal o vigor que esse ideal adquiriu que, apesar de ter nascido e ter crescido junto com o capitalismo, o transcendeu, sendo incorporado também pelo socialismo clássico. **O conceito marxista de desenvolvimento das forças produtivas, por um lado, não se distingue do amálgama do avanço tecnológico com o crescimento da economia, o qual constitui o cerne do ideal moderno de progresso. Por outro lado, como se sabe, é uma peça-chave da teoria marxista clássica, tanto na explicação das grandes mudanças históricas concebidas em termos de modos de produção, quanto como um valor a ser preservado no socialismo e no comunismo.** Nessa visão, encapsulada na famosa passagem do prefácio da *Contribuição à crítica da economia política*, o socialismo constitui, na história da humanidade, um estágio superior ao do capitalismo por liberar para novos avanços o desenvolvimento das forças produtivas, que o capitalismo havia inicialmente impulsionado, passando depois a entravar (OLIVEIRA, M., 2008, p. 107).

Neste contexto, a valorização do ideal de progresso técnico se revela como manifesto do próprio ideal da modernidade. Mesmo que não atinente necessariamente à lógica capitalista, como citado em [AAM2 6]:

[AAM2 6] o capitalismo trouxe impacto naquilo que é pesquisado, ideias que talvez não tragam lucro, não são vistas como passíveis de tema principal.

Tal modelo funciona de forma distinta entre países centrais e periféricos. Esta distinção se dá segundo a lógica de que, nos primeiros, a conjuntura de atores e interesses sociais, econômicos e políticos tornam o conhecimento tecnocientífico, do qual o MOL é propulsor, relevante para aquela sociedade. Esta inadequação é sugerida pela ideia de que

[AAM4 1-3] A partir de uma realidade defasada como a da maioria ou totalidade dos países da América Latina, é evidente que as premissas do Modelo Ofertista Linear não serão eficazes, ressaltando ainda, que mesmo em países desenvolvidos, o método nem sempre se faz eficaz uma vez que a geração de riquezas e bem-estar social depende integralmente da funcionalidade e dos motivos pelos quais o aumento na ciência e tecnologia foram feitos. Tal problemática ganha força ainda mais na América Latina, uma vez que, notoriamente, os avanços tecnológicos e científicos servem, em sua maioria, a interesses político-administrativos de empresas grandes e aos governos dos próprios países.

A adequação do desenvolvimento tecnocientífico às demandas sociais e locais é o que o torna de relevância para o contexto nacional ou não. Auler (2002) descreve o MOL como subsidiando a importação acrítica de um parâmetro de qualidade de pesquisa assumido como neutro, a-histórico, universal e único. Para Dagnino (2000), acompanha o MOL um conceito de qualidade exógeno, alheio ao tecido de relações que se desenha na conjuntura latino-americana.

Ainda no que tange à relevância, conforma-se uma série de fatores imbricados com outras políticas públicas, sobretudo as de educação, como é o caso das universidades. A ponte entre a pesquisa científica e demandas sociais, no entendimento dos cursistas, é a extensão:

[AAM4 6] Nas universidades, a extensão assegura-se - "aos trancos e barrancos" - ao desejo e aplicação dos alunos de verem o conhecimento científico sendo conhecido e divulgado a todos e pelo engajamento de professores específicos que dedicam sua profissão a fazerem da ciência um mundo conhecido e desmistificado, além de, claro, torná-lo, principalmente, acessível.

A pouca densidade da teia social de conjunto de atores e interesses que influenciam os rumos da PCT brasileira leva à definição de campos de relevância distorcidos, gerando agendas de pesquisa fortalecidas pela comunidade de pesquisa, porém descoladas da realidade social na qual as instituições de pesquisa se inserem⁵³. Esta perspectiva tem por corolário a concepção sociotécnica de tecnologia.

A Adequação Sociotécnica, objeto de Estudo e Reflexão (WAKS, 1992) durante o M4, foi preconizada por Andrew Feenberg e destaca uma concepção de tecnologia para a qual a tecnociência é uma construção social a ser projetada pela internalização de valores e interesses alternativos nas instituições onde é produzida, sendo sujeita a um controle democrático interno *a priori* (DAGNINO, 2011). O destaque à extensão aponta, segundo Neder e Moraes (2017):

[...] um movimento ao mesmo tempo técnico, de formação pela experiência e sociocultural, com três características gerais pedagógicas: incorpora o interacionismo, propõe o modelo de

⁵³ Oliveira, F. (2003) reforça uma leitura contrária à interpretação cepalina do subdesenvolvimento, segundo a qual o desenvolvimento truncado é um projeto nacional expresso em um impasse civilizatório do "moderno", em que o arcaico e o industrial se retroalimentam.

residência/extensão baseado nos princípios da autogestão do conhecimento e saberes e tem uma plataforma cognitiva que permite aos sujeitos sociais desconstruir e desenvolver uma cultura sociotécnica diante da tecnologia convencional (NEDER; MORAES, 2017, p. 31).

À discussão aqui emergente da PCT subjaz uma concepção de instituição de educação científico-tecnológica socialmente produtiva, capaz de conduzir seu trabalho científico e tecnológico para além da dimensão mercadológica da tecnociência, considerando as demandas sociais das comunidades que atende, em articulação permanente com grupos de interesse diversos e representativos, conforme fortalecimento do tecido de relações em proveito da democratização do projeto tecnológico e dos códigos técnicos (OLIVEIRA, L., 2018).

A relevância da emergência desta categoria, portanto, se articula com a participação social qualificada, encadeada com a educação científica. Sua premissa é a compreensão da necessidade de ultrapassar a concepção neutra de CT e promover uma vinculação entre CT e demandas locais e regionais em prol de um real bem-estar social. Tal raciocínio supera a arraigada noção ingênua proposta pelo MOL como panaceia para todos os problemas sociais.

Neste sentido, a proximidade entre o campo educacional e o campo da PCT se dá através da concepção progressista de educação e em conformidade com o silogismo CTS, de acordo com o qual, na consumação do pacto democrático, é premente a participação de outros atores sociais na definição da PCT.

A problematização e engajamento dos cursistas fica evidente quando afirmam que

[AAM4 5] O Brasil caminha para a improdutividade científica, ainda que a atual e sobrevivente produção atinja e seja relevante para uma pequena minoria.

[AAM4 7] [Para] grupos sociais mais isolados certos tipos de incremento tecnológico não fazem nenhuma diferença na vida deles, não faz sentido, o contexto é totalmente diferente daquele que vive em uma metrópole.

Os excertos supracitados revelaram a aproximação com dimensões que Auler (2002), em consonância com os objetivos estabelecidos pela ADF em foco,

definiu como de interesse no contexto da formação de professores para definição de uma PCT:

a) Inserção na atual dinâmica mundial, sendo a competitividade internacional a dimensão a ser priorizada; b) A atual dinâmica mundial de exploração da fronteira do conhecimento científico tecnológico não contempla as necessidades sociais, a demanda interna, sendo necessária a busca de uma dinâmica alternativa; c) O problema não está na insuficiência de CT, mas na apropriação desigual. (AULER, 2002, p. 63).

A intersecção discursiva com as demais categorias versou, sobretudo, acerca da necessidade de promover uma formação científica voltada para instauração de processos produtivos alternativos e para o atendimento às demandas sociais locais.

4.5 Avaliação da Ação Didático-Formativa

Nesta seção, avaliaremos as características da ADF que foram responsáveis pelos resultados discutidos durante as seções anteriores, apresentando seus pontos fortes e fracos, considerando seus objetivos.

Como objetivo geral, mirávamos introduzir, através de aspectos sociocientíficos, os pressupostos teórico-analíticos da abordagem CTS e, de forma específica, oferecer subsídios teóricos para futuros professores de ciências sobre as relações CTS, aperfeiçoando sua compreensão, atitudes e conhecimentos sobre as relações CTS e os tornando mais propensos e confiantes na adoção da abordagem CTS no ensino de Ciências.

As atividades relacionadas no M2, tanto o FD quanto a AA, obtiveram bons resultados em termos do desenvolvimento das temáticas propostas. Os cursistas puderam, na AAM2, detalhar suas visões sobre a atividade científica, e pôr à prova conhecimentos que foram apresentados pelo Conteúdo Interativo em um debate intenso empreendido no FDM2 sobre os agrotóxicos. O AS foi bem recebido pelos cursistas, reforçando a pertinência da temática:

[FDM2 A1] Não tive nem se quer (sic) uma matéria relacionada com cuidados do solo e um estudo sobre os agrotóxicos.

O engajamento dos cursistas no FDM3 e o desenvolvimento da discussão indica que, se o AS tem uma aspiração de cunho ético – como é o caso do proposto pelo *Dilema dos Carros Autônomos*, a ênfase recai sobre os princípios morais, suplantando o aprofundamento de outras questões, mesmo que induzidas, a exemplo da discussão incipiente sobre os antecedentes do desenvolvimento tecnocientífico, como abaixo:

[FDM4 CONSIGNA] 4. Diferentes grupos sociais podem apresentar diferentes formas de endereçar questões relacionadas à tecnologia, levando a soluções diversas sem que haja uma opção em que todos os envolvidos nas decisões tomadas sejam contemplados em suas demandas. Qual código você acha que seria mais interessante para as empresas que desenvolvem carros autônomos? Em que esse código diferiria de um montado pela perspectiva do usuário da tecnologia?

Tal situação inibiu discussões em torno de aspectos que potencialmente pudessem influir na mitigação da incidência discursiva dos mitos salvacionista e determinista da CT. O tema – ética tecnológica – restringiu as possibilidades de desconstrução da percepção da neutralidade de aparatos técnicos, observada no discurso latente, muito embora tenha surgido uma reflexão que nos indica a presença de tais debates na formação docente:

[FDM3 A1] esse tema [ética tecnológica] foi debatido na semana passada durante a aula de Evolução de conceitos da física, onde nos discutíamos até (sic) que ponto os cientistas trabalham para melhorar a vida e desenvolver novas tecnologias.

Paralelamente, a AAM3 teve um direcionamento que inibiu contribuições relevantes perante os objetivos da pesquisa. Com a temática “o impacto das tecnologias digitais nas relações interpessoais”, alcançou-se a compleição apenas da etapa da autocompreensão (WAKS, 1992), tendo emergido uma discussão sobre os impactos psicossociais da CT, muito embora as formas discursivas emergentes tenham ficado muito próximas às do senso comum, o que possivelmente se deu em virtude dos materiais escolhidos como base para a atividade⁵⁴.

⁵⁴ Como pode ser conferido no Apêndice F, a AA M2 solicitou que os cursistas assistissem ao vídeo <http://bombch.us/CP8W> e escrevessem um breve ensaio reflexivo sobre como as tecnologias digitais impactam suas relações interpessoais.

Já a discussão amadurecida que comparece na AAM4 sobre a Política de Ciência e Tecnologia pouco se assemelha às contribuições colhidas no módulo imediatamente anterior e surpreende pela coerência argumentativa. De forma similar, o FDM4 também foi o que, em nossa avaliação, rendeu melhores frutos em termos de discutir a articulação entre os elementos da tríade CTS, provavelmente por ter explorado os potenciais oferecidos pela temática da educação ambiental: “Sustentabilidade e Consumo”:

[FDM4 CONSIGNA] Assista ao vídeo *A História das Coisas* com atenção e responda às questões abaixo. Tente interagir com os demais colegas que participarem da discussão. “A história das coisas” (The Story of Stuff) conta de um complexo sistema que vai da extração, passa pela produção, distribuição, consumo e acaba no tratamento do lixo. Segundo o documentário, esse sistema é muito mal explicado nos livros, que ignoram alguns aspectos importantes, como as pessoas que participam dessa engrenagem e os limites impostos pela natureza, por exemplo. Vídeo Complementar - Ilha das Flores é um filme de curta-metragem brasileiro, do gênero documentário, escrito e dirigido pelo cineasta Jorge Furtado em 1989, com produção da Casa de Cinema de Porto Alegre. O filme foi realizado com o apoio de Kodak do Brasil, Curt-Alex Laboratórios e Álamo Estúdios de Som. Em novembro de 2015 o filme entrou na lista feita pela Associação Brasileira de Críticos de Cinema (Abraccine) dos 100 melhores filmes brasileiros de todos os tempos [via Wikipédia]. Após assistir aos vídeos, discuta os aspectos: 1. Quando você pensa em si mesmo e na sociedade em geral, você se vê mais como um consumidor ou um cidadão? Em cada função, qual você acha que o papel do governo é realmente? 2. Quais devem ser as principais prioridades do governo e da economia, na sua opinião? 3. Quem é o responsável por criar novos padrões de consumo: o governo, as empresas ou os consumidores? 4. Você se sente mais ou menos no poder de mudar as coisas para melhor depois de assistir ao vídeo? 5. Você tem conhecimento do funcionamento da economia local em sua comunidade? Por exemplo, há alimentos produzidos nas proximidades, que estão disponíveis em mercados de agricultores ou em restaurantes? Você sabe de onde a eletricidade que alimenta sua casa vem? Existem artesãos que fabricam produtos localmente? 6. Há alguma relação entre os dois vídeos? 7. Como este debate em sua opinião se relaciona com o tema de ciência e tecnologia?

O empenho dos cursistas também foi sólido, tendo o FDM4 contado com 29 colaborações. Considerando a identificação dos cursistas com a temática, a abordagem parece ter favorecido a compleição dos quatro estágios da Espiral da Responsabilidade (WAKS, 1992), com exceção da ação responsável. O relato dos cursistas foi:

[FDM4 R1] Gostei bastante desse fórum, foi o meu favorito até agora.

O M5, por sua vez, constituiu um desafio discursivo quanto à interpretação das interações entre CT e das relações entre o conteúdo e a prática social na perspectiva da educação científica, um de nossos interesses de pesquisa. Esta interpretação é viabilizada de forma parcial ou indireta no confronto entre os dados obtidos no M5 e os módulos anteriores. Na percepção dos cursistas:

[AC 8] [no] último módulo [...] tive um esclarecimento maravilhoso a respeito da inserção de contextualização ao conteúdo científico que irei abordar em sala de aula e a importância de ter um contexto bem explicado e aplicado às experiências dos alunos.

Apurou-se que, de forma geral, a ADF foi implementada de modo a permitir aos cursistas avançarem no questionamento de ideias convencionais sobre a ciência e a tecnologia, condição necessária para o desenvolvimento de uma percepção crítica sobre as relações CTS.

Foi possível debilitar o maniqueísmo de senso comum sobre a CT, ao problematizar aspectos de sua apropriação e de seu desenvolvimento, considerando necessidades sociais e não apenas econômicas. Como potencialidade, destaca a discussão de temáticas dos ECTS através de AS, algo bastante elogiado pelos cursistas e cujo impacto se fez sentir no engajamento nas discussões durante os Fóruns de Discussão e na contextualização do aporte teórico fornecido no Conteúdo Interativo.

Por outro lado, os elementos discursivos emergentes não revelaram o completo abandono da perspectiva tecnocrática, sobretudo para os AS percebidos como mais técnicos, ou seja, cujo posicionamento demandava maior compreensão de aspectos científicos. Outra limitação evidenciada foi a respeito do questionamento sobre a possibilidade de fundamentar juízos e decidir sobre controvérsias científicas unicamente com base em evidências empíricas, algo que ficou latente na discussão sobre Agrotóxicos realizada no M2, revelando, portanto, uma atinência ao ideal de desvelamento da realidade objetiva realizado pela ciência que levaria univocamente a uma resposta sobre seu emprego e apropriação.

Fruto das constantes reflexões realizadas durante o processo interventivo, algumas modificações foram introduzidas durante o curso da ADF, sobretudo no M5, na tentativa de oferecer subsídios mais qualificados aos cursistas para que

pudessem desenvolver suas propostas de Planos de Aula com a finalidade de fortalecer os subsídios para o desenvolvimento das propostas, e disponibilizar alguns exemplos de intervenções pedagógicas na perspectiva CTS.

Algo que não pode ser desprezado é a alta evasão encontrada. A despeito da importância de entender a fundo as causas deste problema, a problemática seria objeto de outra investigação, com outros métodos e técnicas diversas, inalcançável no espaço e tempo desta pesquisa. Restou-nos contar com os dados oferecidos pelo questionário respondido pelos estudantes, que apontou algumas evidências não conclusivas sobre as razões para a evasão.

Em geral, avaliamos que a ADF proposta atingiu de forma satisfatória os objetivos propostos. Considera-se importante que as propostas semelhantes possam ser desenvolvidas levando em conta o contexto dos cursistas, sempre atualizadas conforme a pertinência social, histórica e científica dos AS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iniciamos este trabalho buscando desenvolver, implementar e avaliar a aplicação de uma Ação Didático-Formativa sobre CTS no contexto da formação inicial de professores de Ciências. Uma das premissas assumidas foi a de que é crucial orientar o processo de formação de professores de ciências a partir da problematização de compreensões produzidas histórico-socialmente sobre a atividade científico-tecnológica para que possamos ter um ensino de ciências menos tecnicista e voltado para a construção de uma participação social sólida neste campo.

Pontuamos ainda que o desenvolvimento de propostas de ensino sob os pressupostos da Educação CTS não prescinde da adesão a uma perspectiva educacional progressista e transformadora, o que tem por pré-requisito a compreensão crítica de questões sobre CTS e sobre a própria prática docente, de modo a articular a teoria e a prática.

Ao desafio de desenvolver uma proposta educativa voltada para a responsabilidade social e ética, nos ancoramos na Espiral da Responsabilidade (WAKS, 1992). Esta proposta, apesar de não ser a única disponível, revelou ser adequada ao planejamento de nossa intervenção pedagógica, orientada para a educação científica com ênfase na prática social.

O fundamento da Espiral da Responsabilidade (WAKS, 1992) é a *responsabilidade social*, em que se aproxima do movimento CTS, que, desde seu início, conforme discutido no Capítulo 1, também dava centralidade à noção de responsabilidade perante o desenvolvimento e as consequências da CT sobre a sociedade. A premissa educacional, portanto, é a de que nossos princípios éticos e cidadãos necessitam ser repensados à luz dos inescapáveis desdobramentos enfrentados pela presença cada vez mais marcante da CT em nossas vidas.

O desenvolvimento do Produto Educacional respeitou os fundamentos teórico-metodológicos investigados nos Capítulos 1 e 2, respectivamente. Sua implementação revelou resultados importantes, embora não definitivos, na construção de compreensões mais críticas sobre as temáticas abordadas.

Como avanço apresentado pelos participantes da ADF pontuamos: (a) a compreensão da participação de outros fatores além dos cognitivo-epistêmicos na construção da atividade tecnocientífica; (b) o reconhecimento das limitações apresentadas pelo método científico para descrever a integralidade do fenômeno tecnocientífico; (c) a relação entre a educação científica e a participação social, bem como as relações entre o ensino de ciências com enfoque CTS e o desenvolvimento de uma consciência crítica desde a formação docente, científica e escolar; (d) uma aproximação preliminar entre o aspecto teórico e prático com a elaboração de planos de aula que buscassem fundamento na perspectiva CTS.

Entendemos que o aperfeiçoamento destas compreensões de que tratamos é tarefa para a formação inicial de professores, a ser complementada por formações continuadas, e, sobretudo, acompanhada por uma formação científica que também incorpore estas discussões. Quanto à formação docente em ciências, as estruturas institucionais formativas sugerem uma fragmentação formativa que demanda uma integração, bem como a articulação político-pedagógica e curricular visando à renovação da perspectiva de educação científica.

Dentre as limitações de nossa proposta de intervenção, encontra-se o desafio de articular discussões sobre CTS a conhecimentos específicos das didáticas das ciências, o que se buscou dirimir com recurso a temáticas contemporâneas, que chamamos de aspectos sociocientíficos.

A limitação supracitada revelou-se também uma potencialidade que surgiu quando se buscou o diálogo, tensionando o limite epistemológico de cada área que compôs esta pesquisa (ensino, ciência, estudos sociais em CT), criando um espaço de colaboração mútua entre pesquisados e pesquisadora na construção de espaços de interdisciplinaridade.

Em última instância, tencionamos aproximar a fronteira entre filosofia e sociologia da ciência e as implicações políticas decorrentes da CT na sociedade em função da relevância que isso possa ter para a docência em ciências e para a educação científica. Naturalmente, neste movimento sobressaem aspectos filosóficos, sociológicos, político-pedagógicos e epistemológicos. Os ECTS se dão neste campo, para o qual importa interpretar tais relações, idealmente de forma equilibrada.

Resgatamos, portanto, a fala de Gatti (2010, p. 1375), para quem é inadequado pensar a formação de professores a partir das ciências e seus diversos campos disciplinares, devendo repensá-la “a partir da função social própria à escolarização – ensinar às novas gerações o conhecimento acumulado e consolidar valores e práticas coerentes com nossa vida civil”.

Compreendemos que os objetivos de uma educação CTS não representam apenas uma mudança curricular para a formação científica. Esta é necessária mas insuficiente sem uma transformação de todas as estruturas educacionais existentes para que possam incorporar este valor ético como central. Somente assim a educação, por meio da formação de cidadãos críticos e politicamente engajados, poderá dar uma resposta à altura do que exigem os desafios contemporâneos.

A temática de formação inicial de professores em conjunto com a perspectiva CTS carece de investigações futuras que sanem a questão da influência das crenças dos docentes sobre as imagens transmitidas sobre as relações CTS, bem como a influência das perspectivas sobre a docência e função do ensino de ciência nos processos e práticas educativas desenvolvidas por estes docentes. Merece ser alvo de investigações futuras o impacto da modalidade aqui eleita para a ADF – EaD, para o envolvimento e motivação dos cursistas, bem como a questão da evasão no curso, em função do perfil do público-alvo, e de como a ADF proposta ou as interações no decorrer das atividades favoreceu ou inibiu a prevalência da evasão.

Por fim, a relevância de nosso trabalho reside na tradição disciplinar contra a qual tentamos nos colocar. Esta é entendida não apenas em um viés cultural como também dos próprios limites do conhecimento, portanto, epistemológico. Ela é marca de nossa identidade docente e resulta que professores em formação se identifiquem mais com sua área específica de conhecimento que com as demandas escolares, o que tem por corolário a resistência a propostas de práticas educativas e curriculares de natureza interdisciplinar. Tal resistência deve ser vencida para que avancemos na construção de uma educação científica emancipadora, que prepare na perspectiva humanística para o exercício da cidadania e participação social qualificada.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ACEVEDO, J. Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial. **Bordón**. [S.l.], v. 52, n. 1, p. 5-16, 2000.

ACEVEDO, J. A. et al. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no ensino das ciências. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 1-15, Apr. 2005.

ACEVEDO, J. A. et al. Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. [S.l.], v.1, n. 1, 2002.

ACEVEDO, J. A. D.; VÁZQUEZ, A, A.; MANASSERO, M. A. M. El movimiento ciencia-tecnología-sociedad y la enseñanza de las ciencias. In: ACEVEDO, J. A. D.; VÁZQUEZ, A, A.; MANASSERO, M. A. M. **Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat**. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears, 2001.

ACEVEDO, J. A. D.; VÁZQUEZ, A, A.; MANASSERO, M. A. M. Evaluación de actitudes y creencias CTS: diferencias entre alumnos y profesores. **Revista de Educación**. [S.l.], n. 328, p. 355-82, 2002.

ACEVEDO, J. A. D.; VÁZQUEZ, A, A.; MANASSERO, M. A. M. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 2, 2003.

AIKENHEAD, G. Research into STS science education. **Educación Química**, v. 16, p. 384-397, 2005.

AIKENHEAD, G. The Social Contract of Science: Implications for Teaching Science. IN: J. Solomon; G. Aikenhead. **STS Education: International Perspectives on Reform**. Teachers College Press, New York, 1994a.

AIKENHEAD, G. What is STS Science Teaching? IN: J. Solomon; G. Aikenhead **STS Education: International Perspectives on Reform**. Teachers College Press, New York, 1994b.

AIKENHEAD, G. Consequences to Learning Science Through STS: A Research Perspective IN: J. Solomon; G. Aikenhead **STS Education: International Perspectives on Reform**. Teachers College Press, New York, 1994c.

AIKENHEAD, G. Collaborative Research and Development to Produce an STS Course for School Science. IN: J. Solomon, G. Aikenhead. **STS Education:**

International Perspectives on Reform. Teachers College Press, New York, 1994d.

AIKENHEAD, G. STS Education: a rose by any other name. In: CROSS, R. (Org.). **A vision for science education: responding to the work of Peter J. Fensham.** New York: Routledge Falmer, 2003, p. 59-75.

AIKENHEAD, G., DUFEE, L. Curriculum change, student evaluation, and teacher practical knowledge. **Science Education**, v. 75, n. 5, p. 493-506, 1992.

AMARAL, C. L. C.; XAVIER, E. da S.; MACIEL, M. D. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos de funções orgânicas em livros didáticos de química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 101-114, 2009.

ARANHA, M. L. A.; MARTINS M.H.P. **Filosofando – Introdução à Filosofia.** São Paulo: Moderna, 2004.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências.** 2002. Tese de Doutorado. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.

AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: W.L.P. Santos; D. Auler. (Org.). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa.** 1. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011, v. único, p. 73-97.

AULER, D. et al. Abordagem Temática: Temas em Freire e no Enfoque CTS. **Atas do VI ENPEC**, Florianópolis, 2007.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? Ensaio.** Pesquisa em Educação em Ciências, v. 03, n. 02, p. 17-29, 2001.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Espanha, v. 05, n. 2, p. 337-355, 2006.

AZAMBUJA, C. C. Prometeu: a sabedoria pelo trabalho e pela dor. **Archai**, n. 10, jan-jul, p. 19-28, 2013.

BAUMGARTEN, M. **Conhecimento e sustentabilidade:** política de ciência, tecnologia e inovação no Brasil contemporâneo. Porto Alegre: Editora da UFRGS/Editora Sulina, 2008.

BELLONI, M. L. **Educação a distância.** 5. ed. Campinas: Autores Associados, 2009.

BELLONI, M. L. Ensaio sobre a educação a distância no Brasil. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 23, n. 78, p. 117-142, Apr. 2002.

BERTICELLI, I. A. **Epistemologia e educação**: da complexidade, auto-organização e caos. Chapecó: Argos, 2006.

BIAZUS, C. A. **Sistema de fatores que influenciam o aluno a evadir-se dos cursos de graduação na UFSM e na UFSC**: um estudo no curso de Ciências Contábeis. 2004, 152 f. Tese (Doutorado) – Programa em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

BIJKER, W. E.; PINCH, T. F. The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. In: BIJKER, W. E.; HUGHES, T. P.; PINCH, T. F. **The Social Construction of Technological Systems - New Directions in the Sociology and History of Technology**, Massachusetts: MIT Press, p. 17-50, 1989.

BITTENCOURT, I. M.; MERCADO, L. P. L. Evasão nos cursos na modalidade de educação a distância: estudo de caso do Curso Piloto de Administração da UFAL/UAB. **Ensaio: aval. pol. públ. Educ.**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 83, p. 465-504, abr./jun. 2014.

BUSH, V. **Science: The Endless Frontier**: A Report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development. Washington, DC: US Government Printing Office, 1945. Disponível em: <<https://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

BYBEE, R. W. Science education and the science-technology-society (STS) theme. **Science Education**, v. 71, n. 5, p. 667-683, 1987.

CACHAPUZ, A. et al. (Org.). **A necessária renovação do ensino de Ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CAPES. **Comunicado nº 001/2012 – Área De Ensino Orientações Para Novos APCNS - 2012** Disponível em: <mnpef.ect.ufrn.br/wp-content/uploads/2017/03/Comunicado-CAPES-2012.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2017.

CARLETTO, M. R.; VON LINSINGEN, I.; DELIZOICOV, D. Contribuições a uma educação para a sustentabilidade. **I Congresso Ibero-americano de CTS+I**, Mesa 16, Palácio de Minería, p. 95-116, 2006.

CARNAP, R. **Autobiografía intelectual**. Barcelona, Paidós, 1992.

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

CASSIANI, S; Von LINSINGEN, I. Formação inicial de professores de ciências: perspectiva discursiva na Educação CTS. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 34, p. 127-147, 2009.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2000.

COELHO, M. L. **A evasão nos cursos de formação continuada de professores universitários na modalidade de educação a distância via internet.** Minas Gerais: UFMG, 2002.

COLLINS, H. M. **Knowledge and controversy. Social Studies Of Science II.** ed. 1981.

COLLINS, H. M. **Mudando a ordem:** reprodução e indução na prática científica. Tradução Sandra C. Becker e Pedro Vianna Cava. Belo Horizonte: Fabrefactum Editora, 2011.

COLLINS, H. M; EVANS, R. **Repensando a Expertise.** Tradução de Igor Antônio L. da Silva. Belo Horizonte: Fabrefactum Editora, 2009.

CONTRERAS, J. A **Autonomia de Professores.** São Paulo: Cortez, 2002.

CUNHA, A. M. **Ciência, Tecnologia e sociedade na Ótica Docente:** Construção e Validação de uma Escala de Atitudes. 2008. 103p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

CUTCLIFFE, S.H. Ciencia, Tecnología y Sociedad: un campo interdisciplinar. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. (Org.): **Ciencia, Tecnología y Sociedad**, p. 20-41. Barcelona: Anthropos, 1990.

DAGNINO, R. O que é o PLACTS (Pensamento Latino-americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade)? **Ângulo**, n. 140, v. 1, p. 47-61, Jan./Mar., 2015.

DAGNINO, R. **Ciência e Tecnologia no Brasil:** o processo decisório e a comunidade de pesquisa. Campinas: Editora da Unicamp, 2007.

DAGNINO, R. **Neutralidade da Ciência e Determinismo Tecnológico:** um debate sobre a tecnociência. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.

DAGNINO, R. A anomalia da política de ciência e tecnologia. **RBCS**, v. 29 n. 86 out. 2014.

DAGNINO, R. A relação universidade-empresa no Brasil e o “argumento da hélice tríplice”. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 2. n. 2. Julho. Brasília, 2003.

DAMIANI, M.F et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação UFPel**, v. 45, p. 57-67, 2013.

DEBOER, G. Scientific literacy: Another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 6, p. 582-601.

DEMO, P. **Metodologia científica em Ciências Sociais.** São Paulo: Atlas, 1981.

DENZIN, N. K. & LINCOLN, Y. **Strategies of Qualitative Inquiry**. Thousand Oaks: SAGE, 1998.

DUARTE, T. R. **O Programa Forte e a Busca de uma Explicação Sociológica das Teorias Científicas: Constituição, Propostas e Impasses**. 2007. 100p. Dissertação (Mestrado em Sociologia) Belo Horizonte: Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas da UFMG, 2007.

ELLUL, J. **The Technological Society**, New York: Knopf, 1964.

FERNANDES, R. F. **Educação CTS e Interdisciplinaridade: perspectivas para Professores do Ensino Médio**. 2016, 193 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, 2016.

FONTES, A.; CARDOSO, A. Formação de professores de acordo com a abordagem Ciência/Tecnologia/Sociedade. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 5, n. 1, p. 15-30, 2006.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1995.

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

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GADAMER, H. G. **Verdade e método I: traços fundamentais de uma hermenêutica filosófica**. Petrópolis: Editora Vozes, 2008.

GALIETA, T. N.; Von LINSINGEN, I. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, Toluca, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

GARCÍA E. M. P. et al. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madrid: OEI, 2003.

GARDINI, A. **Pesquisas avaliam conhecimentos sobre ciência**. ComCiência, Campinas, v. 45, 2003.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a Pedagogia Histórico-Crítica**. 5. Ed. Rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2012.

GATTI, B. A. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1355-1379, Dec. 2010.

GIROUX, H. **Cruzando as fronteiras do discurso educacional: novas políticas em educação**. Tradução Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 1999.

GIROUX, H. Professores como intelectuais transformadores In: GIROUX, H. **Os professores como intelectuais – rumo a uma pedagogia crítica da educação**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997, p. 157-164.

GIROUX, H.; MCLAREN, P. A educação de professores e a política de reforma democrática. In: **Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem**. Tradução Daniel Bueno. Porto Alegre: Artmed, 1997. 270 p.

GIROUX, H.; MCLAREN, P. Formação do professor como uma contraesfera pública: a pedagogia radical como uma forma de política cultural. In: MOREIRA, A. F.; TADEU, T (Org.). **Currículo, cultura e sociedade**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 125-153.

GONZÁLEZ, M. I. G.; LÓPEZ, J. A.C.; LUJÁN, J. L. **Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Madrid: Tecnos, 1996.

HABERMAS, J. **Técnica e ciência enquanto ideologia**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

HABERMAS, J. Modernidade - um projeto inacabado. In: ARANTES, O. B. F.; ARANTES, P. E. **Um ponto cego no projeto moderno de Jürgen Habermas: arquitetura e dimensão estética depois das vanguardas**. São Paulo: Brasiliense, 1992.

HERRERA, A. **Novo enfoque do desenvolvimento e o papel da ciência e da tecnologia**. In: DAGNINO, R.; THOMAS, H. **Ciência, Tecnologia e Sociedade: uma reflexão latino-americana**. Taubaté: Cabral Editora e Livraria Universitária, 2003.

HERRERA, A. **Prospectiva Científica e Tecnológica para a América Latina**. São Paulo, FAUUSP, 1982. (Seminário Tecnologias apropriadas para os assentamentos humanos).

HESSEN, B. **As raízes sócio-econômicas dos Principia de Newton**. In: GAMA, Ruy (Org.). **Ciência e técnica: antologia de textos históricos**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1992, p. 30-89, 1993.

HOFSTEIN A.; YAGER, R. Societal issues as organizers for science education in the 80s. **School Science and Mathematics**, v. 82, n. 7, p. 539-547, 1982.

HORKHEIMER, M. **Eclipse da razão**. São Paulo: Centauro, 2002.

ILLICH, I. **Tools For Conviviality**. New York: Harper and Row, 1973.

JAEGER, W. W. **Paidéia: a formação do homem grego**. Trad. Artur M. Parreira. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

JAPIASSU, H. **Ciência e destino humano**. Rio de Janeiro: Imago, 2005.

- JONAS, H. **Princípio Responsabilidade**: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica. Rio de Janeiro: Contraponto: PUC- Rio, 2006. 354p.
- KNELLER, G. F. **A Ciência como Atividade Humana**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980.
- KORTLAND, K. An STS case study about students' decision making on the waste issue. **Science Education**, v. 80, n. 6, p. 673-89, 1996.
- KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2003.
- LACEY, H. Ciência, respeito à natureza e bem-estar humano. **Sci. stud.**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 297-327, set. 2008.
- LATOUR, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório**: a produção de fatos científicos. Tradução de Angela R. Vianna. Rio de Janeiro: Editora Relume Dumará, 1997.
- LAUGKSCH, R.C. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. **Science Education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.
- LAYTON, D. **Science for the people**. London: Allen and Unwin, 1973.
- LEITE, R. R. **Formação continuada par professores de Biologia sobre natureza da Ciência sobre Tecnologia (NDC&T) e Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)**. 2016, 261 f. Tese (Doutorado) - Universidade Cruzeiro do Sul, 2016.
- LIMA FILHO, D. L. A “era tecnológica” entre a realidade e a fantasia: reflexões a partir dos conceitos de trabalho, educação e tecnologia em Marx. **Revista HISTEDBR**, Campinas, número especial, p. 83-92, ago. 2010.
- LIMA, A. D. C.; BICALHO, R. N. M. Uso do plugin Moodle: relatório gráfico do fórum na Rede E-Tec e Profucionário do IFB. In: **IV Fórum EaD do IFB, 2016, Brasília**. Expansão da EaD no contexto da educação profissional e tecnológica: desafios e conquistas. Brasília: IFB, 2016. v. 1. p. 86-91.
- LÓPEZ, J. A. C.; VERDADERO, C. Introduction: Science, technology and society studies - from the European and American north to the Latin American south. **Technology in Society**, v. 25 n. 2, p.153–170, 2003.
- LUDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.
- MARTÍNEZ, L. F.P. **Questões sociocientíficas na prática docente**: Ideologia, autonomia e formação de professores. São Paulo: Editora UNESP, 2012, 360 p. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/bd67t/pdf/martinez-9788539303540.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2019.
- MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. El programa Tecnología, Ciencia, Natureza y Sociedad. In: MEDINA, M.; SANMARTÍN, J. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**:

estudos interdisciplinares en la universidad, en la educación y en la gestión pública. Barcelona: Anthropos, 1990.

MERTON, R. K. **Ensaio de Sociologia da Ciência**. Tradução de Sylvia G. Garcia e Pablo R. Mariconda. São Paulo: Editora 34, 2013.

MILLAR, R. Towards a science curriculum for public understanding. **School Science Review**, v. 77, n. 280, p. 7-18, 1996.

MION, R.; ALVES, J.; CARVALHO, W. Implicações da relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: subsídios para a formação de professores de física. **Experiências em Ensino de Ciências**. [S.l.], v.4, n. 2, p. 47-59, 2009.

MITCHAM, C. Why science, technology, and society studies? **Bulletin of Science, Technology & Society**, 1999.

MITCHAM, C. Justifying public participation in technical decision making. **Technology and Society Magazine**, p. 40-46, 1997.

MITCHAM, C. In search of a new relation between science, technology, and society. **Technology in society**. 1989.

MOORE, M. G; KEARSLEY, G. **Educação a distância: uma visão integrada**. São Paulo: Thomson Learning, 2007

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 2. ed. Ijuí: Unijuí, 2011.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, [S.l.], v. 10, n. 39, p. 225-249, ago. 2012.

NEDER, R. T.; MORAES, R.A. **Para onde vai a política de ciência & tecnologia no Brasil**. Uberlândia: Navegando Publicações, 2017.

NEHER, C. O desmonte da ciência brasileira. **DW Brasil**. Publicado em 08 abr. 2019. Disponível em: <<https://m.dw.com/pt-br/o-desmonte-da-ci%C3%A2ncia-brasileira/a-48216895>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

NIEZER, T. M. **Formação continuada por meio de atividades experimentais investigativas no ensino de química com enfoque CTS**. 2017. 268 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

NÓVOA, Antônio. Formação de professores e formação docente. In: **Os professores e a sua formação, do mesmo autor**. Publicações Dom Quixote, Lisboa, 1992.

OLIVEIRA, F. **Crítica à razão dualista. O ornitorrinco**. São Paulo, Boitempo, 2003.

OLIVEIRA, L. V. Educação Científico-Tecnológica e desenvolvimento tecnocientífico: em busca de uma reorientação social para a C&T. **Tecnia**, v. 3, n. 1, 2018.

OLIVEIRA, M. B. Neutralidade da ciência, desencantamento do mundo e controle da natureza. **Sci. stud.**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 97-116, 2008.

OLIVEIRA, P. R.; OESTERREICH, S. A.; ALMEIDA, V. L. School dropout in graduate distance education: evidence from a study in the interior of Brazil. **Educ. Pesqui.**, São Paulo, v. 44, e165786, 2018.

OLIVEIRA, R. R. **A história das Ciências no Ensino de Química**: implicações para uma abordagem CTS na formação continuada de professores. 2016, 197 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do ABC, 2016.

PACEY, A. **La cultura de la tecnología**. Cidade do México: Fondo de Cultura Económica, 1990.

PACHECO, A. S. **Evasão**: análise da realidade do curso de graduação em Administração a Distância da Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.

PALÁCIOS, M. O Programa Forte de Sociologia do Conhecimento e o princípio da causalidade. In: PORTOCARRERO, V. (Org.). **Filosofia, história e sociologia das ciências I**: abordagens contemporâneas. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1994. p. 175-198.

PEDRETTI, E. Teaching Science, Technology, Society and Environment (STSE) Education: Preservice Teachers' Philosophical and Pedagogical Landscapes. In: ZEIDLER, D. (Org.). **The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education**. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 2003, p. 219-39.

PINTO, A. V. **O conceito de tecnologia**. Rio de Janeiro, Contraponto, 2005.

POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo: CULTRIX, 1974.

POSTMAN, N. **Technopoly**: the surrender of culture to technology. Nova Iorque: Vintage Books, 1993.

PRAKASH, M. S.; WAKS, L. J. Four Conceptions of Excellence. **Teachers College Record**, v. 87, n. 1, p. 79–101, 1985.

PREMEBIDA, A.; NEVES, F. M.; ALMEIDA, J. Estudos sociais em ciência e tecnologia e suas distintas abordagens. **Sociologias**, Porto Alegre, v. 13, n. 26, jan./abr. 2011, p. 22-42

PREWITT, K. **Scientific Illiteracy and Democratic Theory**. Kettering Review, Summer, 1985.

RUSSELL, B. Logical Positivism. In: Robert Charles Marsh (ed.): **Logic and Knowledge – Essays 1901 -1950**. Londres: George Allen; Unwin Ltd/ Nova York: The Macmillan Company, p. 367-382, 1971.

SÁBATO, J., MACKENZIE, M. **La producción de tecnología**. Ed. Nueva Imagen, México, 1982.

SACRISTÁN, J. G; GÓMEZ, A. I. P. **Comprender e transformar o ensino**. 4. ed. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SANTOS, M. **O Espaço do Cidadão**. São Paulo: Editora Nobel, 1987.

SANTOS, M. **Por uma outra Globalização: do pensamento único à consciência universal**. 3. ed. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SANTOS, W.L.P. Educação Científica Humanística em Uma Perspectiva Freireana: Resgatando a Função do Ensino de CTS. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 109-131, mar. 2008.

SANTOS, W.L.P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação** v. 12, n. 36, set./dez. 2007.

SANTOS, W.L.P. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira**. Dissertação. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP, 1992.

SANTOS, W.L.P. MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciênc. educ. (Bauru)**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W.L.P. MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CT-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 2, n. 2, dez. 2002.

SANTOS, W.L.P. MORTIMER, E. F. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Editora Unijuí: Ijuí, 2014.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2014.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. 32. Ed. Campinas: Autores Associados, 1999.

SAVIANI, D. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações**. São Paulo: Autores Associados, 1997.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Trad. de Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SHAMOS, M. H. **The myth of scientific literacy**. New Brunswick: Rutgers University Press, 1995.

SILVA, B. H. **A perspectiva CTS na formação inicial de professores de química**: construindo subsídios para uma ação didático-pedagógica inovadora. 2014. 164 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2014.

SILVA, L. R. **Contribuições de uma disciplina CTS para a qualidade da educação**: um estudo de caso na formação inicial de professores. 2013. Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2013.

SILVA, M. A. A. **Ciência, tecnologia e sociedade, experimentação e formação inicial de professores de química**: explorando Possibilidades. Dissertação de Mestrado (Pós-graduação em Educação Científica e Formação de Professores) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016.

SNOW, C.P. **As duas culturas e uma segunda leitura**: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica. São Paulo: Editora da USP, 1995.

SOARES, M. Alfabetização e letramento: Caminhos e Descaminhos. **Revista Pátio**. Ano VIII, n. 29, fev./abr. 2004.

SOLOMON, J. Science technology and society courses: Tools for thinking about social issues. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p.379-387, 1988

SOUSA, R. S.; GALIAZZI, M. C. O jogo da compreensão na análise textual discursiva em pesquisas na educação em ciências: revisitando quebra-cabeças e mosaicos. **Ciênc. Educ.**, Bauru, v. 24, n. 3, p. 799-814, 2018.

SOUSA, R. S.; GALIAZZI, M. C. A categoria na Análise Textual Discursiva: sobre método e sistema em direção à abertura interpretativa. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, p. 514-538, 2017a.

SOUSA, R. S.; GALIAZZI, M. C. Traços da hermenêutica filosófica na educação em ciências: possibilidades à educação química. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, p. 279-304, 2017b.

SOUSA, R. S.; GALIAZZI, M. C. Compreensões acerca da hermenêutica na análise textual discursiva: marcas teórico-metodológicas à investigação. **Revista Contexto & Educação**, Ijuí, v. 31, n. 100, p. 33-55, 2017c.

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil**: sentidos e perspectivas. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. D. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.

- TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação**. [S.l.], n. 13, p. 5-24, 2000.
- TARDIF, M.; LESSARD, C. **O trabalho docente**: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas. Rio de Janeiro: Vozes, 2005.
- TRIGUEIRO, M. G. S. **Ciência, Verdade e Sociedade**: contribuições para um diálogo entre Sociologia e a Filosofia da Ciência. Belo Horizonte: Editora Fabrefactum, 2012.
- VACCAREZZA, L. S. Ciencia, tecnología y sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revist@ do Observatório do Movimento pela Tecnologia Social da América Latina**, v. 01, n. 01, p. 42–64, jul. 2011.
- VARSAVSKY, O. **Ciencia, política y cientificismo**. Buenos Aires: CEAL, 1978.
- VARSAVSKY, O. **Proyectos nacionales. Planteos y estudios de viabilidad**. Ediciones Periferia, Buenos Aires, 1971.
- VÁSQUEZ, A. S. **Filosofia da práxis**. Rio de Janeiro: Terra e Paz, 1968.
- VEIGA, I. P. A. A construção da didática numa perspectiva histórico-crítica de educação – estudo introdutório. In: Oliveira, M. R. N. S. (Org.), **Didática: ruptura, compromisso e pesquisa**. Campinas, Papyrus, 1993.
- VOGT, C. A. **A espiral da cultura científica**. ComCiência, Campinas, v. 45, 2003.
- VON LINSINGEN, I. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino (Online)**, v. 01, p. 01-16, 2008.
- VYGOTSKY, L. S. **The Collected Works of L.S. Vygotsky**. v. 6, New York: Plenum, 1999.
- VYGOTSKY, L. S. (1927). **Obras Escogidas**. v. 1, 2. ed., Moscú: Editorial Pedagógica, 1997.
- WAKS, L.J. A Technological Literacy Credo. **Bulletin of Science, Technology and Society**. v. 7, n. 1-2, p. 357-366, 1987.
- WAKS, L.J. **Educación en ciencia, tecnología y sociedad**: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos actuales. In: MEDINA, M., SANMARTÍN, J. (Eds.). **Ciencia, tecnología y sociedad: estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión política y social**. Barcelona, Anthropos, Leioa: Universidad del País Vasco, 1990.
- WAKS, L.J. Critical Theory and Curriculum Practice in STS Education. **Journal of Business Ethics**, v. 8, pp. 201-207, 1989a.

WAKS, L.J. Value Judgment and Social Action in Technology Studies. **Journal of Technology and Design Education**, v. 4, p. 35-49, 1994.

WAKS, L.J. New Challenges for Science, Technology, and Society Education. **Technology in Society**, v. 11, p. 427-432, 1989b.

WAKS, L.J. The responsibility spiral: A curriculum framework for STS education. **Theory Into Practice**, v. 31, n. 1, p. 13-19, 1992.

WINNER, L. Do Artifacts have Politics? In: WINNER, L. **The Whale and the Reactor – A Search for Limits in an Age of High Technology**. Chicago: The University of Chicago Press, p. 19-39, 1986.

ZABALA, A. **A Prática Educativa. Como ensinar**. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ARTMED, 1998.

APÊNDICE A

MATRIZ CURRICULAR DETALHADA DA ADF

TÓPICOS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE	
Módulo I: Conhecendo a EaD	
Carga Horária: 5h	
OBJETIVOS	BASES TECNOLÓGICAS
Conhecer a Plataforma Moodle Apresentar o Plano de Curso Traçar perfil do estudante	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos e Características do Ambiente Virtual de Aprendizagem.
Módulo II: A Racionalidade científica	
Carga Horária: 15h	
OBJETIVOS	BASES TECNOLÓGICAS
Identificar a construção dinâmica do conhecimento científico Delimitar a concepção herdada de ciência. Debater aspectos de Natureza da Ciência	<ul style="list-style-type: none"> • O paradigma moderno de ciência • Características do conhecimento científico • O “método científico” • Cientistas e questões sócio-científicas
BIBLIOGRAFIA BÁSICA	
FOUREZ, G. A construção das ciências . São Paulo: Editora da Unesp, 1995. (Caps. 1, 2, 3, 4 e 12).	
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	
LACEY, H. Valores e atividade científica 2 . São Paulo: Associação filosófica Scientiae&Studia. Editora 34, 2010. 352p.	
Módulo III: O Desenvolvimento tecnológico	
Carga Horária: 15h	

OBJETIVOS	BASES TECNOLÓGICAS
Definir tecnologia e técnica Debater aspectos de Natureza da Tecnologia Questionar o desenvolvimento tecnológico quanto a suas finalidades	<ul style="list-style-type: none"> • O conceito de tecnologia • Concepções sobre tecnologia • Tecnologia e Desenvolvimento social • Tecnologia e Sustentabilidade • Política de CT
BIBLIOGRAFIA BÁSICA	
<p>WINNER, L. Do Artifacts have Politics? em _____. 1986. "The Whale and the Reactor – A Search for Limits in an Age of High Technology". Chicago: The University of Chicago Press. p. 19-39. Tradução de Fernando Manso. Disponível em: http://www.necso.ufrj.br/Trads/Artefatos%20tem%20Politica.htm Acesso em: 27 Nov. 2017.</p> <p>FEENBERG, A. O que é filosofia da tecnologia? In: NEDER, R. (org.) Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília: Centro de Desenvolvimento Sustentável/UnB, 2010.</p> <p>PINTO, A. V. O conceito da tecnologia. Volume 1. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005. (Introdução e Cap. I p.1-61).</p> <p>DUSEK, V. Filosofia da Tecnologia. São Paulo: Edições Loyola, 2009. (Caps. 1e 2; p.9-55).</p>	
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	
<p>ACEVEDO, G.R. Ciencia, tecnología y sociedad: una mirada desde la educación en tecnología. Revista Iberoamericana de Educación, nº 18, 1998. Disponível em: http://rieoei.org/historico/oeivirt/rie18a05.htm Acesso em: 27 Nov. 2017.</p> <p>VACCAREZZA, L.S. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión América Latina. Revista Iberoamericana de Educación, nº 18, 1998, p. 13-40.</p> <p>LÓPEZ CERREZO, J.A. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión Europa y Estados Unidos. Revista Iberoamericana de Educación, nº 18, 1998, p. 41-68.</p>	
Módulo IV: Movimento CTS e interações entre CT e Sociedade	Carga Horária: 15h
OBJETIVOS	BASES TECNOLÓGICAS
Apresentar o contexto histórico do surgimento do movimento CTS Caracterizar os princípios teóricos e analíticos dos ECTS Situar o PLACTS enquanto instância Latino Americana dos ECTS	<ul style="list-style-type: none"> • A relação entre modelos tecnocráticos e democráticos para tomada de decisão em CT. • Influência mútua entre CT e Sociedade • Origem do pensamento CTS • Objetivos CTS

	<ul style="list-style-type: none"> • O Pensamento Latino-Americano em CTS • Relações entre desenvolvimento e CT na América Latina
BIBLIOGRAFIA BÁSICA	
DAGNINO, R. Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência. Campinas: Editora da Unicamp, 2008. DAGNINO, R. Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas. Campina Grande: EDUEPB; Florianópolis: Ed. Insular, 2014. 319p. (online)	
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	
SANTOS, Boaventura de Souza (Org). Conhecimento Prudente Para Uma Vida Decente. Ed. Cortez, São Paulo, 2003. JAPIASSU, H. Ciência e Destino Humano. Rio de Janeiro: Imago, 2005. DAGNINO, R. O que é o PLACTS (Pensamento Latino Americano em Ciência, Tecnologia, Sociedade). Em: NEDER, R. (org.) CTS - ciência tecnologia sociedade - e a produção de conhecimento na universidade. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina. UnB/Capes - Escola de Altos Estudos, Cadernos Primeira Versão, Série 1. Construção Social da Tecnologia. Número 4. 2013. Prefácio p. 33-52.	
Módulo V: CTS e Educação Científica	Carga Horária: 10h
OBJETIVOS	BASES TECNOLÓGICAS
Compreender a dimensão educacional da abordagem CTS	<ul style="list-style-type: none"> • Educação Científica com enfoque CTS. • O conceito de Alfabetização e Letramento Científico-Tecnológico
BIBLIOGRAFIA BÁSICA	
SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. Revista Brasileira de Educação, v. 36, p. 474-492, 2007. SANTOS, W. L. P. dos. Significados da Educação Científica com Enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisas. Brasília: Editora UnB, 2011, p. 21-47.	
BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	
AIKENHEAD, G.S. Science Education for Everyday Life: evidence-based practice. New York: Teachers College, Columbia University, 2006. 186p. (Caps. 1 e 2, p. 1-23). STRIEDER, R. B. Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2012.	

APÊNDICE B

PLANO DE CURSO APROVADO PARA OFERTA



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

Campus Estrutural

PLANO DE CURSO

Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade

Brasília – DF
2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

Wilson Conciani
Reitor (a)

Adilson César de Araújo
Pró-Reitor (a) de Extensão e Cultura – PREX

Campus Estrutural
Marcelo Silva Leite
Diretor Geral

Caroline Soares Mendes
Diretora de Ensino, Pesquisa e Extensão

Najla Fouad Saghié
Coordenador (a) de Extensão e Estágio

Loryne Viana de Oliveira
Coordenador (a) de Curso



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

1 – Identificação do curso

- 1.1 Título do curso:** Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade
- 1.2 Eixo Tecnológico:**
- 1.3 Modalidade:** A Distância
- 1.4 Área de abrangência:** Distrito Federal
- 1.5 Local de realização:** **Campus Estrutural**
- 1.6 Carga horária total:** 60h/a
- 1.7 Público-Alvo:** Estudantes de licenciatura em Ciências da Natureza (Biologia, Física, Química) de Instituições de Educação Superior do Distrito Federal
- 1.8 Forma de ingresso:** **Chamada Pública**
- 1.9 Critérios para participação:** Estar cursando licenciatura em Ciências da Natureza (Biologia, Física, Química).
- 1.10 Período de realização:** setembro/outubro 2018
- 1.11 Número de turmas:** 1
- 1.12 Número de vagas por turma:** 36

2 – Justificativa

Os propósitos da educação científica variam em função do momento histórico e social pelo qual se passa, em uma sociedade crescentemente dominada pela Ciência e Tecnologia – CT, torna-se premente preparar cidadãos não apenas para participar como consumidores, mas como agentes dotados de capacidade crítica para analisar e decidir a respeito de temas que afetam diretamente interesses comuns da sociedade. Nesta perspectiva, pensa-se uma educação científica que promova a compreensão e uso da tecnologia e para a consolidação da democracia, influenciando discussões sobre ciência-tecnologia-sociedade - CTS.

Do ponto de vista técnico, para Bybee (1987, p.85), os objetivos da educação CTS se consubstanciam em: (a) aquisição de conhecimento - conceitos de CT e sobre a CT para a vida pessoal, cívica e cultural; (b) desenvolvimento de habilidades de aprendizagem - processos de investigação científica ou tecnológica para reunir informação, solucionar problemas e tomar decisões, e (c) desenvolvimento de valores e ideias - lidar com as interações entre ciência, tecnologia e sociedade em questões locais, políticas públicas e problemas globais.

Ou seja, a educação científica na perspectiva CTS não propõe apenas anunciar a CT como estando inseridas no contexto social, mas “a efetiva articulação entre ambas, o que se dá a partir de parâmetros: (a) Racionalidade Científica, (b) Desenvolvimento Tecnológico e (c) Participação Social, na perspectiva do desenvolvimento de compromissos sociais” (STRIEDER et al. 2016), ou na perspectiva de Jonas (2006), do desenvolvimento de responsabilidades.

A pertinência, realidade e relevância da abordagem CTS no ensino de ciências se apresenta amplamente, fato comprovado pela quantidade crescente de publicações nacionais com a temática nos últimos anos. Diferentes documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

Nacionais, Lei de Diretrizes e Base da Educação Nacional, voltados à educação científica e ao ensino médio trazem respaldam esta abordagem (STRIEDER et al, 2016).

Para que esta realidade possa ser traduzida em mudanças curriculares, de metodologias, práticas pedagógicas e educativas, é necessário considerar as compreensões e de atitudes de professores de ciências para com tal abordagem e seus pressupostos. Em outras palavras:

Ensinar ciências no cenário atual requer que os professores compreendam as origens das inovações científicas e tecnológicas; lutem contra as desigualdades impostas pelo capital e pelo exercício do poder; e abram novos horizontes aos estudantes no sentido de se desenvolverem humana e integralmente. (NASCIMENTO et al., 2010)

Justificada a relevância de nosso curso, resta lembrar que o Censo da Educação Superior de 2016 revela que os cursos de licenciatura correspondem a 18,9% do total de matrículas, sendo que 48,5% foi o aumento observado no número de matrículas dos cursos de licenciatura entre 2006 e 2016. No Distrito Federal não há dados oficiais com relação a matrículas em licenciaturas da área de ciências da natureza, entretanto, na rede pública oferta é de 120 vagas semestrais apenas pelo IFB, enquanto pela Universidade de Brasília a oferta é de 102 vagas semestrais.

Segundo os dados do mesmo censo, no Distrito Federal há 4 alunos na rede privada para cada aluno na rede pública, o que nos permite inferir que também seja significativo o número de matrículas em licenciaturas de ciências da natureza nestas instituições. Na educação superior privada destaca-se a Universidade Católica de Brasília, que oferta toda licenciaturas em ciências da Natureza. Neste sentido, estima-se que haja demanda, sobretudo considerando a resolução CNE/CP 02 de 2002, que institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura, de graduação plena, segundo a qual a carga horária destinada às atividades complementares (acadêmico-científico-culturais) é de 200h.

O potencial da proposta reside na inovação de propor tal formação em tópicos CTS, muito necessária para aperfeiçoar a compreensão, atitudes e conhecimentos de futuros professores de ciências sobre as relações CTS, os tornando mais propensos e confiantes na adoção desta abordagem, combinada à possibilidade de atendimento na possível demanda reprimida por atividades complementares por este público.

O Campus Estrutural do Instituto Federal de Brasília possui como eixo principal Controle e Processos Industriais, entretanto se articula na oferta de Licenciatura em Matemática. Cumpre dizer que a área de Ensino de Ciências frequentemente é classificada junto à área de Ensino de Matemática, já que a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior [CAPES] as agrupa sob a mesma área – Área 46.

3 – Objetivos

3.1. Objetivo Geral: Introduzir, através de questões sócio-científicas, os pressupostos teórico-analíticos da abordagem CTS.

3.2. Objetivos Específicos:



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

- Oferecer subsídios teóricos para futuros professores de ciências sobre as relações CTS;
- Aperfeiçoar a compreensão, atitudes e conhecimentos sobre as relações CTS;
- Tornar os futuros professores de ciências mais propensos e confiantes na adoção da abordagem CTS no ensino de Ciências.

4 – Perfil Profissional de Conclusão do Curso

Ao final do curso o estudante deve estar habilitado a reconhecer a relevância da abordagem CTS para o ensino de ciências, tendo sido apresentado a diversas questões sócio-científicas e a um ferramental teórico e prático para o familiarizar com a abordagem CTS.

5 – Matriz Curricular e Ementa

Componente curricular	Ementa (conteúdo programático)	Carga horária
Conhecendo a EaD	Recursos e Características do Ambiente Virtual de Aprendizagem.	5 h/a
A Racionalidade científica	O paradigma moderno de ciência Características do conhecimento científico O “método científico” Cientistas e questões sócio-científicas	15h/a
O Desenvolvimento tecnológico	O conceito de tecnologia Concepções sobre tecnologia Tecnologia e Desenvolvimento social Tecnologia e Sustentabilidade Política de CT	15h/a
Movimento CTS e interações entre CT e Sociedade	A relação entre modelos tecnocráticos e democráticos para tomada de decisão em CT. Influência mútua entre CT e Sociedade Origem do pensamento CTS Objetivos CTS O Pensamento Latino-Americano em CTS	15h/a
CTS e Educação Científica	Educação Científica com enfoque CTS. O conceito de Alfabetização e Letramento Científico-Tecnológico	10h/a

6 – Metodologia

Quanto à sequência do ensino CTS, optamos por uma ferramenta de organização da unidade CTS optamos enquanto metodologia, pelo ciclo da responsabilidade (WAKS, 1992). Ele constitui um quadro organizativo para auxiliar educadores a selecionar, organizar e planejar sequências didáticas que promovam os objetivos da educação CTS, de forma que, percorrendo as fases do ciclo, educandos sejam “orientados na constituição de suas



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

convicções e compromissos, estilo de vida, escolhas e valores como estes incidem sobre assuntos do domínio tecnológicos frente à nossa sociedade” (WAKS, 1992, p.13).

O objetivo é que, conforme se avance no ciclo, confrontando e refletindo sobre temas crescentemente complexos em ciência e tecnologia, seja possível desenvolver e amadurecer a responsabilidade social dos educandos. Este modelo organizativo enfoca o desenvolvimento de responsabilidades. Cada ciclo possui 5 fases: auto compreensão, estudo e reflexão, tomada de decisão, ação responsável e integração. Esquemáticamente representamos abaixo a estruturação de unidades CTS de acordo com os diferentes elementos conceituais:

- a) Auto compreensão: Educandos devem compreender-se enquanto membros da sociedade enquanto agente responsável pelo meio ambiente. Envolve olhar para o sistema indivíduo-sociedade-meio ambiente como um todo interdependente, e devemos nos corresponsabilizar pelas decisões coletivas através de tomada de decisão e resoluções do processo democrático.
- b) Estudo e reflexão: é nesta etapa que se apresentam de forma clara as relações mantidas entre os elementos da tríade CTS, enfatizando sobretudo os impactos da ciência sobre a sociedade os impactos da tecnologia sobre a sociedade.
- c) Tomada de decisão: a meta desta etapa é engajar o educando na solução de problemas e tomada de decisão, considerando a natureza indeterminada das questões tratadas, não se trata de suspender o juízo de forma escapista, mas sim de que do fracasso em resolver apenas através dos subsídios oferecidos pela própria ciência ou por critérios técnicos, o educando deve confrontar as informações e alternativas para ir além delas, tomar uma decisão e julgar o mais apropriado a se fazer.
- d) Ação responsável: é o momento em que o educando é encorajado a se envolver em um curso de ação individual ou social após ponderar escolhas entre valores subjacentes a diferentes cenários, o que implica que a educação CTS vá além da racionalidade acadêmica (WAKS & PRAKASH, 1985).
- e) Integração: É necessário ter como alvo a generalização sobre as relações CTS partindo de um assunto específico, o que torna o educando não apenas um ator responsável, mas um indivíduo que cultiva suas responsabilidades.

7 – Recursos

7.1 – Equipe docente e/ou técnica

Docente: Loryne Viana de Oliveira

7.2. Recursos Materiais (Infraestrutura física/ Equipamentos/Insumos)

Plataforma Moodle operante. Papel para confecção de matrícula e certificação.

8 – Avaliação e Critérios de Conclusão de Curso

Será realizada uma avaliação diagnóstica no formato de questionário.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

Os instrumentos de avaliação serão Atividades Autoinstrutivas (40%), Participação em fóruns (40%), Envio de Tarefas (Pesquisas, Produção de Texto, etc.) (10%) e Auto Avaliação (10%).

A frequência mínima para aprovação é de 75% da carga horária do curso.

9 – Certificados

Certificado de curso de extensão de 60h/a intitulado “Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade”.

Fará jus ao certificado o aluno que obtiver o conceito APTO tendo atingido média de 60% ao final das atividades do curso.

10 – Referências

BYBEE, R. W. **Science education and the science-technology-society (STS) theme.** Science Education, Vol. 71, n. 5, p.667-683, 1987.

JONAS, H. **Princípio Responsabilidade: ensaio de uma ética para a civilização tecnológica.** Rio de Janeiro: Contraponto: PUC- Rio, 2006. 354p.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H. L.; MENDONÇA, V. M. **O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais.** Revista HISTEDBR On-line, Campinas, n.39, p. 225-249, set.2010

STRIEDER, R. B.; SILVA, K. M. A. E.; FERNANDES SOBRINHO, M.; SANTOS, W. L. P. **A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros?** ACTIO: Docência em Ciências, v. 1, p. 86-106, 2016.

WAKS, L. J. **The responsibility spiral: A curriculum framework for STS education.** Theory Into Practice, 31:1, 13-19, 1992. DOI: 10.1080/00405849209543519

11 – Casos Omissos

Os casos omissos serão resolvidos pela coordenação do curso.

APÊNDICE C

PLANO DE ENSINO DA ADF



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

PLANO DE ENSINO

Curso	Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade		
Módulo:	Único	Semestre:	2018.2
Carga Horária Total:	60h	Período:	24/09/2018 a 09/11/2018
Professora:	Loryne Viana de Oliveira		
E-mail:	loryne.oliveira@ifb.edu.br		

EMENTA

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) representa uma inovação no campo educacional objetivando formar cidadãos capazes de dominar conceitos de/sobre ciência e tecnologia para a vida pessoal, cívica e cultural. Considerando os fracassos da abordagem tradicional do ensino escolar de ciências e a pertinência da abordagem CTS, o curso se propõe a dotar professores de ciências de subsídios teóricos e práticos voltados a estimular condutas reflexivas e transformadoras que viabilizem a construção de estratégias de ensino-aprendizagem cujo motor seja o desejo de investigar e agir sobre seus contextos de atuação e da compreensão da complexa relação ciência-tecnologia-sociedade, bem como aperfeiçoar sua compreensão, atitudes e conhecimentos sobre relações CTS no intuito de evitar que visões distorcidas sobre a natureza da CT e sua relação com o contexto social sejam transferidas através do ensino. Para tanto, compõe a ementa do presente curso: o paradigma moderno de ciência; características do conhecimento científico; o “método científico”; cientistas e questões sócio-científicas; o conceito de tecnologia; concepções sobre tecnologia; tecnologia e desenvolvimento social; tecnologia e sustentabilidade; política de CT; a relação entre modelos tecnocráticos e democráticos para tomada de decisão em CT; influência mútua entre CT e Sociedade; origem do pensamento CTS; objetivos CTS, o Pensamento Latino-Americano em CTS; relações entre desenvolvimento e CT na América Latina; Educação Científica com enfoque CTS e o conceito de Alfabetização e Letramento Científico-Tecnológico.

OBJETIVOS

Geral: Introduzir, através de questões sócio-científicas, os pressupostos teórico-analíticos da abordagem CTS. Oferecer subsídios teóricos para futuros professores de ciências sobre as relações CTS; Aperfeiçoar a compreensão, atitudes e conhecimentos sobre as relações CTS; Tornar o futuros professores de ciências mais propensos e confiantes na adoção da abordagem CTS no ensino de Ciências.

Específicos: Identificar a construção dinâmica do conhecimento científico; Delimitar a concepção herdada de ciência; Debater aspectos de Natureza da Ciência; Definir tecnologia e técnica; Debater aspectos de Natureza da Tecnologia; Questionar o desenvolvimento tecnológico quanto a suas finalidades; Apresentar o contexto histórico do surgimento do movimento CTS; Caracterizar os princípios teóricos e analíticos dos ECTS; Situar o PLACTS enquanto instância Latino Americana dos ECTS.

METODOLOGIA DE ENSINO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

As discussões serão desenvolvidas por meio de estratégias didático-pedagógica diversas, incluindo: Utilização do Ambiente Virtual de Aprendizagem; Leitura de textos inerentes às aulas; Atividades de revisão de leitura; Jogos; Tarefas e Fórum de Debates.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Carga Horária	Semana	Descrição do Conteúdo
10h	Semana 01 (24/09 a 30/09)	Módulo I- Conhecendo a EaD (Conteúdo Interativo I, Fórum de Apresentação , Perfil do Estudante e Questionário Inicial) e Módulo II- Racionalidade Científica (Enquete e Conteúdo Interativo II).
10h	Semana 02 (01/10 a 07/10)	Módulo II- Racionalidade Científica (Atividade Autoinstrutiva e Fórum de Discussão).
10h	Semana 03 (08/10 a 14/10)	Módulo III- Desenvolvimento Tecnológico (Escolha , Conteúdo Interativo e Atividade Autoinstrutiva).
10h	Semana 04 (15/10 a 21/10)	Módulo III- Desenvolvimento Tecnológico (Fórum de Discussão) e Módulo IV - Movimento CTS (Enquete e Conteúdo Interativo).
10h	Semana 05 (22/10 a 28/10)	Módulo IV- Movimento CTS (Atividade Autoinstrutiva , Fórum de Discussão) e Módulo V - Educação CTS (Conteúdo Interativo).
10h	Semana 06 (24/10 a 04/11)	Módulo V- Educação CTS (Laboratório de Avaliação , Questionário Final e Avaliação do Curso).

AVALIAÇÃO

Semana	Data prevista	Atividade	Valor
01	24/09 a 27/09	Fórum de Apresentação [M1]	-
	24/09 a 30/09	Questionário Inicial - Obrigatório	0,35
	24/09 a 27/09	Enquete [M2]	0,1
02	01/10 a 07/10	Atividade Autoinstrutiva [M2]	1,0
	01/10 a 07/10	Fórum de Discussão [M2]	1,0
03	08/10 a 11/10	Escolha [M3]	0,1
	08/10 a 14/10	Atividade Autoinstrutiva [M3]	1,0
04	15/10 a 21/10	Fórum de Discussão [M3]	1,0
	15/10 a 18/10	Enquete [M4]	0,1
05	22/10 a 28/10	Atividade Autoinstrutiva [M4]	1,0
	22/10 a 28/10	Fórum de Discussão [M4]	1,0
06	29/10 a 09/11	Laboratório de Avaliação [M5]	2,0
	29/10 a 09/11	Questionário Final - Obrigatório	0,35
	31/10 a 09/11	Avaliação do Curso [M5]	1,0



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

Atividades Autoinstrutivas (30%), Participação em fóruns (30%), Laboratório de Avaliação (20%), Envio de Tarefas (Questionários, Enquetes, Escolha) (10%) e Avaliação do Curso (10%).

A frequência mínima para aprovação é de 75% da carga horária do curso e será auferida mediante realização de atividades e acesso à plataforma. O desempenho mínimo para ser considerado APTO ao final do curso é de 60%.

RECURSOS DIDÁTICOS

Vídeos da Plataforma; Conteúdo Didático Interativo; Textos Complementares, Jogos da Plataforma.

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- FOUREZ, G. **A construção das ciências**. São Paulo: Editora da Unesp, 1995. (Caps. 1, 2, 3, 4 e 12).
- WINNER, L. **The Whale and the Reactor – A Search for Limits in an Age of High Technology**. Chicago: The University of Chicago Press. p. 19-39.
- FEENBERG, A. **O que é filosofia da tecnologia?** In: NEDER, R. (org.) Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia. Brasília: Centro de Desenvolvimento Sustentável/UnB, 2010.
- PINTO, A. V. **O conceito da tecnologia**. Volume 1. Rio de Janeiro: Contraponto, 2005. (Introdução e Cap. I p.1-61).
- DUSEK, V. **Filosofia da Tecnologia**. São Paulo: Edições Loyola, 2009. (Caps. 1e 2; p.9-55).
- DAGNINO, R. **Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência**. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.
- DAGNINO, R. **Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas**. Campina Grande: EDUEPB; Florianópolis: Ed. Insular, 2014. 319p. (online)
- SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 36, p. 474-492, 2007.
- SANTOS, W. L. P. dos. Significados da Educação Científica com Enfoque CTS. In: SANTOS, W. L. P. dos; AULER, D. (Orgs.). **CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisas**. Brasília: Editora UnB, 2011, p. 21-47.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- LACEY, H. **Valores e atividade científica 2**. São Paulo: Associação filosófica Scientiae&Studia. Editora 34, 2010. 352p.
- ACEVEDO, G.R. Ciencia, tecnología y sociedad: una mirada desde la educación en tecnología. **Revista Iberoamericana de Educación**, nº 18, 1998.
- VACCAREZZA, L.S. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. **Revista Iberoamericana de Educación**, nº 18, 1998.
- LÓPEZ CERREZO, J.A. Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos. **Revista Iberoamericana de Educación**, nº 18, 1998.
- SANTOS, B.S. **Conhecimento Prudente Para Uma Vida Decente**. Ed. Cortez, São Paulo, 2003. (Capítulos à definir)
- JAPIASSU, H. **Ciência e Destino Humano**. Rio de Janeiro: Imago, 2005.
- DAGNINO, R. **O que é o PACTS (Pensamento Latino Americano em Ciência, Tecnologia, Sociedade)**. IN: NEDER, R. (org.) CTS - ciência tecnologia sociedade - e a produção de conhecimento na universidade. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina. UnB/Capes - Escola de Altos Estudos, Cadernos Primeira Versão, Série 1. Construção Social da Tecnologia. Número 4. 2013. Prefácio p. 33-52.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília

AIKENHEAD, G.S. **Science Education for Everyday Life: evidence-based practice**. New York: Teachers College, Columbia University, 2006. 186p. (Caps. 1 e 2, p. 1-23).

STRIEDER, R. B. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2012.

VALIDAÇÃO e CERTIFICAÇÃO

Oferta de Curso de Extensão homologada pela Coordenação de Extensão e Estágio do *Campus* Estrutural, juntamente à Pró Reitoria de Extensão do Instituto Federal de Brasília sob o Processo de nº 23510.008855.2018-61. A certificação será concedida na forma de *Certificado de Participação em Curso Livre de Extensão*, **emitida em até 30 dias úteis após o término do curso** pela Coordenação de Extensão e Estágio do *Campus* Estrutural e validará 60h de atividades.

APÊNDICE D

UNIDADES DE ANÁLISE - Fórum de Discussão Módulo 2 [FD M2] (Grifo Nosso)

Cód.	Unidade de Significado
FD M2 6	Uma educação ecológica e uma divulgação científica correta
FD M2 10	torna-se importante a divulgação dos resultados das pesquisas , por exemplo, em locais que sejam garantida a veracidade das informações ou em eventos acessíveis a comunidade também, TV, internet e eventos de grande acesso da comunidade, são exemplos.
FD M2 14	É importante discutir esta temática na sociedade pois é um tema que envolve a todos os seres vivos. Através da promoção de palestras, eventos, mobilizações, feitas pelos órgãos competentes relacionados a liberação desses produtos;
FD M2 15	Educação científica também tem muita importância, pois vai ajudar a distinguir também a veracidade das informações .
FD M2 16	Há um abismo entre as pesquisas e a prática em campo e outro maior ainda que é a informação aos consumidores .
FD M2 17	A transferência de informações para o agricultor deve ser fortalecida , para que reduza o famoso "taca veneno" que resolve, e não cair na lábia de um vendedor de agrotóxicos.
FD M2 20	[Falta] iniciativa com relação a essa parte, de traduzir o que foi pesquisado para o campo
FD M2 25	O que falta é a discussão com a sociedade , mostrando os dois lados da utilização de agrotóxicos, seus pontos positivos e suas consequências.
FD M2 26	A educação científica nos permite analisar de forma relevante variados temas, pois capacita as pessoas tanto para o desenvolvimento individual como coletivo [...] todos podem ter acesso .
FD M2 34	Políticas governamentais de incentivo para a conscientização e implementação dessas práticas agroecológicas

FD M2 37	É uma questão que já vi por diversas vezes ser discutida em fóruns de agronegócio e por opiniões públicas em algumas cidades, entretanto não vi resultados divulgados.
----------	---

UNIDADES DE ANÁLISE – Atividade Autoinstrutiva Módulo 2 [AA M2] (Grifo Nosso)

Cód.	Unidade de Significado
AA M2 1	Eu acredito que a ciência trabalha em favor de um bem comum.
AA M2 2	Definir ciência é uma tarefa muito difícil, na prática sabemos identificá-la, porém, defini-la já é uma tarefa mais complexa.
AA M2 3	Bom, ciência advém da construção de uma dúvida, seguido de uma solução, que é a pesquisa, onde pode ser realizada pelo método dedutivo , por exemplo.
AA M2 4	Todo mundo nasce sendo um "cientista", um bebê chora todas as vezes que sente fome, pois percebe que ganha comida quando chora. Quando cresce pode ser seguido para a área formalmente da pesquisa ou não.
AA M2 5	É importante que as pesquisas sejam encaminhadas para um desenvolvimento de algo melhor, como algo sustentável ou a cura de uma doença. E não ser controlada por empresas, como acontece na área farmacêutica.
AA M2 6	Talvez a separação de comunidade científica e método científico não me viria à cabeça, e que existiria uma construção social na ciência .
AA M2 7	E pensando nisso, o capitalismo trouxe impacto naquilo que é pesquisado, ideias que talvez não tragam lucro, não são vistas como passíveis de tema principal.
AA M2 8	Antigamente o conhecimento científico era caracterizado como certo; geral e metódico. Hoje temos outra concepção de ciência. A ciência não é considerada algo pronto, acabado ou definitivo. Não é a posse de verdades mutáveis. A ciência busca renovar-se e reavaliar-se continuamente. A ciência é um processo de construção.

AA M2 9	Entendi pelos textos da atividade que a Ciência é um estudo que tem um começo (questionamento/hipóteses), meio (teste da hipótese e assimilações) e fim (conclusão/ comprovação da hipótese) , que é o que constitui parte do método científico. Entretanto, vejo a Ciência como um método similar, onde tem um "fim parcial", pois chegamos a uma conclusão prévia sobre algo, uma conclusão que atenda à nossa sede de conhecimento naquele momento, mas não pra sempre pois, se fosse pra sempre , não haveria porque continuar pesquisando. Mudei a minha percepção de Ciência mas pela indignação da insistência de que tudo é método científico, o que não é. O método científico é apenas o início, quem constrói a Ciência, é a sociedade que a pratica todos os dias, mesmo sem dar nome à cada método científico proposto.
AA M2 10	O conhecimento científico carrega consigo uma carga de conhecimentos culturais, sociais e pessoais.
AA M2 11	Antes mesmo da observação há a teoria , uma vez que não é possível observar tudo de maneira imparcial. Nossa mente "recorta" nosso olhar para aquilo que, previamente, nos interessa, sejam por construções sociais, pessoais ou culturais, antes mencionadas. Também concordo com o texto que mencionava a atitude de burlar as regras do método científico quase, que como uma "necessidade", para seu progresso. Mudei minha percepção em relação às outras possíveis formas, também, de fazer ciência.

UNIDADES DE ANÁLISE - Fórum de Discussão Módulo 3 [FD M3] (Grifo Nosso)

Cód.	Unidade de Significado
FD M3 1	Sobre a questão dos algoritmos, acredito ser uma decisão que cabe um pouco de discussão com os motoristas [e a] um órgão que tenha mais contato com os acidentes de trânsito, pois eles teriam uma noção melhor do assunto, uma visão mais técnica.
FD M3 2	Acredito que a tecnologia deve ser sempre utilizada para que nós possamos controlá-la , não o contrário.
FD M3 3	Ao elaborar princípios gerais ou regras para decidir sobre esses assuntos devemos priorizar o respeito à vida, à diversidade e o bem comum, porque pensar assim é pensar no próximo e nos impactos sociais que essa tecnologia pode causar.

FD M3 4	Todos [devem decidir sobre um padrão de conduta para algoritmos de programação] já que todos os seres humanos sofrerão seus impactos, deveria ser uma decisão democrática.
FD M3 5	A tecnologia vem justamente para auxiliar-nos e ela pode sempre ser aprimorada.
FD M3 6	Espero que os resultados sejam positivos quando a essa nova aplicação .
FD M3 7	Sem dúvidas, com o avanço da tecnologia estamos cada vez mais próximos da “Era do Futuro ” idealizada e apresentada em muitos filmes de ficção científica. Como a indústria e os empresários buscam cada vez mais o lucro é importante que os especialistas participem do processo decisório na hora de colocar automóveis autônomos para circular nas estradas, por exemplo, isso para oferecer um equilíbrio na tomada de decisão e não deixar todo o poder com os empresários e produtores.
FD M3 8	A sociedade como alvo principal do mercado produtor deveria participar do processo decisório da oferta de produtos, pois são os consumidores que vão escolher/aprovar os novos produtos oferecidos no mercado na hora de comprar/gastar o seu dinheiro.
FD M3 9	Existem algumas tomadas de decisões em que minimizar os danos é meio controverso.
FD M3 10	Não é possível que algum grupo decida esse padrão de conduta porque temos culturas, costumes e ídolos diferentes, muitas das vezes. E mesmo que um grupo decida esse padrão, não é possível que ele "atenda a todos" pois, um dia podemos estar na posição dos que o robô julga "sofrer menor dano" e no outro "maior dano".
FD M3 11	Realmente, as questões éticas são importantes em todas as inovações tecnológicas pois abrangem a sociedade de maneira indireta ou direta.

FD M3 12	É bem complicado, pois quem o programará, colocará seu ponto de vista e se quem o fizer, achar que a máquina deve decidir salvar sempre os mais ricos, mais novos ou de uma raça específica? Acredito que a decisão da máquina será reflexo do programador . Acredito que não há uma pessoa correta, mas que deve ser discutido entre inúmeras pessoas , pois cada qual tem seu ponto de vista e "estatisticamente" a máquina tomará sua decisão. E que o usuário de certa forma, mesmo sendo contra a decisão, deve compreender. Pondo em uma situação, se o usuário for um condutor racista? ele poderá programar seu carro para sempre que tiver que tomar uma decisão entre a vida dele e as vidas de várias pessoas da raça na qual ele é contra ou a máquina deve seguir sua programação original? Deve-se ser decidido entre inúmeras pessoas de diferentes classes, raças, sexo, orientação sexual, etc, que no fim a máquina deverá sempre tomar decisões que salvem a todos, evitando a todo o custo o acidente.
FD M3 13	Esse tema foi debatido na semana passada durante a aula de Evolução de conceitos da física, onde nos discutíamos ate que ponto os cientistas trabalham para melhorar a vida e desenvolver novas tecnologias

UNIDADES DE ANÁLISE – Atividade Autoinstrutiva Módulo 3 [AA M3] (Grifo Nosso)

Cod.	Unidade de Significado
AA M3 1	A tecnologia pode ser um grande aliado , tanto na educação quanto em pesquisas.
AA M3 2	Ao se tratar de relações interpessoais [...] ela tem afastado cada vez mais as pessoas, além de mostrar e incentivar uma realidade-fictícia.
AA M3 3	a tecnologia é ruim, uma catástrofe, repele e diminui cada vez mais as relações interpessoais [e dá] chance de desencadear diversas consequências psicológicas, como a depressão.
AA M3 4	As tecnologias por um lado trouxeram melhorias para a comunicação interpessoal, e por outro o afastamento. [...] tudo depende da forma como é utilizada.
AA M3 5	As relações interpessoais estão reduzindo mais e mais com a inserção da tecnologia na sociedade.
AA M3 6	Crises sociais estão aumentando com o passar do tempo ocasionadas pelo uso sem limites do celular.
AA M3 7	A tecnologia tem facilitado o processo de comunicação.

AA M3 8	A tecnologia melhora em alguns quesitos e passa por cima de outros.
AA M3 9	Com a quantidade de tecnologias disponíveis e lançadas a cada dia, a facilidade de acesso a notícias e disseminação de conteúdos aumenta progressivamente. As redes sociais estão a cada dia tornando pessoas mais dependentes e é um lugar onde pessoas a cada vez mais querem passar uma imagem que muitas vezes nem mesmo é real.
AA M3 10	Quando se trata de relações interpessoais interpreto dois aspectos: o primeiro, positivo, no qual facilitou e, muito, marcar encontros, conversar e resolver assuntos por whatsapp, ou por outras redes, porém, o segundo significou um distanciamento e uma certa " superficialidade " nas relações
AA M3 12	Com a velocidade da informação hoje em dia ficamos perdidos e por muitas vezes ansiosos por uma resposta imediata, por resultados imediatos.
AA M3 13	Viramos verdadeiros escravos digitais, dependentes da informação instantânea demonstrando sermos outro tipo de pessoa em redes sociais digitais e procurando a valorização do nosso ser. Perdemos momentos bons para, ironicamente, registra-los. somos a era da maior frustração pessoal.
AA M3 14	A tecnologia deve ser utilizada a nosso favor

UNIDADES DE ANÁLISE - Fórum De Discussão Módulo 4 [FD M4] (Grifo Nosso)

Cód.	Unidade de Significado
FD M4 1	Consumidor , o controle dos mercados gira em torno dos grandes conglomerados, que detêm grande parte do poder político e econômico.
FD M4 2	Certamente o que não é prioridade foi a campanha “desenvolvimentista” dos anos 50, por JK. Planos como esse, mesmo que de boa atitude, tornaram o Brasil dependente de capital estrangeiro, vide FMI, elevando inflação e trazendo enormes dívidas para a população. Além disso, a dependência atual da exportação de commodities eleva a instabilidade interna. O governo deve criar independência tecnológica, investir em educação, priorizar as minorias, diminuir as desigualdades.

FD M4 3	Hoje, o papel do governo é de refrear a ação do mercado contra a população, principalmente as minorias, defendendo-a, e mitigar as desigualdades causadas pelas variações internacionais da economia. Vejo como um exemplo a atuação do Banco Central, regulando taxa de juros.
FD M4 4	O governo deve criar independência tecnológica, investir em educação, priorizar as minorias, diminuir as desigualdades.
FD M4 5	[Criação de novos padrões de consumo] As empresas e os consumidores, o primeiro por ter capital, consegue produzir propaganda capaz de interferir nas relações pessoais; o segundo, por possuir o poder de compra e decidir o que quer ou não pra si. Talvez são interferências simultâneas
FD M4 6	Tecnologia foi definida como um conjunto de técnicas sobre um assunto. O que talvez se percebe, é a falta de comprometimento dessas técnicas com os problemas que elas causam , o desenvolvimento de uma ferramenta visa basicamente o lucro e o menor custo de produção, o que provavelmente não condiz com a sustentabilidade do meio ambiente e as relações na sociedade adequadas. Por exemplo, um produto usar uma material barato mas que tem grande impacto depois de descartado no ambiente, ou então, salários de escravo para aqueles que montam um objeto, imaginando situações como na China, em que não há regras trabalhistas bem definidas.
FD M4 7	A ciência descobre muitas coisas importantes e a tecnologia auxilia em muitas delas, mais por outro lado a tecnologia deixa muita gente desempregada se não houver reciclagem e preparação adequada para se encaixar nos tempos de revolução tecnológicas.
FD M4 8	O fato de percebermos como temos sido manipulados por tanto tempo, e o que efetivamente faremos para mudar essa realidade , já é um indicio que a mudança pode acontecer. E isso se dá também aqui, com debate e compartilhamento de ideias.
FD M4 9	Por fim, a ciência engloba o meio ambiente e tudo que está relacionado a ele, e com o adicional da tecnologia , podemos fazer melhoras nesse meio e torná-lo cada vez mais agradável e de forma ecológica. Percebo a ciência e a tecnologia se encaixando para construir um ambiente mais sustentável.

FD M4 10	O responsável por criar novos padrões de consumo são as empresas que têm o capital para realização deste sendo elas quem propõem aos consumidores as inovações de mercado.
FD M4 11	A ciência e a tecnologia estão interligadas, os desenvolvimentos observáveis em diversas áreas tecnológicas têm influência científica tornando tal relação ligável. Tal ligação nem sempre garante que o desenvolvimento tecnológico tenha uma finalidade positiva, por exemplo, visando o bem estar do meio ambiente.
FD M4 12	Ciência depende da tecnologia (seja ela simples ou mais trabalhada) , que depende do interesse da sociedade por ambos e do cuidado humano com a preservação ambiental.
FD M4 13	A ciência não depende da tecnologia, as duas trabalham juntas. Acho que a tecnologia se enquadraria mais como um turbo para a ciência, não como a gasolina.

UNIDADES DE ANÁLISE – Atividade Autoinstrutiva Módulo 4 [AA M4] (Grifo Nosso)

Cód.	Unidade de Significado
AA M4 1	A partir de uma realidade defasada como a da maioria ou totalidade dos países da América Latina , é evidente que as premissas do modelo Ofertista Linear não serão eficazes
AA M4 2	Mesmo em países desenvolvidos, o método nem sempre se faz eficaz uma vez que a geração de riquezas e bem-estar social depende integralmente da funcionalidade e dos motivos pelos quais a o aumento na ciência e tecnologia foram feitos.
AA M4 3	Na América Latina os avanços tecnológicos e científicos servem a interesses político-administrativos de empresas grandes e aos governos dos próprios países.
AA M4 4	O reflexo desse estilo de Modelo pode ser visto nas universidades que mantêm-se em uma redoma atendendo muitas das vezes a interesses privados de pequenos grupos
AA M4 5	O Brasil caminha para a improdutividade científica, ainda que a atual e sobrevivente produção atinja e seja relevante para uma pequena minoria.

AA M4 6	Nas universidades , a extensão assegura-se - "aos trancos e barrancos" - ao desejo e aplicação dos alunos de verem o conhecimento científico sendo conhecido e divulgado à todos e pelo engajamento de professores específicos que dedicam sua profissão a fazerem da ciência um mundo conhecido e desmistificado, além de, claro, torná-lo, principalmente, acessível.
AA M4 7	[Para] Grupos sociais mais isolados certos tipos de incremento tecnológico não fazem nenhuma diferença na vida deles, não fazem sentido, o contexto é totalmente diferente daquele que vive em uma metrópole.

UNIDADES DE ANÁLISE – Planos de Aula Módulo 5 [PA] (Grifo Nosso)

PLANO DE AULA 1 [PA 1]

CURSO DE EXTENSÃO TÓPICOS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO

Instituição: Instituto Federal Brasília – Campus Estrutural

Curso: Ensino Médio

Disciplina: *Biologia*

Tema: *Teoria Celular a descoberta da célula e invenção do microscópio*

Professor/a:

Carga Horária: 90 min

PLANO DE AULA

TEMA: Teoria Celular: a descoberta da célula e invenção do microscópio

OBJETIVOS

GERAL

Compreender como foi descoberta a célula e surgimento do microscópio;

ESPECÍFICOS

Compreender a da compreensão da teoria celular para a sociedade;

Relacionar a célula com os seres vivos;

Enfatizar a importância do microscópio para o estudo da célula;

Compreender a importância da evolução da tecnologia para a descoberta da célula;

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- *Descoberta da célula;*
- *Teoria celular;*
- *Importância de Anton van Leeuwenhoek e Robert Hooke para a descoberta da célula;*
- *Importância da utilização dos microscópios;*

METODOLOGIA DE ENSINO (PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS)

Metodologia: *Aula expositiva e dialogada, incentivando a participação dos estudantes através do uso de recursos como quadro e pincel.*

- *Procedimentos didáticos: perguntar aos alunos o que sabem a respeito da célula, e se já viram algum microscópio. Em seguida questioná-los: qual a relação*

existente entre uma célula e um microscópio? Após esse momento, os conteúdos são abordados com os alunos, sempre permitindo sua participação. Ao fim da aula, os alunos devem ter ciência da relação existente entre o microscópio e o descobrimento da célula.

- *Apresentação no quadro branco de tópicos relacionados aos conteúdos, para que os alunos possam ter registrado um resumo da aula.*

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

- *Os alunos serão avaliados a partir da participação durante a aula e da execução da atividade* proposta ao fim da aula.*
- **Atividade: elaboração de uma história em quadrinhos retratando a história da descoberta da célula e a utilização do microscópio.*

RECURSOS NECESSÁRIOS

Exemplo: Quadro branco e pincel.

REFERÊNCIAS

- **Básica**

AMABIS, J. M., MARTHO, G. R. Fundamentos da Biologia Moderna. Volume Único. 4. ed. São Paulo: Editora Moderna, 2006.

- **Complementar**

GEWANDSZNAJDER, F.; LINHARES, S. Biologia hoje – Citologia, Histologia, origem da vida. Vol. 1, 1º ano do Ensino Médio. Editora Ática, 2004.

PLANO DE AULA 2 [PA 2]

CURSO DE EXTENSÃO TÓPICOS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO

Instituição: Instituto Federal Brasília – Campus Estrutural

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Biologia

Tema: Educação Ambiental (EA)

Professor/a:

Carga Horária: 90 min

PLANO DE AULA

TEMA: Educação Ambiental (EA) e Lixo

OBJETIVOS

GERAL: Entender o que é Educação Ambiental (EA) e qual a importância do lixo na sociedade consumista na qual vivemos.

ESPECÍFICOS:

- ⇒ Descobrir o que é EA e sua importância no mundo atual;
- ⇒ Formar um senso crítico e quebrar o senso comum sobre Educação Ambiental;
- ⇒ Perceber a aplicabilidade da EA no cotidiano;
- ⇒ Aprender para onde vai o lixo;
- ⇒ Entender como funciona a coleta seletiva de Brasília;
- ⇒ Compreender a funcionalidade dos Três R's;
- ⇒ Se conscientizar o quanto a nossa sociedade é consumista e como a indústria manipula a sociedade;

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Bases tecnológicas (conteúdos) a serem trabalhados

Tempo (minutos)	Atividade
30 minutos	Vídeo “Avanços na Educação Ambiental” por Genebaldo Freire Dias, seguido por um debate para saber o que os

		alunos entenderam sobre o vídeo, como a aplicabilidade da EA no cotidiano.
	60 minutos	Leitura do texto “O Cinismo da Reciclagem” (LAYARGUES, Philippe, 2002). Debate sobre o texto.
	90 minutos	Roda de conversa sobre qual o sistema de coleta seletiva de Brasília, sobre os Três R's e aplicabilidade no dia-dia, e, comentar sobre o surgimento dos Oito R's (mostrar site “Armário Orgânico”). Por fim, os alunos escreverão um texto conectando os temas vistos em sala de aula.

METODOLOGIA DE ENSINO (PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS)

Metodologia: Aula expositiva e dialogada, incentivando a participação dos estudantes através do uso de recursos como atividades impressas e rodas de conversa.

- Será a primeira aula sobre Educação Ambiental, de uma sequência de três aulas. Além disso, será o primeiro contato do aluno com o assunto, o qual será introduzido com um vídeo “Avanços na Educação Ambiental” de Genebaldo Freire Dias. Seguido por uma discussão, para que eu perceba quais conclusões obtiveram com o vídeo, se perceberam quais são o uso de EA no dia-dia, se eles conseguem exemplificar situações. Em seguida, será entregue um texto sobre lixo, “O Cinismo da Reciclagem” (LAYARGUES, Philippe, 2002), o qual será debatido logo após a leitura, com a turma. Esse assunto, dará link para falarmos sobre o senso comum em relação a reciclagem e a questão socioeconômica e política da Educação Ambiental, e, sobre o tipo de coleta seletiva de Brasília e os Três R's. Chegando no assunto final, o qual mostrarei o site “Armário Orgânico”, comentando sobre o surgimento dos Oito R's. Como avaliação da aula, além da participação individual, pedirei para cada um escrever um pequeno texto relacionando os temas vistos em sala de aula. Por fim, para casa cada um terá que ver o curta-metragem “Ilha das Flores” de Jorge Furtado, responder questões relacionadas à ele e fazer um mapa mental sobre a aula assistida e o assunto do curta.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

A avaliação será formativa, ou seja, realizada ao longo de todo o processo e através do textos que eles farão relacionando os temas apresentados em aula. Além disso, será considerada a participação do aluno durante as discussões em sala de aula.

➤ *Para casa:* assistir o curta-metragem “Ilha das Flores” de Jorge Furtado e responder as questões relacionadas à ele:

1. A realidade expressa pelo filme é comum somente a Ilhas das Flores, em Porto Alegre?
2. Qual é o trajeto percorrido pelo tomate do Sr. Suzuki ao longo de todo o filme?
3. Qual a importância que o dinheiro tem ao longo de todo o processo do filme?
4. Por que o filme cita os judeus como exemplos de seres humanos?
5. Quais questões no enredo colocam o porco como protagonista temático?
6. Qual o percurso do lixo ao longo do enredo?

Por fim, realizar um mapa mental sobre o assunto visto em sala de aula e o curta-metragem visto em casa.

RECURSOS NECESSÁRIOS

Retroprojetor ou TV (algum meio para transmitir o vídeo e o site) e material impresso.

REFERÊNCIAS

- **Básica**

DIAS, Genebaldo Freire. AVANÇOS NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. 2015. 4 min 10 s. Disponível em < <https://www.youtube.com/watch?v=aV6vZd-c3G4> >. Acessado em 30/11/2016.

LAYARGUES, Philippe. O cinismo da reciclagem: o significado ideológico da reciclagem da lata de alumínio e suas implicações para a educação ambiental. LOUREIRO, F.; LAYARGUES, P.; CASTRO, R. (Orgs.) Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania. São Paulo: Cortez, 2002, 179-220.

Website Armário Orgânico – Os oito Rs da sustentabilidade <<http://www.armarioorganico.com.br/os-8-rs-da-sustentabilidade/>>

- **Complementar**

ILHA das flores. Jorge Furtado. Casa de cinema de Porto Alegre. Rio Grande do Sul,

1989. 13 min.

CAVAGUTI, Nariqui. Desenvolvimento e meio ambiente: A importância da educação ambiental. Revista Ciência & Educação, Bauru. Vol. 1, Num. 1. 1994. P. 50 – 55.

Disponível em <

<http://www.fc.unesp.br/Home/PosGraduacao/MestradoDoutorado/EducacaoparaaCiencia/revistacienciaeeducacao/cen01a06.pdf> > Acessado em 09/10/2016.

PLANO DE AULA 3 [PA 3]

CURSO DE EXTENSÃO TÓPICOS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO

Instituição: Instituto Federal Brasília – Campus Estrutural
Curso: Ensino Médio
Disciplina: Física
Tema: *Energia Mecânica e a geração de energia elétrica*
Professor/a:
Carga Horária: 90 min

PLANO DE AULA

TEMA: Energia Mecânica e a geração de energia elétrica

OBJETIVOS

GERAL: Definir o que é Energia e a Conservação de Energia, processos renováveis e características necessárias para a geração.

ESPECÍFICOS: Ser capaz de determinar e apontar mecanismos de troca, quantificar os processos de troca.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Energia Mecânica, Energias Renováveis

METODOLOGIA DE ENSINO (PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS)

A aula será dividida em momentos, que girará em torno do tema central.

- *Primeiro momento: Se trata de uma iniciação ao tema, com o objetivo de estabelecer as bases e requisitos necessários para o resto da aula. Serão feitos questionamentos, com o objetivo de produzir interesse e observação ao ambiente, como: “De onde vem a energia da sua casa?, Como é gerada essa energia?, Ela é limpa, suja?”. (cerca de 5 min)*
- *Segundo momento: Nessa parte, serão dados os conceitos físicos e matemáticos (base científica), com o objetivo de quantificar os processos relacionados ao tema. Serão fundamentados os conceitos de Conservação de Energia, Energia Potencial Gravitacional. (cerca de 45 min)*

- *Terceiro momento: Será dado um texto para leitura e interpretação a fim da reflexão, efetuando uma breve discussão dos aspectos científicos, tecnológicos e sociais , (texto : Infinita busca pela energia infinita, nas referências). Além de, usando os conceitos do momento anterior, corroborar alguns mitos. (cerca de 25 min)*
- *Quarto momento: Será dado o vídeo curto “Como funciona uma usina hidrelétrica?” (link nas referências), com o objetivo de discutir os processos de geração de energia elétrica renováveis, buscando a aplicação direta do tema abordado (cerca de 15 min)*

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

A avaliação será composta por: participação nas discussões; Com a possibilidade de outro tempo, um debate, com grupos apresentando diferentes tipos de matrizes energéticas, seus benefícios e malefícios para o meio, e/ou, um estudo dirigido relacionado ao tema.

RECURSOS NECESSÁRIOS

Quadro, giz/pincel, datashow, um computador

REFERÊNCIAS

- **Básica**

Vídeo: “Como funciona uma usina hidrelétrica?”:

<https://www.youtube.com/watch?v=iYPMZamqSH4>

Texto: “Infinita busca pela energia infinita”:

<http://revistagalileu.globo.com/Revista/Common/0,,ERT343608-17773,00.html>

Livro base: Os fundamentos da Física, vol 1. Francisco Ramalho Junior, Nicolau Gilberto Ferraro, Paulo Antonio de Toledo Soares

- **Complementar**

Um curso de Física Básica, vol 1. Moyses Nussenzveig.

PLANO DE AULA 4 [PA 4]

CURSO DE EXTENSÃO TÓPICOS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO

Instituição: Instituto Federal Brasília – Campus Estrutural
Curso: Ensino Médio
Disciplina: Química
Tema: *Química Ambiental – Uso de materiais e sustentabilidade*
Professor/a:
Carga Horária: 90 min

PLANO DE AULA

TEMA: Química Ambiental – Uso de materiais e sustentabilidade

OBJETIVOS

GERAL:

- Apresentar situações onde a Química se faz presente no meio ambiente;
- Diferenciar materiais recicláveis e não recicláveis;
- Discutir o uso de materiais sustentáveis e alternativas para sua utilização;
- Construção de um objeto sustentável.

ESPECÍFICOS:

- Observar as possíveis reações químicas na natureza e como isso a modifica/afeta.
- Diferenciar os materiais utilizados no cotidiano como sendo possíveis de um uso futuro (recicláveis) ou para descarte sem uso posterior (não recicláveis).
- Propor discussões e questionamentos sobre o uso e aplicação de materiais recicláveis bem como os impactos positivos e negativos causados por eles.
- Construção de um objeto sustentável para uso no cotidiano, utilizando materiais reciclados.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

- 1º Evento – 10min – Discussão sobre o que se sabe sobre sustentabilidade.
- 2º Evento – 10min – Apresentação do que se entende por Química Verde.
- 3º Evento – 15min – Diferenciação de materiais recicláveis e não recicláveis, apresentando algumas maneiras de descarte.
- 4º Evento - 20min – Discussão sobre o uso de materiais sustentáveis e suas aplicações, desde a coleta pelos catadores até o descarte incorreto de materiais.

5º Evento – 30min – Construção de um objeto feito com material reciclável para uso no cotidiano.

6º Evento – 5min – Explicação da atividade para casa.

METODOLOGIA DE ENSINO (PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS)

Aula inicialmente expositiva com questionamentos ao que se entende sobre sustentabilidade, utilizando o quadro de sala para escrita de exemplos de materiais recicláveis e não recicláveis mencionados pelos alunos no decorrer da aula e para demonstração de como podem ser descartados, utilizando os conceitos de Química Verde e suas aplicações no meio ambiente; Realização de questionamentos e proposição de diálogos para estimular a participação dos alunos durante a aula e assim observar suas concepções sobre o conteúdo onde ao mesmo tempo sejam levantadas questões sobre o descarte correto dos materiais e como é possível utilizar dos mesmos para a criação de ambientes mais agradáveis e limpos; Apresentação da problemática do descarte incorreto dos materiais e como podem impactar no meio ambiente, desde a degradação do solo até doenças infecciosas; Apresentação dos ambientes devastados pelo descarte incorreto dos materiais utilizando imagens com auxílio de um retroprojetor e Slide show. Parte da aula propondo atividade prática da construção de um objeto utilizando os materiais recicláveis disponibilizados pela professora como: lata de alumínio, rolo de papel higiênico, garrafas pet, papel picado, pedaços de madeira, caixas do tipo Tetra Pack, caixa de ovo, imãs, embalagens de remédios dentre outros materiais que também possam ser trazidos pelos alunos.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Devido a quantidade de discussões ao longo da aula, a avaliação será formativa através do desenvolvimento das discussões e compartilhamento de situações em que tenha participado da coleta de materiais recicláveis onde os alunos devem apresentar propostas para a reciclagem de materiais na escola.

Num segundo momento, serão avaliados na atividade realizada em sala, quanto à criatividade e construção de um objeto com materiais recicláveis e que sejam sustentáveis e, se possível, usuais para o cotidiano.

Como atividade para casa, serão avaliados quanto à atenção correta ao descarte de materiais em sua casa, propondo a utilização desses materiais para construção de outros e como poderiam ser descartados.

RECURSOS NECESSÁRIOS

Quadro, giz/pincel, retroprojektor para projeção de imagens com slides , tesoura sem ponta (e com ponta, caso necessário), durex , cola líquida, materiais reciclados trazidos pelos alunos e professora como : lata de alumínio, rolo de papel higiênico, garrafas pet, papel picado, pedaços de madeira, caixas do tipo Tetra Pack, caixa de ovo, imãs etc.

REFERÊNCIAS

- **Básica**

- DIONYSIO, L. G. M. DIONISYO, R. B. Lixo urbano: descarte e reciclagem de materiais. PUC – Rio. Sala de Leitura. Disponível em: http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_lixo_urbano.pdf

- Texto: Descarte corretamente os rejeitos eletrônicos – Prática Sustentável – 2016, SEBRAE. Disponível em:

<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/descarte-corretamente-os-rejeitos-eletronicos,0cedd15a9567d410VgnVCM1000003b74010aRCRD>

- NUDELMA, N. E. S. A Química Sustentável

- **Complementar**

- Sugestão de filme : Ilha das flores de José Furtado.

- Sugestão de livro: Química Verde – Fundamentos e Aplicações. Editora EDUSFCAR- 1ª edição, 2009.

- MACHADO, A. A.S. C. Química Verde Uma mudança sistêmica da Química – Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Portugal, 2011.

PLANO DE AULA 5 [PA 5]**CURSO DE EXTENSÃO
TÓPICOS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE****LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO****IDENTIFICAÇÃO**

Instituição: Instituto Federal Brasília – Campus Estrutural

Curso: Ensino Médio

Disciplina: *Biologia*

Tema: *Morfologia Viral*

Professor/a:

Carga Horária: 90 min

PLANO DE AULA

TEMA: *Morfologia Viral*

OBJETIVOS

GERAL: Relacionar os diversos conteúdos conceituais sobre a morfologia viral, comparando suas diferentes estruturas.

ESPECÍFICOS: Perceber e utilizar termos e conceitos já pré-estabelecidos sobre a estrutura viral;

Relacionar processos e ideias através da observação e discussão de objetos didáticos, para maior absorção e exploração dos conhecimentos do conteúdo.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Carga Horária	
40 min	<i>Caracterização da Morfologia Viral.</i>
40 min	<i>Exposição de Modelos Didáticos e Atividade.</i>

METODOLOGIA DE ENSINO (PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS)

- Aula expositiva com auxílio de slides para facilitar a observação das estruturas virais. Interação com a turma através de perguntas e revisão dos temas já tratados durante a aula. Alguns modelos didáticos de estruturas virais serão expostos, para que os alunos possam discutir e fixar com maior facilidade o conteúdo já exposto anteriormente.

- A primeira aula de 40 minutos será de caráter expositivo. A segunda aula, retomaremos os conceitos já estudados na aula anterior, fazendo uma breve revisão par que os alunos se situem, em seguida os modelos didáticos serão expostos, e em seguida farão atividade estabelecida.
- *As duas aulas terão o auxílio do slide.*

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

- *Os alunos serão avaliados no processo das aulas, através de sua participação, além disso, será entregue modelos didáticos de diferentes para que os alunos discutam e respondam algumas perguntas baseando-se principalmente nas aulas ministradas e materiais entregues.*

RECURSOS NECESSÁRIOS

Datashow, quadro, pincel, computador, modelos didáticos virais, *atividades impressas.*

REFERÊNCIAS

- **Básica**

LINHARES, S. GEWANDSZNAJDER, F. **Biologia Hoje**. São Paulo: Editora Ática, 2008.

- **Complementar**

DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA DISCIPLINA DE VIROLOGIA BÁSICA, *Estrutura dos Vírus*. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/labvir/material/aula27.pdf>. Acesso em 01 de novembro de 2018;

DIVERSIDADE METABÓLICA DOS VÍRUS, Vírus. Disponível em: <http://biologia.ifsc.usp.br/bio4/aula/aula08.pdf>. Acesso em 01 de novembro de 2018.

PLANO DE AULA 6 [PA 6]

CURSO DE EXTENSÃO TÓPICOS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO

Instituição: Instituto Federal Brasília – Campus Estrutural

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Física 3

Tema: Cargas Elétricas

Professor/a:

Carga Horária: 90 min

PLANO DE AULA

TEMA: Cargas Elétricas

OBJETIVOS

GERAL: Apresentar o princípio de Atração e Repulsão ou Lei de Du Fay

ESPECÍFICOS: Ensinar aos alunos a lei de atração e repulsão para que os mesmos saibam quando um objeto atrai e quando um repele o outro.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Campo e potencial elétrico

METODOLOGIA DE ENSINO (PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS)

- No primeiro momento irei fazer uma explicação histórica de como foi descoberto a lei das cargas elétrica, o nome do cientista que fez o experimento pela primeira vez.
- No segundo momento irei mostrar como as cargas iguais se repelem e as diferentes se atraem, com o uso do simulador do Phet.
- No terceiro momento caso haja tempo, estarei dando uma breve introdução de princípio das conservações de cargas elétricas.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Uma avaliação será feita ao final de cada aula, através de perguntas feitas a turma, com o objetivo de averiguar se todos compreenderam o que foi ensinado na aula. Será

considerado a participação dos alunos, tanto respondendo às perguntas, como levantando questões sobre a matéria ensinada. Serão feitos trabalhos em grupo para serem entregues quinzenalmente sobre experimentos apresentados em sala de aula.

RECURSOS NECESSÁRIOS

Quadro branco, Caneta para quadro branco, projetor e notebook.

REFERÊNCIAS

- **Básica**

PIETROCOLA, Maurício, POGIBIN, Alexander, ANDRADE, Renata de, ROMERO, Talita Raquel. Física em contextos: pessoal, social e histórico. São Paulo: FTD, 2011.v.3.

- **Complementar**

HEWITT, P. G. Física conceitual. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PLANO DE AULA 7 [PA 7]

CURSO DE EXTENSÃO TÓPICOS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO

Instituição: Instituto Federal Brasília – Campus Estrutural

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Biologia

Tema: Energia sustentável e relações ecológicas

Professor/a:

Carga Horária: 90 min

PLANO DE AULA

TEMA: Energia sustentável e relações ecológicas.

OBJETIVOS

GERAL: Definir conceito de energia renovável, os tipos e suas formas de obtenção, bem como as relações ecológicas envolvidas. Identificar e ordenar os processos envolvidos na geração de energias renováveis; Discutir seus impactos no meio socioambiental, tendo o meio ambiente como instrumento de maior foco.

ESPECÍFICOS: Analisar cada processo de criação de energias sustentáveis minuciosamente e caracterizá-los como eficientes ou não, e em que podem ser melhorados. Traçar uma linha de raciocínio, na qual, seja possível esquematizar o contexto de criação de determinada fonte renovável, sua necessidade e reflexo nas sociedades que irão desfrutá-la, bem como a consequência da não utilização dela. Enumerar e propor formas de diminuir os impactos socioambientais a partir do uso das energias renováveis.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Sustentabilidade; Energias renováveis e custo econômico; Problemas socioambientais envolvidos em sua criação; Noções de métodos químicos, físicos e biológicos para alcançar e aumentar o sucesso destas fontes energéticas.

METODOLOGIA DE ENSINO (PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS)

Metodologia (exemplo): Aula expositiva e dialogada, incentivando a participação dos alunos. Aula demonstrativa através da utilização de modelo de sistemas renováveis proporcionando aprendizado de forma lúdica;

- Retomar os processos físico-químicos e biológicos vistos anteriormente em sala através de mapa mental feito em quadro negro.
- Utilização de vídeo para elucidar de maneira rápida o que são energias renováveis
<https://www.youtube.com/watch?v=bdqYTLW4ec4>;
- Promover diálogo entre professor e alunos para fixação do conteúdo e compartilhamento de saberes.

AValiação DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Será avaliado ao longo das ministrações do conteúdo referente ao tema: participação do aluno e desenvolvimento dos roteiros de estudos desenvolvidos em sala, contendo as etapas de obtenção das energias renováveis estudadas em aula;

- Apresentação de seminários em grupo, relacionando a energia escolhida pelo grupo com a sua forma de obtenção, custo, **desafios socioambientais e econômicos**, bem como apresentação de maquete demonstrando o sistema escolhido e os possíveis impactos e/ou que essas possam causar.

RECURSOS NECESSÁRIOS

Quadro, pincel, mesa para modelo, atividades impressas, lápis de cor para confecção de mapas mentais claros e objetivos, multimídia para o vídeo.

REFERÊNCIAS

- **Básica**
Paulino, Wilson Roberto (2002). *Biologia – Volume único série novo ensino médio*. Editora Ática – São Paulo
- **Complementar**
ROSA, Aldo Vieira da (2014). *Processos de energias renováveis*. Editora Amazon – São Paulo.
 - <https://www.youtube.com/watch?v=bdqYTLW4ec4>

PLANO DE AULA 8 [PA 8]

CURSO DE EXTENSÃO TÓPICOS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO

Instituição: Instituto Federal Brasília – Campus Estrutural

Curso: Ensino Médio

Disciplina: Biologia

Tema: Anatomia de raiz

Professor/a:

Carga Horária: 90 min

PLANO DE AULA

TEMA: Morfoanatomia de raiz vegetal

OBJETIVOS

GERAL: Apresentar de forma organizada, o conhecimento biológico aprendido, através de textos, representações e modelos didáticos, sobre anatomia de raiz.

ESPECÍFICOS: Conhecer a partir da observação celular e da leitura de textos e imagens, conteúdos relacionados à anatomia de raiz; Utilizar elementos e conhecimentos científicos para diagnosticar questões sociais; Relacionar os diversos conteúdos conceituais de anatomia de raiz na compreensão de fenômenos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Conceitos básicos de anatomia da raiz como, córtex, cilindro, periciclo, câmbio, epiderme e descrição de funções.

METODOLOGIA DE ENSINO (PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS)

Metodologia: Aula expositiva e dialogada, incentivando a participação dos estudantes através do uso de recursos como quadro, pincel e datashow.

Elencar procedimentos didáticos detalhados, considerando o tempo disponível:

- Retomada dos conceitos utilizados nas aulas anteriores, nas quais se realizou uma sistematização sobre conceitos relacionados a anatomia vegetal;
- Apresentação em PowerPoint das estruturas microscópicas da anatomia da raiz vegetal;
- Utilização de mídia de apresentação de slides e de modelo didático disponível em: <https://www2.cead.ufv.br/serieconhecimento/?edicoes=anatoblocos>.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Após a aula teórica será apresentado um modelo didático 3D com Anatoblocos da raiz para auxiliar na compressão da anatomia deste órgão. Ao final, será entregue um modelo em branco no formato semicilíndrico para representar estruturas internas e externas da raiz. Utilizando o modelo didático, será realizada uma correção em conjunto da atividade proposta, lembrando as estruturas que devem ter neste desenho. Serão disponibilizadas tesouras e cola para que os estudantes coleem seus Anatoblocos e monte-os para que sirvam de material de estudo.

RECURSOS NECESSÁRIOS

Quadro branco, pincel, slides em apresentação, Datashow, modelo didático, tesoura, cola, atividade impressa.

REFERÊNCIAS

- **Básica**

FAVARETTO, J. A. Biologia: Unidade e Diversidade. 1ª ed. São Paulo: FTD, 2016. Série Conhecimento. Anatoblocos: blocos didáticos para o estudo da Anatomia Vegetal. Disponível em: <https://www2.cead.ufv.br/serieconhecimento/?edicoes=anatoblocos>. Acesso em: 30 set. 2018.

- **Complementar**

UFB. Raiz. Disponível em: <http://www.anatomiavegetal.ib.ufu.br/exercicios-html/Raiz.htm>. Acesso em: 30 set. 2018

APÊNDICE E

ÁRVORE CATEGORIAL

Categorias Iniciais	Categorias Intermediárias	Categorias Finais
Acesso à informação	Divulgação científica	Educação Científica
Formação Científica	Currículo	
Caracterização escolar da ciência	Ensino de Ciências	
Mudança Social	Cidadania	Participação social
Ética Tecnológica	Princípios Éticos	
América Latina	Modelo Ofertista Linear	PCT
	Subdesenvolvimento	
Demandas Sociais	Universidade	
Extensão		
Pesquisa		
Formação Científica		
Acesso à informação	Papel do Governo	
Desenvolvimento Nacional		
Estado Intervencionista		
Modelo e Processo produtivo		
Pesquisa		
Desenvolvimento Nacional	P&D	
Desenvolvimento Nacional	Relevância	
Impactos Psicossociais da CT	Tecnologia autônoma	Aspectos Sociais da CT
Valores	Desenvolvimento Tecnocientífico	CT
Fatores		
Decisões Políticas		
Apropriação		
Atividade científica	Racionalidade Tecnocientífica	

APÊNDICE F

EXTRATO DE CURSO



INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS – *Campus Anápolis*
Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica
Mestrado Profissional em Educação Profissional e Tecnológica



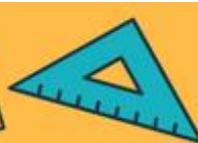
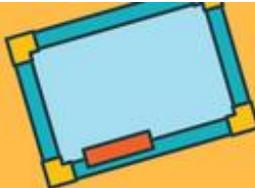
Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade

[Extrato de Curso *Online* Oferecido como Resultado da Pesquisa de Mestrado]

Loryne Viana de Oliveira

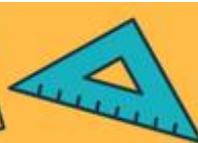
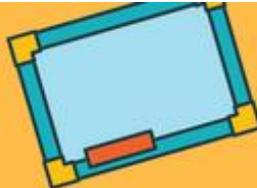
Produto Educacional resultante da pesquisa de Mestrado sob orientação do Prof. Dr. Adelino Cândido Pimenta apresentada a banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Educação Profissional e Tecnológica pelo Programa de Pós Graduação em EPT do Instituto Federal de Goiás.

Anápolis – GO
2019

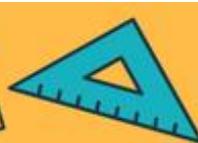
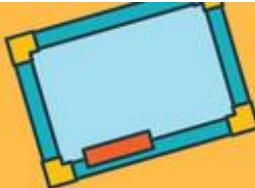


Sumário

Apresentação	3
MÓDULO I.....	4
conhecendo a EaD	4
EaD no brasil.....	4
Qual a diferença entre fazer um curso ead e um presencial?	5
Estrutura do curso	6
Tipos de atividades ao longo do curso	7
O perigo do plágio	9
A etiqueta da internet.....	9
MÓDULO II	11
O que é ciência?.....	11
O método científico	12
A revolução científica e a modernidade.....	13
A revolução copernicana	14
<i>Estrelas “errantes”</i>	15
<i>Epíclis ptolomaicos</i>	15
<i>A virada de copérnico</i>	16
<i>Bagagem ptolomaica</i>	16
<i>Galileu</i>	16
<i>Guerra de kepler com marte</i>	17
Positivismo lógico e círculo de viena	18
Concepção herdada de ciência	19
Reação ao positivismo lógico	20
A sociologia da ciência	21
Físicas não-newtonianas e os paradigmas da ciência.....	22
A construção social da ciência	24
Controvérsias científicas.....	25
MÓDULO III	35
O que é tecnologia? Como ela impacta nosso cotidiano?.....	35
Tecno-otimismo e tecnocatastrofismo	38



O conceito de tecnologia.....	39
Tecnologia e ciência: tecnociência.....	41
A teoria crítica da tecnologia	42
MÓDULO IV	49
Influência mútua entre CT e Sociedade.....	49
Origem do pensamento CTS	52
Objetivos CTS	53
Política de Ciência e Tecnologia e Modelos Decisórios em Ciência e Tecnologia.....	55
O Pensamento Latino-Americano em CTS: Relações entre desenvolvimento, ciência e Tecnologia na América Latina.....	57
MÓDULO V.....	64
A Educação Científica.....	64
Domínios da Educação Científica	65
Visões deformadas acerca da ciência que incidem sobre os processos de ensino	67
Alfabetização e Letramento CTS.....	68
Pressupostos da Educação Científica CTS	69
Contextualização no ensino de ciências	70
Propostas metodológicas para o ensino de ciências CTS.....	72
Para (não) concluir... ..	75
CRÉDITOS.....	78
REFERÊNCIAS.....	80



APRESENTAÇÃO

Prezado/a Leitor/a,

O extrato que se segue é fruto de uma pesquisa de Mestrado Profissional vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Profissional e Tecnológica do Instituto Federal de Goiás, *Campus Anápolis*. Por se inserir na modalidade profissional, a pesquisa empreendida é de natureza aplicada e tem por corolário o desenvolvimento, implementação e validação de um produto educacional em condições reais de ensino. Define-se por produto educacional uma produção técnica-instrucional, cuja aplicação renda um relato de experiência, apresentado em forma de dissertação. Deve, necessariamente, poder ser disseminado, analisado e utilizado por outros professores.

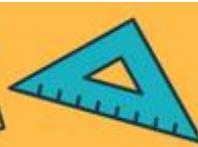
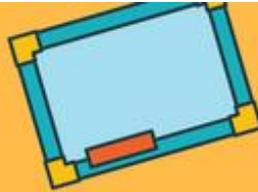
Trata-se do extrato de um curso *online* desenvolvido e implementado com foco na oferta de subsídios teóricos para futuros professores de ciências a respeito das relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), com vistas a aperfeiçoar a compreensão, atitudes e conhecimentos sobre tal conteúdo. Cientes da importância do aperfeiçoamento do ensino de ciências e das possíveis visões inadequadas sobre a ciência e a tecnologia que embasam os processos de ensino, nós tivemos por objetivo final tornar futuros professores de ciências mais propensos e confiantes na adoção da abordagem CTS no Ensino de Ciências.

Muitos foram os desafios encontrados na execução de tal proposta. Seu desenho buscou inspiração na programática da Educação CTS (BYBEE, 1987; LÓPEZ CERESO et al., 2003; SANTOS, 2008; WAKS, 1992). Buscando efetivar a unidade teoria-prática, oferecemos aqui um extrato no formato de uma sequência didática, resultado da ação didático-formativa de 60h/a, realizada entre setembro e novembro de 2018 via Ambiente Virtual de Aprendizagem. Para além do que consta aqui, os educandos participaram de atividades de produção de textos, discussão em fóruns, jogos e tarefas.

A organização de uma ação didático-formativa tem resultados além da produção de materiais didáticos. Excertos de materiais de autoria de outro/as pesquisadores/as foram grifados em itálico com uso de recuo e, visando conferir maior fluidez ao texto, foram referenciados como notas de fim.

A pesquisa científica é um processo. O produto tal qual se apresenta aqui é um retrato do caminho percorrido até então, ainda em construção, passível de aperfeiçoamento e melhorias. Colocamos-nos à disposição para dialogar, receber críticas, sugestões e também para esclarecer possíveis dúvidas.

Cordialmente,
Loryne Viana de Oliveira
(loryne@ymail.com)



MÓDULO I

O que veremos neste Módulo?

- A Plataforma Moodle e a Educação à Distância
- O Plano de Ensino e a Estrutura do Curso
- Traçar perfil do estudante

CONHECENDO A EAD

Seja Bem-Vindo ao Curso Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade!

O que você sabe sobre EaD? Vamos aprender mais um pouco?

Se você acha que EaD é coisa nova, recente, está enganado!

Os registros mais remotos de uma experiência EAD são de um curso por correspondência em 1728! De lá para cá aconteceram muitas mudanças tecnológicas. Se no começo da história da EaD o foco estava nos cursos profissionalizantes, hoje essa modalidade está disponível para todos os níveis de escolaridade, desde o ensino fundamental até a pós-graduação.

Alguns pontos permanecem intactos. Um deles é a separação física e temporal entre o professor e seus estudantes, que caracteriza a EaD. Outro é seu potencial de levar formação para pessoas que estão longe das universidades.

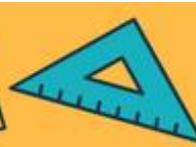
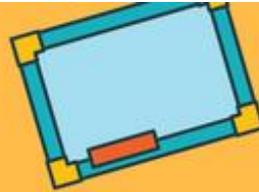
A EAD sempre acompanha a evolução das tecnologias de comunicação. Se uma sala de aula presencial hoje é muito semelhante à de 200 anos atrás, não se pode dizer o mesmo da EaD.

Até os anos 1910 os cursos por correspondência eram baseados em materiais impressos. A partir da década de 1910 iniciou-se o uso de slides e audiovisuais como materiais adicionais. Décadas de 1910 até 1940 incluiu o rádio foi para transmitir conteúdos. Na década de 1950 com a invenção da TV começaram também as primeiras experiências de telecursos. De 1970 em diante as TVs via satélite e a cabo também foram usadas para transmissão de conteúdos. Na década de 1990 temos o início dos cursos por computador (via CD-ROM) e depois pela internet!



EAD NO BRASIL

No Brasil, a EaD surgiu com cursos de qualificação profissional. O registro mais remoto data de 1904, com um anúncio nos classificados do Jornal do Brasil de um curso de datilografia (para usar máquinas de escrever) por correspondência. Nas



décadas de 1960 e 1970 surgem várias iniciativas de EAD em projetos para ampliar o acesso à educação, promover o letramento e a inclusão social de adultos. Com o passar do tempo, os cursos agregaram outros níveis de ensino, como o fundamental completo. E no final da década de 1970 começou em Brasília a primeira experiência de EAD nos cursos superiores¹.

Nesse período, muitos brasileiros já acompanhavam os telecursos, transmitidos pela TV. Esse modelo de EAD convivia com os formatos antigos, como o material impresso e o rádio, uma característica que se mantém até a década de 1990. Em meados da década, as instituições passam a utilizar a internet para publicar conteúdos e promover interações.

Desde então várias universidades formalizaram suas iniciativas EAD, até culminar com a criação, em 1996, da Secretaria de Educação a Distância (SEED), do Ministério da Educação (MEC). Naquele mesmo ano a EaD no Brasil passou a contar com uma legislação abrangente que hoje garante, por exemplo, a validade de diplomas emitidos pelos cursos nesta modalidade.

Atualmente no Brasil as tecnologias baseadas na internet permitem a implantação de diferentes modelos de EAD, como por exemplo:

- Cursos predominantemente a distância, com encontros presenciais obrigatórios;
- Cursos semipresenciais, que promovem encontros semanais;
- Disciplinas a distância de cursos de graduação presenciais;

A tendência é que a experiência de aprendizagem seja cada vez mais híbrida. Ou seja, uma pessoa pode fazer um curso presencial e ter uma carga horária de atividades a distância. Um estudante EAD pode passar por uma experiência tão rica de contato com seus professores e colegas que acaba prevalecendo a sensação de presença e proximidade no processo de ensino e aprendizagem.

Nosso curso será totalmente EaD! Vamos ver o que isso significa? Clique em avançar para descobrir!

QUAL A DIFERENÇA ENTRE FAZER UM CURSO EAD E UM PRESENCIAL?

Isso quer dizer que vamos interagir apenas aqui na plataforma. Para isso será necessário cultivar a disciplina de estudo e constante acesso à plataforma. Aqui reunimos 10 dicas para o estudante EaD²:

1. *Organize seu tempo: Apesar de ter horários flexíveis para estudar é preciso estabelecer horários para os estudos e afazeres acadêmicos, transformando-os assim em uma rotina. Essa é uma forma de não se desorganizar e se manter focado.*
2. *Priorize sempre: Tenha metas diárias relativamente fáceis de ser alcançadas em mente, realize as tarefas mais urgentes primeiro.*



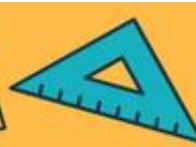
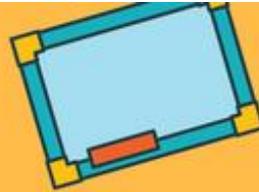
3. *Tenha um ambiente de estudo: Ainda no tema de organização e disciplina, é necessário se organizar para não se atrasar na matéria e acabar se desmotivando do curso.*
4. *Motive-se: Não deixe que a rotina cansativa de trabalho e estudos o deixe cansado, o estudo a distância exige perseverança. Tenha em mente suas metas e interaja sempre com os outros alunos, professores e tutores para ver que não está sozinho e não perder a motivação.*
5. *Amplie os conhecimentos: Não se limite ao que lhe é passado pelo curso, sempre pesquise e procure saber sobre o seu curso, matérias mais interessantes, entre outros. Esteja sempre interessado em aprender mais.*
6. *Pergunte sem medo e sem vergonha: Tenha uma boa relação com os professores e tutores além dos colegas de curso, mesmo que apenas via online. Num curso a distância a atenção que o aluno recebe é bem individual, abuse deste benefício!*
7. *Não deixe pra última hora: Além de aumentar as chances da qualidade do estudo ou do trabalho cair, nunca se sabe se sua internet ou seu computador vai estar funcionando no último minuto do prazo da entrega de um trabalho, por exemplo.*
8. *Tenha compromisso com o curso: Cursos a Distância são compromissos sérios, e não apenas uma forma fácil de obter um certificado. Leve seu tempo, o do professor e dos demais colegas a sério. Não tente reduzir seu tempo de realização das tarefas recorrendo à cópia ou a execução displicente de atividades!*
9. *Recompense a si próprio: Se dê um descanso quando alcançar alguma meta importante, como atingir uma boa nota em alguma prova, ou até mesmo presenteie-se. Isso até ajuda a manter a motivação.*
10. *Interaja e aproveite!*

Clique em avançar para continuar aprendendo!

ESTRUTURA DO CURSO



O curso tem o total de 60h/a e poderá ser utilizado para contabilizar Atividades Complementares junto à sua instituição de origem para integralização de sua licenciatura!



Esta carga horária é dividida em 5 módulos.

O primeiro deles é o que você está fazendo agora. Os objetivos desse módulo são conhecer a Plataforma Moodle, apresentar o plano de curso e traçar perfil do estudante. Para isso você encontra duas atividades. Uma delas ([clique aqui](#)) é um levantamento para que possamos te conhecer melhor. A outra ([clique aqui](#)) se refere ao tema de nosso curso e pretende entender sua opinião sobre os assuntos abordados no curso.

O segundo módulo terá como tema a racionalidade científica. Neste módulo buscaremos identificar a construção dinâmica do conhecimento científico e delimitar a concepção herdada de ciência. Para isso teremos Fóruns, Atividades Auto Instrutivas, Jogos, Conteúdo Interativo e Biblioteca.

O terceiro módulo é sobre o desenvolvimento da tecnologia. Nele tentaremos definir o que é tecnologia e técnica, debater aspectos de Natureza da Tecnologia em sua relação com a sociedade. As atividades seguirão o mesmo padrão das desenvolvidas no segundo módulo.

O quarto módulo apresentará o movimento ciência, tecnologia e sociedade - CTS, discutindo o contexto histórico do surgimento deste movimento e caracterizando seus princípios teóricos e analíticos. O formato das atividades aqui será semelhante às atividades dos módulos anteriores.

O quinto e último módulo buscará ser mais prático, e abordaremos a dimensão educacional da abordagem CTS e a Educação Científica com este enfoque. O conceito de Alfabetização e Letramento Científico-Tecnológico também é apresentado. Neste módulo teremos uma tarefa e um laboratório de avaliação, no qual criaremos e avaliaremos planos de aulas na perspectiva CTS.

Na próxima tela apresentaremos brevemente cada uma destas atividades.

TIPOS DE ATIVIDADES AO LONGO DO CURSO

Ao longo do curso teremos diversos tipos de atividades e recursos disponíveis para favorecer a aprendizagem. Alguns deles são:

SÍMBOLO

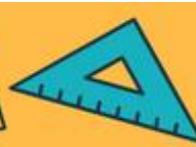
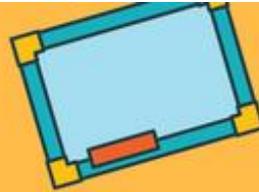


USO

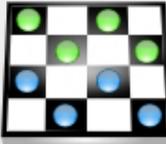
CONTEÚDO INTERATIVO Essa ferramenta será responsável por promover boas práticas na inserção de conteúdos no formato texto, imagens, multimídias, entre outros. O conteúdo será distribuído em páginas, garantindo uma leitura relevante, produtiva e eficaz.



ATIVIDADE AUTO INSTRUTIVA Representa uma atividade avaliativa no formato de questionário com questões de vários tipos (múltipla escolha, verdadeiro ou falso, correspondência, resposta curta entre outras).



FÓRUM DE DISCUSSÃO O fórum permite que participantes tenham discussões assíncronas, ou seja, discussões em que nem todos estudantes estão online simultaneamente.



JOGO Sinaliza um jogo oferecido ao estudante com intuito de fixar determinado conteúdo.



LINK EXTERNO (URL) Representa um link de web que direciona a uma atividade ou recurso do curso.



ESCOLHA Sinaliza uma questão que é feita a você com o objetivo de entender sua percepção sobre determinado assunto.



ENQUETE Representa uma pesquisa rápida para estimular reflexão sobre um tópico.



LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO Permite a coleta, revisão e avaliação por pares do trabalho dos estudantes. Os estudantes podem enviar qualquer conteúdo digital (arquivos), como documentos de texto ou planilhas e também podem digitar um texto diretamente em um campo utilizando o editor de texto.



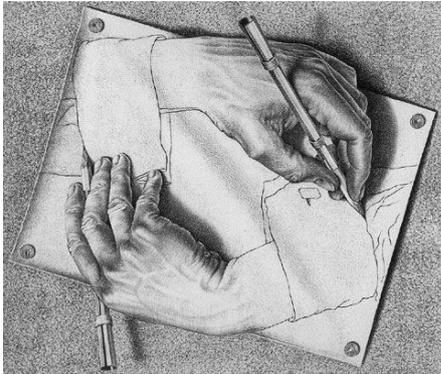
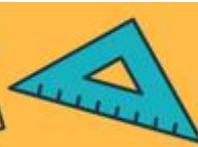
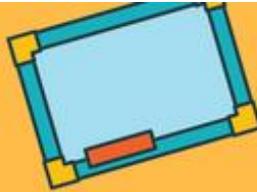
PESQUISA É uma atividade de pesquisa para que o estudante avalie o curso.



PASTA Representa uma pasta que reúne diferentes arquivos disponíveis para consulta.



ARQUIVO PDF Simboliza um PDF (arquivo de texto) disponível para estudo.



O PERIGO DO PLÁGIO

O plágio no contexto acadêmico, especialmente na EaD, vem crescendo cada vez mais em virtude da facilidade de acesso à rede mundial de computadores que disponibiliza milhares de hipertextos digitais das mais diversas áreas do conhecimento. Ao invés de oferecer espaço privilegiado de confronto com ideias diferentes, que estimulasse pensamentos diferenciados, a modernidade dos meios de comunicação tem contribuído no sentido de aumentar e potencializar a questão do plágio na academia, que supostamente deveria ser lar do pensamento crítico e autônomo. Devido a velocidade da circulação de dados na rede cresce a facilidade de se plagiar e cada vez mais é difícil delimitar traços autorais em textos.

Devemos ficar atentos a diferença entre intertextualidade – resposta de textos em cadeias comunicativas relacionais – e o simples uso de informações desordenadas e frutos de apropriação intelectual indevida. O advento e popularização dos hipertextos abre várias possibilidades intertextuais, já que o diálogo com outros textos enriquece nosso trabalho. No caso de recuso a outros textos, a informação ou argumento deve ser devidamente creditado, dizendo de onde a informação foi retirada.³

A ETIQUETA DA INTERNET

Está com vontade de avançar logo para o segundo módulo? Ótimo, mas primeiro, vamos conferir o que significa *netiqueta*...

Netiqueta é o conjunto de boas maneiras e normas gerais de bom senso que proporcionam o uso da internet de forma mais amigável, eficiente e agradável. É importante ressaltar que em alguns casos, o descumprimento dessas regras pode significar a perda de grandes oportunidades.

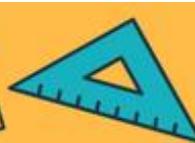
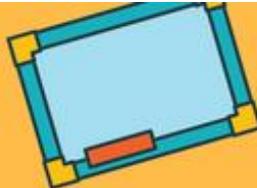
⁴



Assista o vídeo ao lado¹ para descobrir as principais regras de etiqueta na internet!

Você chegou ao final do I Módulo! Parabéns! Não se esqueça de responder ao Fórum de Apresentação, Perfil do Estudante e Questionário Inicial!

¹ Para disponibilizar acesso ao conteúdo multimídia utilizado no contexto da ação didático formativa, ao longo do presente extrato empregaremos o Código QR (sigla do inglês *Quick Response*, reposta rápida em português - um código de barras bidimensional que pode ser facilmente escaneado usando a maioria dos telefones celulares equipados com câmera). Para acessar o conteúdo multimídia a que ele remete, use um smartphone com leitor QR instalado.



CONSIGNA DO FÓRUM DE APRESENTAÇÃO

Estudantes,

Neste Fórum, temos o objetivo de nos apresentar aos participantes do curso, bem como conhecê-los.

Desde já, vamos criar um contexto de aproximação a partir do compartilhamento de nossos gostos e interesses.

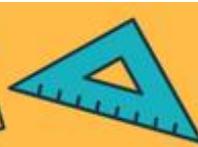
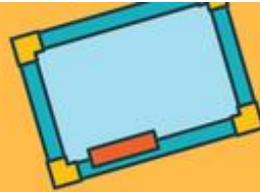
Para isso proponho que vocês:

Escolham e compartilhem um texto, imagem, música, voz ou vídeo que você goste/julgue interessante.

Componha um pequeno parágrafo com as seguintes informações:

- **Nome**
- **Curso/Período/ Instituição**
- **Principais Interesses**
- **E outras informações que quiser compartilhar!**

Vamos juntos/as!



MÓDULO II

O que veremos neste Módulo?

- O paradigma moderno de ciência
- Características do conhecimento científico
- O “método científico”
- Cientistas e questões sócio-científicas

O QUE É CIÊNCIA?

É difícil dimensionar a importância da ciência no mundo atual, porque, para muitas pessoas, a ciência é algo ainda distante e um tanto difuso. Num processo de distanciamento reflexivo de seu lugar na civilização humana uma grande parcela da sociedade só consegue, ainda, relacioná-la a desenvolvimentos científicos notáveis ou mesmo a nomes de cientistas destacados.

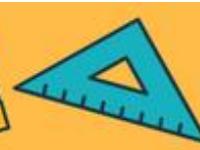
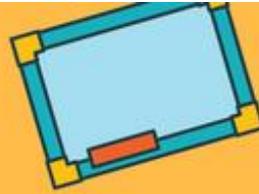
A percepção pública da ciência e da tecnologia é, além de tudo, um pouco ambígua. A proliferação de mensagens do tipo otimista ou catastrofista em torno do papel desses saberes, nas sociedades contemporâneas, tem levado a que muitas pessoas não tenham uma ideia muito clara do que é a ciência e qual o seu papel na sociedade. A isto se soma um estilo de política pública sobre ciência incapaz de motivar uma participação que contribua para o debate aberto acerca desses assuntos e, em geral, para favorecer sua apropriação por parte das comunidades

Com o objetivo de tentar minimizar um pouco tais distorções, na sequência serão estabelecidas algumas considerações que podem possibilitar identificar a ciência, em especial com relação àquilo que as contribuições da investigação filosófica, histórica e sociológica sobre a ciência ressaltam como significativo com relação a um conjunto de aspectos vinculados com:

1. *O método científico;*
2. *O processo do desenvolvimento e mudanças da ciência;*
3. *A articulação entre a experimentação, observação e teoria⁵.*

Definir ciência é uma tarefa muito presunçosa. Aqui adotaremos a definição segundo a qual a ciência é um corpo de conhecimento, com princípios, leis e teorias, que buscam explicar o mundo que nos rodeia (matéria, energia e vida), ou seja, um processo investigador sistemático e o conhecimento dele resultante. Nos interessará aqui avaliar os aspectos acerca da ciência que tornem possíveis uma compreensão mais ampla do conhecimento científico contemporâneo e, de maneira especial, sua articulação com o plano educativo através da concepção CTS.

Clique em avançar para continuarmos!



O MÉTODO CIENTÍFICO

Vamos começar discutindo o conceito de método científico. Não foi sempre que o desenvolvimento científico respeitou a lógica do método científico: há apenas 400 anos que o utilizamos. Apenas no século XVII, com a revolução científica que isso muda.

Costuma dizer-se que o método científico é um procedimento instituído para avaliar a aceitabilidade de enunciados gerais baseados no seu apoio empírico (experiência ou experimentos) e na sua coerência e consistência com a teoria da qual devem formar parte. Ou seja, a ciência busca encontrar relações universais entre fenômenos, bem como quer estabelecer um poder preditivo sobre a natureza.

O que isso quer dizer?

A ciência moderna funciona delimitando um objeto de estudo, que será investigado sob determinadas regras e procedimentos. O atendimento a tal protocolo garantiria o controle, sistematicidade e rigor do conhecimento produzido neste contexto.

Os principais pensadores que entendiam assim o método científico eram Francis Bacon e John Stuart Mill. Para eles, seguir o método garantia que a ciência teria as seguintes características:

1. Simplicidade;
2. Poder preditivo;
3. Fertilidade teórica;
4. Poder explicativo.

Tratava-se, portanto, de um procedimento ou algoritmo para a indução genética, quer dizer, um conjunto de regras que ordenavam o processo de inferência indutiva e legitimavam seus resultados.

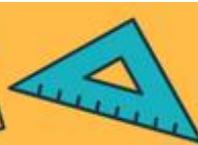
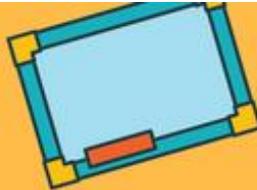


Figura 1 O método científico é uma ideia abstrata. Não existe apenas um método para todas as ciências ou pesquisas. Até onde o método vai?

De acordo com esse raciocínio, a ciência não precisaria de gênios, mas sim de pessoas dispostas a executar cuidadosas observações e experimentos seguidos de análises racionais, modelagem matemática e dedução.

O método permitiria, assim, construir enunciados gerais e hipotéticos acerca dessa

evidência empírica, a partir de um conjunto limitado de evidências empíricas constituídas por enunciados particulares de observação.



Entretanto, o método científico também atuaria de forma hipotético-dedutiva, ou seja, o método serve para confirmar ou não as hipóteses de forma indireta. Como? Através da constatação de que a experiência deriva de forma dedutiva de uma hipótese. Confuso?

No vídeo abaixo o método científico é apresentado de forma ilustrativa:



No vídeo a personagem deseja descobrir por que uma planta cresce mais que a outra. Para isso estabelece hipóteses, que podem ou não ser validadas pelos experimentos conduzidos. É um exemplo de aplicação do método hipotético-dedutivo.

A equação “lógica + experimentação” levaria à uma forma de conhecimento objetivo cuja principal característica seria seu valor cognitivo, em conjunto com a coerência, continuidade e uma particular credibilidade no mundo da experiência. Esta definição de método científico é

voltada para explicar o descobrimento e o desenvolvimento da ciência, supondo erroneamente que todas as descobertas científicas se dão da mesma forma.

*Os tipos de raciocínio que tradicionalmente embasam a investigação científica são: **Indução** (generalização de casos particulares); **Raciocínio hipotético-dedutivo** (formula-se uma hipótese que será ou não comprovada empiricamente); **Analogia** (baseada em relações de semelhança entre fenômenos).*

O valor ou aceitabilidade das hipóteses são julgados conforme sua relevância para explicar o nexo causal entre fenômenos, a possibilidade de ser submetida a testes, e a compatibilidade com hipóteses já confirmadas.

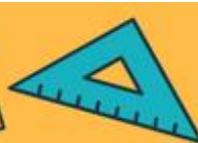
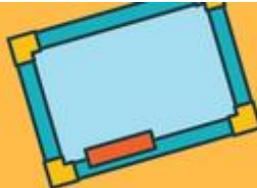
A experimentação visa controlar a observação, privilegiando condições determinadas pelo cientista, que devem ser variadas em diferentes contextos. De todo o processo seguiria a generalização, etapa em que se descobre uma relação constante entre fenômenos⁶.

A história da ciência apresenta muitos exemplos de ideias científicas que surgem por múltiplas causas, algumas delas vinculadas à inspiração, à sorte em contextos internos das teorias, aos condicionamentos socioeconômicos de uma sociedade, sem que seja seguido, em todos os casos, um procedimento padrão ou regulamentado.

Em seguida aprenderemos mais sobre como essa noção de método científico influencia a concepção que temos de ciência.

A REVOLUÇÃO CIENTÍFICA E A MODERNIDADE

Antes de procedermos à concepção que temos atualmente de ciência é importante compreendermos historicamente a noção de ciência.



A física, química e biologia como conhecemos hoje começaram a ser desenvolvidas há mais de 25 séculos na Grécia Antiga. Os gregos reuniram condições sociais e históricas para viabilizar o surgimento da filosofia. Inicialmente o pensamento filosófico era uma alternativa ao discurso mítico-religioso oferecido para explicar a origem das coisas e as causas de suas transformações.

Os primeiros pensadores foram chamados de filósofos da natureza pois desejam explicar o funcionamento da natureza sem recorrer a elementos mágicos e fantásticos como deuses, criaturas mitológicas e narrativas espetaculares.

A filosofia nesta época teve grandes expoentes que influenciaram por séculos o desenvolvimento científico, acompanhe os slides ao lado para conhecer mais a respeito da história das ideias na ciência.

A revolução científica começou no século XVI e prolongou-se até o século XVIII.

Existem duas áreas que se haviam desenvolvido, muito antes do séc. XVII, conhecimentos que ainda hoje designamos como ciências: o das matemáticas e o da astronomia. Mas a exploração dos fenômenos da natureza que não os movimentos regulares dos astros, embora muito ativa, efetuava-se na Antiguidade e na Idade Média de maneira, por assim dizer, anárquica e dispersa. Faltava um quadro unificador dos meios e métodos, mas sobretudo, e mais profundamente, da própria ideia do “objeto a ser descrito”, do tipo de explicação esperado dos fenômenos observados⁷.



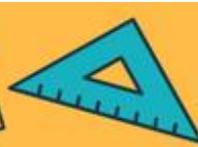
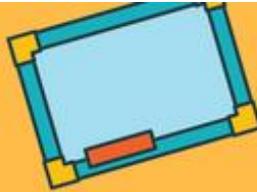
A partir desse período, a Ciência, que até então estava atrelada à Teologia, separa-se e incorpora uma série de características que viabilizam o desenvolvimento da ciência moderna. Um dos episódios mais célebres da revolução científica foi a revolução copernicana.

A REVOLUÇÃO COPERNICANA⁸

A revolução copernicana mudou a maneira como pensamos sobre o nosso lugar no universo. Na antiguidade, as pessoas acreditavam que a Terra era o centro do sistema solar e do universo, ao passo que agora sabemos que estamos em apenas um dos muitos planetas que orbitam o sol.

Mas essa mudança em vista não aconteceu da noite para o dia. Em vez disso, levou quase um século de nova teoria e observações cuidadosas, muitas vezes usando matemática simples e instrumentos rudimentares, para revelar nossa verdadeira posição nos céus.

Podemos obter insights sobre como essa mudança profunda se desenrolou, observando as anotações deixadas pelos astrônomos que contribuíram para isso.



Essas notas nos dão uma pista sobre o trabalho, insights e gênio que impulsionaram a revolução copernicana.

Estrelas “errantes”

Imagine que você é um astrônomo da antiguidade, explorando o céu noturno sem a ajuda de um telescópio. No início, os planetas não se distinguem das estrelas. Eles são um pouco mais brilhantes do que a maioria das estrelas e piscam menos, mas parecem estrelas.

E o movimento planetário não é simples. Os planetas parecem acelerar e desacelerar enquanto cruzam o céu. Os planetas invertem temporariamente a direção, exibindo “movimento retrógrado”.



Como isso pode ser explicado?

Epíclis Ptolomaicos

Na antiguidade, o que realmente distinguia os planetas das estrelas era o movimento deles pelo céu. Da noite para a noite, os planetas se moviam gradualmente em relação às estrelas. Na verdade, “planeta” é derivado do grego antigo para “estrela errante”.

Os astrônomos gregos antigos produziram modelos geocêntricos (centrados na Terra) do sistema solar, que atingiram seu ápice com o trabalho de Ptolomeu. Este modelo é ilustrado no vídeo acima. Ptolomeu explicou o movimento planetário usando a superposição de dois movimentos circulares, um grande círculo “deferente” combinado com um círculo menor “epíclis”.

Além disso, o deferente de cada planeta poderia ser desviado da posição da Terra e o movimento constante (angular) ao redor do deferente poderia ser definido usando uma posição conhecida como um equante, em vez da posição da Terra ou do centro do deferente. Percebe?

É bastante complexo. Mas, para seu crédito, o modelo de Ptolomeu previu as posições dos planetas no céu noturno com uma precisão de alguns graus ou até menos... E assim tal modelo se tornou o principal meio de explicar o movimento planetário por mais de um milênio.



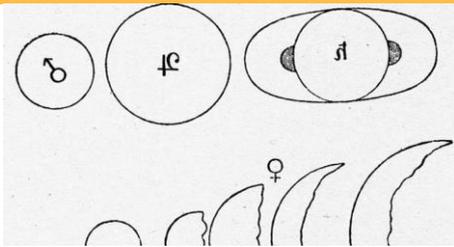


Figura 2 As observações telescópicas de Galileu dos planetas, incluindo as fases de Vênus, demonstraram que os planetas viajam ao redor do Sol. NASA.

A Virada de Copérnico

Em 1543, ano da sua morte, Nicolau Copérnico iniciou a sua revolução com a publicação de *Sobre as revoluções das esferas celestes*. O modelo de Copérnico para o sistema solar é heliocêntrico, com os planetas circulando o sol em vez da Terra.

Talvez a peça mais elegante do modelo copernicano seja sua explicação natural da mudança do movimento aparente dos planetas. O movimento retrógrado de planetas como Marte é meramente uma

ilusão, causada pela “ultrapassagem” da Terra a Marte enquanto ambos orbitam o sol.

Bagagem ptolomaica

Infelizmente, o modelo copernicano original foi influenciado por Ptolomeu. Os planetas copernicanos ainda viajavam pelo sistema solar usando movimentos descritos pela sobreposição de movimentos circulares. Copérnico dispôs do equante, que ele desprezou, mas substituiu-o com o epicilo matematicamente equivalente.

O historiador-astrônomo Owen Gingerich e seus colegas calcularam coordenadas planetárias usando modelos ptolomaicos e copernicanos da época, e descobriram que ambos tinham erros comparáveis. Em alguns casos, a posição de Marte é um erro de 2 graus ou mais (muito maior que o diâmetro da lua). Além disso, o modelo copernicano original não era mais simples do que o modelo ptolomaico anterior.

Como os astrônomos do século XVI não tinham acesso a telescópios, física newtoniana e estatística, não era óbvio para eles que o modelo copernicano era superior ao modelo ptolomaico, embora colocasse corretamente o sol no centro do sistema solar.

Galileu

A partir de 1609, Galileu Galilei usou o telescópio, recentemente inventado, para observar o sol, a lua e os planetas. Ele viu as crateras da lua e pela primeira vez revelou que os planetas eram mundos por direito próprio. Galileu também forneceu fortes evidências observacionais de que os planetas orbitavam o sol.

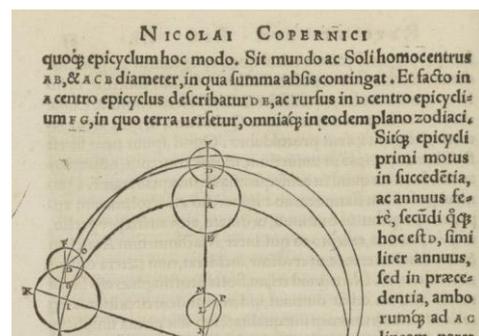


Figura 3 O modelo copernicano original tem semelhanças com os modelos ptolomaicos, incluindo movimentos circulares e epicilos. Biblioteca do Congresso.

As observações de Vênus feitas por de Galileu foram particularmente convincentes: nos modelos ptolomaicos, Vênus permanece entre a Terra e o Sol em todos os momentos, então devemos principalmente ver o lado noturno de Vênus. Mas Galileu

foi capaz de observar o lado diurno de Vênus, indicando que Vênus pode estar do lado oposto do Sol da Terra.

Guerra de Kepler com Marte

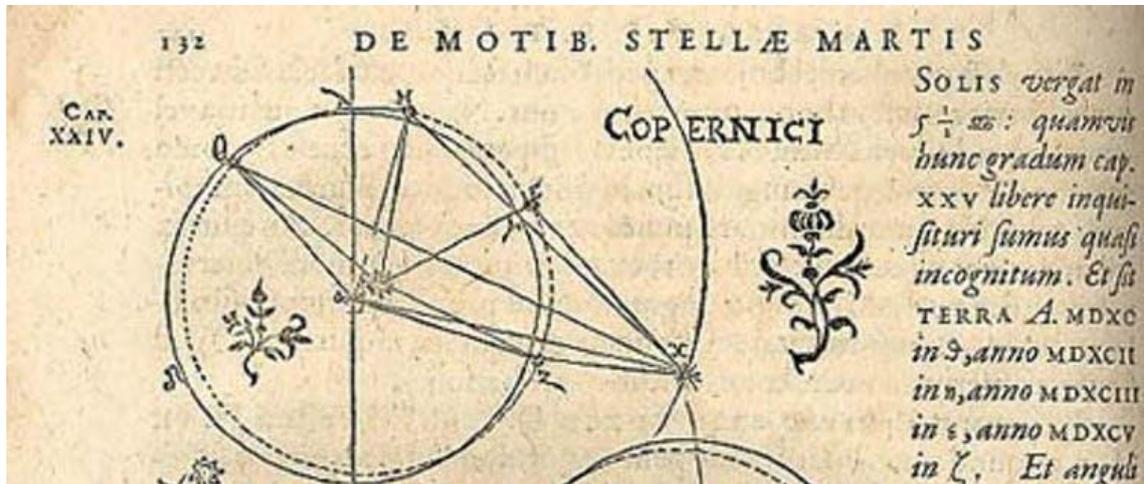


Figura 4 Johannes Kepler triangulou a posição de Marte usando observações de Marte quando retornou à mesma posição em sua órbita. Universidade de Sydney

Os movimentos circulares dos modelos ptolomaico e copernicano resultaram em grandes erros, particularmente para Marte, cuja posição prevista poderia estar errada em vários graus. Johannes Kepler dedicou anos de sua vida a entender o movimento de Marte, e ele resolveu esse problema de forma engenhosa.

Os planetas repetem, aproximadamente, o mesmo caminho que orbitam o Sol, de modo que retornam à mesma posição no espaço uma vez a cada período orbital. Por exemplo, Marte retorna à mesma posição em sua órbita a cada 687 dias.

Como Kepler sabia as datas em que um planeta estaria na mesma posição no espaço, ele poderia usar as diferentes posições da Terra ao longo de sua própria órbita para triangular as posições dos planetas. Kepler, usando as observações pré-telescópicas do astrônomo Tycho Brahe, foi capaz de traçar os caminhos elípticos dos planetas enquanto eles orbitam o sol.

Isso permitiu a Kepler formular suas três leis da mecânica celeste e prever as posições planetárias com uma precisão muito maior do que antes, estabelecendo as bases para a física newtoniana do final do século XVII e para o desenvolvimento científico notável que se seguiu.

Em suma, com a ascensão do modelo copernicano, acrescido às contribuições de Galileu e Kepler surge a noção de lei. As leis fundamentais da mecânica celeste integram todos corpos celestes, e passa a haver apenas uma descrição para os movimentos planetários. A ciência não se reduz apenas a criar modelos específicos, senão a apresentar modelos universais.

Ouçã o podcast ao lado sobre o assunto da revolução



copernicana. É produzido pela CPFL e reúne Claudemir Tossato, professor de Epistemologia e Filosofia da Ciência na Universidade Federal de São Paulo, Eduardo Kickhöfel, professor de História da Filosofia da Renascença na Universidade Federal de São Paulo e Pablo Mariconda, professor de História e Filosofia da Ciência da Universidade de São Paulo.

Em seguida, vamos adiante para compreender o que vem após a revolução científica.

POSITIVISMO LÓGICO E CÍRCULO DE VIENA

O modelo de método científico hipotético-dedutivo que vimos ainda a pouco é bastante fidedigno à dinâmica da ciência, porém ainda não nos responde sobre seu desenvolvimento e natureza: afinal, o que é ciência?

Um grupo de cientistas do século XX buscou discutir estas questões: o que faz algo ser ciência? São os *critérios de cientificidade*, que ao se valer do método científico hipotético-dedutivo buscam o transformar em um instrumento de demarcação para ciência e para o trabalho de compreender a racionalidade científica.

Tais pensadores se reuniam em torno destas discussões em uma espécie de grupo de pesquisa, ou grupo de estudos que ficou conhecido como **Círculo de Viena**. Eles acabaram criando a escola de pensamento hoje chamada de positivismo lógico. De uma forma bastante simples o vídeo ao lado dá explicações preliminares sobre de que se trata o positivismo lógico e suas principais ideias:



Como visto no vídeo, o positivismo lógico buscava estabelecer critérios para definir o separa a ciência da não-ciência (metafísico, não-científico). Dentre os principais critérios propostos está o de **verificabilidade** segundo o qual algo só é científico se puder ser verificável. O que é ser verificável? É a possibilidade de determinar quais observações, sob determinadas condições, nos fariam aceitar a proposição como verdadeira, ou a rejeitá-la como falsa.

A Física era o modelo de ciência, pois seus enunciados científicos se davam a partir de observações podendo assim, ser considerado verdadeiro. Os enunciados que não pudessem ser examinados a partir da verificação empírica (por experiência/experimentação) não tinham significação e, portanto, deveriam ser desconsiderados da ciência.

Outro critério importante foi proposto por um pensador chamado Karl Popper: é o **critério de falseabilidade**. Este critério coloca que para ser científica uma teoria precisa ser falseável, ou seja, o que devemos buscar não é confirmar a teoria vigente, mas sim buscar situações em que ela possa ser refutada ou provada falsa.

Para o Positivismo Lógico portanto, a ciência era um grande sistema axiomático (postulados, regras, valores) cujos conceitos básicos eram os da física e matemática. A lógica oferecia a este sistema o instrumental requerido para formalização e fundamentação, tornando viável uma compreensão rigorosa. O desenvolvimento

temporal da ciência enquanto corpo de conhecimento era visto como um avanço linear e cumulativo, como paradigma de progresso humano⁵.

CONCEPÇÃO HERDADA DE CIÊNCIA

O método científico acrescido da visão de ciência do positivismo lógico pintava a ciência como tendo as máximas:

Imparcialidade: *é a concepção de que as teorias são corretamente aceitas apenas em virtude de manifestarem os valores cognitivos em alto grau, segundo os mais rigorosos padrões de avaliação e com respeito a uma série apropriada de dados empíricos⁹.*

Neutralidade: *é a característica de que o conhecimento científico não atende a nenhum valor particular, ou seja, não depende do contexto social, cultural, etc, em que é desenvolvido. A ciência não serve a nenhum valor específico, e busca apenas conhecer a estrutura causal do mundo¹¹. Ao cientista interessa conhecer por conhecer. Ela se desdobra em 3 teses:*

1 Tese da neutralidade temática: *a ciência é neutra porque o direcionamento da pesquisa científica, isto é, a escolha dos temas e problemas a serem investigados, responde apenas ao interesse em desenvolver o conhecimento como um fim em si mesmo.*

2 Tese da neutralidade metodológica: *a ciência é neutra porque procede de acordo com o método científico, segundo o qual a escolha racional entre as teorias não deve envolver, e de maneira geral não tem envolvido, valores sociais.*

3 Tese da neutralidade factual: *a ciência é neutra porque não envolve juízos de valor; ela apenas descreve a realidade, sem fazer prescrições; suas proposições são puramente factuais.¹⁰*



Figura 5 Atualmente não é incomum encontrar quem acredite no mito do cientificismo. Segundo tal visão a ciência começa a ser dogmatizada e tida como teno verdades inquestionáveis. Sabemos que a dinâmica da ciência é bem mais complexa do que este esteriótipo.

Autonomia: *refere-se a à independência das investigações científicas, sendo as instituições científicas isentas de pressões externas e livres para definir suas agendas voltadas para a produção de teorias imparciais e neutras¹¹.*

Já sabemos o que foi o Positivismo Lógico e como ele influenciou a concepção herdada de ciência, imagem que prevalece de forma ingênua entre o senso comum e até entre cientistas. Porém, tal concepção não é ponto pacífico, bem como as ideias do Positivismo

Lógico. Vamos descobrir quais resistências esse pensamento encontrou? Clique em avançar!

REAÇÃO AO POSITIVISMO LÓGICO

O Positivismo Lógico encontrou resistências para se estabelecer de forma consensual no âmbito acadêmico. A assim chamada reação antipositivista é baseada em críticas realizadas por pensadores como Thomas Kuhn, Paul Feyerabend e Quine. Estas críticas se fundamentavam em problemas apresentados pela concepção de ciência adotada pelos positivistas.

Por exemplo, se considerarmos que um problema científico resolvido é um “elo na cadeia de problemas e soluções, através dos quais a ciência avança. De um modo geral, uma nova teoria é uma fonte muito fecunda de problemas, através das previsões que gera”¹¹.

Ou seja, uma teoria leva à outra. Essa constitui uma das principais objeções à concepção de ciência do Círculo de Viena. Chamada de “a carga teórica da observação”, alerta para o fato de que as teorias científicas frequentemente funcionam de forma cumulativa, de forma que uma teoria fora da cadeia, que introduza novos conceitos e elementos tende a ser rejeitada.

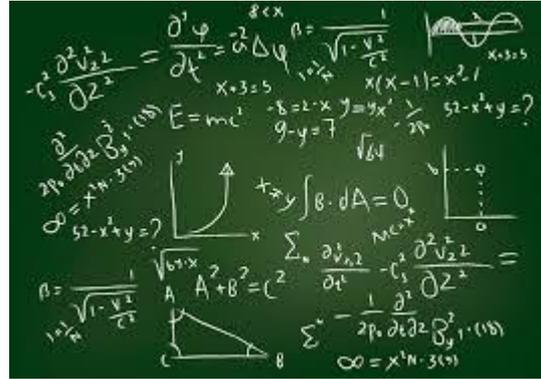


Figura 6 O Círculo de Viena propunha a atenção a modelos investigativos da física.

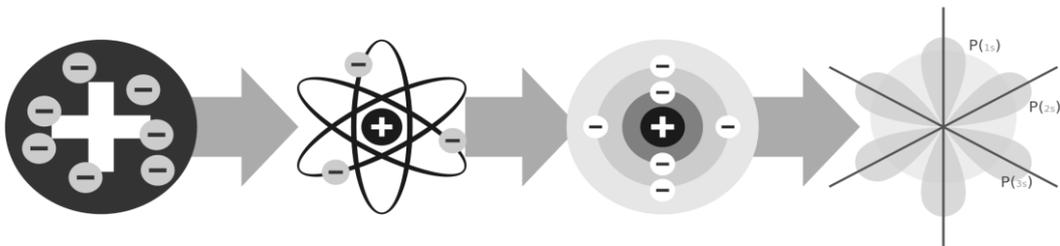


Figura 7 Qual a influência da teoria sobre a observação? Há muito já se sabe que até nossa percepção é influenciada pelos nossos conhecimentos anteriores.

Pode-se perguntar: a observação decorre sempre da observação dos fatos? Que fatos? Ao observar, já privilegiamos alguns aspectos entre as inúmeras informações caoticamente recebidas. Duas pessoas que observam a mesma paisagem não a registram de forma idêntica, como uma câmara fotográfica... O olhar humano é intencional, ou seja, é dirigido por uma intenção, tendendo a privilegiar determinados aspectos em detrimento de outros. Nesse caso, sendo a teoria algo que nos ensina como escolher entre duas teorias “rivais” – que expliquem o mesmo fenômeno?

Se a observação é imprescindível à ciência, ao observarmos um fenômeno não o fazemos sem usar um plano de fundo teórico: o que se vê depende tanto das impressões sensíveis – objetivas, quanto do conhecimento prévio, das expectativas,

dos pré-juízos e do estado interno geral do observador! Em outras palavras, os fatos nunca constituem o dado primeiro, mas sim, resultam de nossa observação interpretativa: a observação está sempre impregnada de teoria¹¹.

O argumento da carga teórica desafia duas noções importantes: a de que a ciência se desenvolve cumulativamente e a de que a resolução das controvérsias científicas e a comparação interteórica se deem apenas no plano da racionalidade.



Figura 8 Círculo de Viena foi um grupo de estudos que se reunia sob a coordenação do Professor Moritz Schlick

Outro ponto de crítica ao Positivismo lógico se dá em razão do argumento da **infradeterminação**: *dada qualquer teoria ou hipótese proposta para explicar um determinado fenômeno, sempre é possível produzir um número indefinido de teorias ou hipóteses alternativas que sejam do ponto de vista experimental, equivalentes à primeira, mas que proponham explicações incompatíveis do fenômeno em questão⁵.*

Nesse sentido, podemos pensar em uma visão diferente da atividade científica. Conhecendo o trabalho de Thomas Kuhn podemos dimensionar a relevância de um olhar alternativo à concepção herdada de ciência.

A SOCIOLOGIA DA CIÊNCIA

Até aqui tentamos esclarecer que a palavra ciência é controversa e a prática científica, mais complexa do que o senso comum costuma perceber. Para conhecer melhor esse fenômeno que constitui a ciência se impõem abordagens diversas: sociológicas e históricas.



Figura 10 O objeto de estudo da sociologia estudo da ciência como atividade social, especialmente para lidar com "as condições sociais e efeitos da ciência, e com as estruturas sociais e processos da atividade científica.

Em um primeiro momento, a sociologia se restringia a estudar fenômenos em torno da ciência: os vínculos entre cientistas e instituições sociais, as relações entre as orientações de pesquisas e interesses econômicos ou políticos. Em um segundo momento a sociologia avançou para estudar fenômenos internos à prática científica: ou seja, a comunidade científica, os costumes e maneiras de se organizar, a carreira dos cientistas e suas ambições.



Figura 9 Como se dão as interações entre a ciência outras atividades humanas?

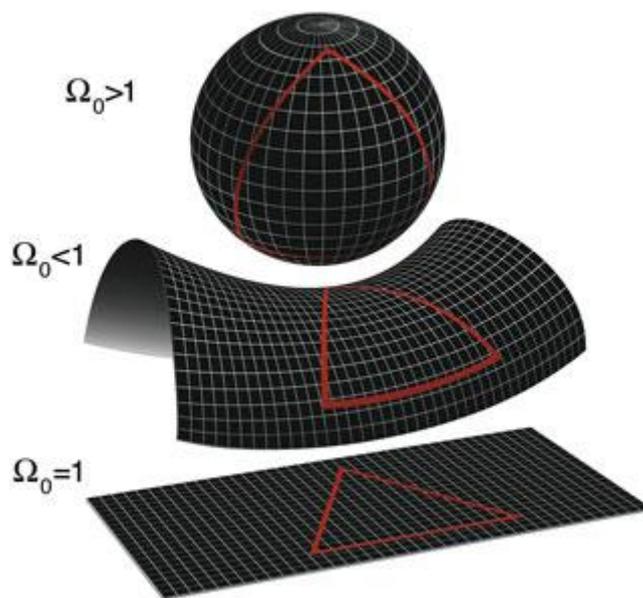
Os conteúdos científicos propriamente ditos continuavam não sendo objeto de interesse da sociologia: afinal, são da ordem racional, cognitiva, impossíveis de serem estudados sociologicamente. A terceira onda de estudos sociológicos porém avançou nessa direção. Thomas Kuhn, através das noções de *matriz disciplinar* e *paradigma* coloca que a pesquisa científica é influenciada pelo seu ponto de partida: preconceitos, projetos subjacentes, etc. Então começa-se a perceber que elementos sociais podem estruturar o conhecimento científico.

Vamos continuar avançando para entender melhor como a sociologia da ciência trata o conteúdo científico.

FÍSICAS NÃO-NEWTONIANAS E OS PARADIGMAS DA CIÊNCIA

A concepção herdada da ciência pode ser problematizada considerando várias contribuições de outros estudos sobre as ciências. São as meta-ciências, ou as ciências que estudam a ciência. Dentre elas podemos colocar a sociologia, a história e a filosofia da ciência. A construção social da ciência busca apresentar uma outra leitura para explicar o desenvolvimento científico. Mas antes, vamos entender a derrocada da concepção herdada de ciência.

Um fator de desestabilização da concepção herdada da ciência foi a própria crise das ciências, experimentada a partir do surgimento da geometria não-euclidiana e da



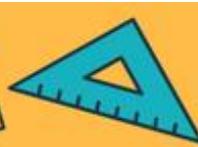
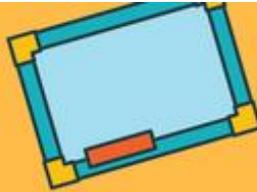
física não-newtoniana. A partir de tais processos, os postulados da geometria plana que conhecemos foram estabelecidos por Euclides no século III a.C encontrou modelos rivais, desenvolvidos pelo matemático russo Lobatchevski partindo de outro enunciado segundo o qual "por um ponto do plano pode-se traçar duas paralelas a uma reta do plano"⁵.

Figura 11 Geometrias não-euclidianas também foram responsáveis pela crise nas ciências.

Em 1854, o matemático alemão Riemann usou um outro modelo em que "por um ponto do plano não se pode traçar nenhuma paralela a uma reta do plano". Os novos modelos não anulavam a geometria euclidiana, mas faziam desmoronar o critério de evidência em que os postulados

euclidianos pareciam repousar. Como consequência, seria preciso repensar a "verdade" na matemática, que dependia do sistema de axiomas inicialmente colocados e a partir do qual poderiam ser construídas geometrias igualmente coerentes e rigorosas.

Esses esquemas operacionais diferentes podem se revelar de grande fecundidade: a teoria da relatividade generalizada de Einstein não se explica pela geometria euclidiana, mas se traduz



muito bem na proposta de Riemann. É fácil imaginar o impacto das novas descobertas para o homem, cujo universo de percepção imediata é euclidiano.

Por outro lado, a física newtoniana, considerada a imagem absolutamente verdadeira do mundo, baseada no mecanicismo e o determinismo também foi abalada. Se pudessemos conhecer as posições e os impulsos das partículas materiais num dado momento, poderíamos, segundo a hipótese de Laplace, deduzir pelo cálculo toda evolução posterior do mundo⁵.

Na década de 1920, no entanto, descobertas de De Broglie no campo da física quântica, considerando o elétron um sistema ondulatório, permitiram a Heisenberg a formulação do princípio da incerteza. Segundo esse princípio, é impossível determinar simultaneamente e com igual precisão a localização e a velocidade de um elétron. O aparecimento dessas teorias alternativas levou ao desenvolvimento de epistemologias alternativas, ou seja, de uma nova teoria sobre o conhecimento científico que pudesse dar conta de examinar o valor objetivo dos princípios, hipóteses e conclusões das diferentes ciências.

Estas crises na ciência foram tema de estudo de Thomas S. Kuhn, um físico que produziu uma obra que revolucionou a forma de entendermos a dinâmica da ciência. Nele, Kuhn apresenta a noção de paradigma. É por meio dos paradigmas que os cientistas buscam respostas para os problemas colocados pelas ciências. Os paradigmas são, portanto, os pressupostos das ciências. A prática científica ao fomentar leis, teorias, explicações e aplicações criam modelos que fomentam as tradições científicas. Segundo Kuhn, os “paradigmas são as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e



Figura 12 Thomas Kuhn foi responsável pela noção de paradigma, seu trabalho foi seminal para a sociologia e filosofia da ciência.

soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência” (Kuhn, 1991, p.13). A física de Aristóteles é um bom exemplo de paradigma, sua teoria foi aceita por mais de mil anos. A astronomia Copernicana, a dinâmica Newtoniana, a química de Boyle, a teoria da relatividade de Einstein também são paradigmas.

O conceito de paradigma surgiu das experiências de Kuhn como cientista. Ele percebeu que a prática científica é uma tentativa de forçar a natureza a encaixar-se dentro dos limites preestabelecidos e relativamente inflexíveis fornecido pelo paradigma. Ou seja, a ciência é uma tentativa de forçar a natureza a esquemas conceituais fornecidos pela educação profissional. Na ausência de um paradigma, todos os fatos significativos são pertinentes ao desenvolvimento de uma ciência¹².

Não foi apenas esse conceito que Kuhn apresentou. Como dito na seção anterior, o avanço representado por Kuhn se deu em razão de que o aspecto institucional dos conteúdos foi evidenciado. Sobre isso, nos diz Fourez (1995, p.172):

[...] os sociólogos se interessaram pela influência dos fenômenos sociais sobre o paradigma e sobre a prática científica, ao mesmo tempo em que conservavam, como plano de fundo, como uma ideia reguladora, a ideia de que um *núcleo duro da ciência*. Consideravam que, no centro do trabalho científico, havia elementos que representavam uma *objetividade absoluta*, mesmo que na *periferia* se pudesse perceber os condicionamentos das disciplinas e sua relatividade histórica; A história e a sociologia da ciência eram capazes de falar de tudo o que girasse em torno desse núcleo, mas a própria *racionalidade científica* permanecia ao abrigo das pesquisas psicológicas ou sociológicas: ela só dependia da razão pura.

A última fronteira da sociologia da ciência e de outras meta-ciências, representada pela racionalidade científica é abordada na próxima e última seção.

A CONSTRUÇÃO SOCIAL DA CIÊNCIA

Há muita resistência no que se refere ao tema “construção social”. Há quem diga que vivemos em tempos em que a sociologia invadiu todas as áreas do saber, tornando tudo relativo, o que seria absurdo. Entretanto, nesta seção lhe convidamos a entender qual a alegação por trás da questão da “construção social da ciência”.

Antes de mais nada é necessário colocar dois pontos:

1 – Dizer que a ciência é historicamente condicionada não é negar seu valor e eficácia: sequer é possível separar uma coisa da outra, já que o que é “puro e objetivamente científico” também dependeu das estruturas sociais em seu desdobramento histórico. Esta questão é explorada de forma bastante interessante por Fourez (Capítulo 6) quando atrela a racionalidade científica ao surgimento da classe de comerciantes no fim da Idade Média: a partir do comércio e do florescimento das trocas o mundo e os objetos se tornam, ou melhor, passam a ser vistos como despojados de particularidade, vínculo com um contexto específico.

2 – Dizer que a ciência é socialmente construída não quer dizer que seus resultados sejam subjetivos: as interpretações dos resultados científicos não são pessoais. Sendo a ciência um fenômeno social – porque se dá entre pessoas – trata-se de fazer com que um grupo, de cientistas, aceite uma visão em meio a relações de vários tipos, e não apenas cognitivas. Isto fica bastante claro quando, no exemplo da revolução copernicana, identificamos a resistência em adotar o modelo heliocêntrico. Tratava-se não só de mudar a posição de um astro, mas de o homem perder sua primazia no universo. Descreve Koyré que isso exigiu que nós abrissemos mão do “próprio mundo em que vivia e pensava, tendo de transformar e substituir não só seus conceitos e atributos fundamentais, mas até mesmo o quadro de referência de seu pensamento” (KOYRÉ, 1979, p.6).

3 – Admitir a construção social da ciência não



Figura 13 David Bloor e os partidários do Programa Forte da Sociologia do Conhecimento

implica que ela deixe de ser um corpo de conhecimento, com princípios, leis e teorias, que buscam explicar o mundo que nos rodeia. O que muda é compreender sua dinâmica, resultando numa interpretação mais plausível de seus resultados e processos.

A construção social da ciência compõe portanto, a noção de que os resultados da ciência (por exemplo uma classificação taxonômica) ou os produtos da tecnologia (por exemplo a eficiência de um artefato) foram socialmente construídos; quer dizer, que tais resultados ou produtos são o ponto de chegada de processos contingentes (não inevitáveis) nos quais a interação social tem um peso decisivo. Há diversos tipos de construtivismo social, conforme se fale, por exemplo, de um ou outro tipo de objeto construído (fatos, propriedades, categorias...) e se aceite ou não a concorrência de fatores epistêmicos⁵.

Tais concepções floresceram em escolas de pensamento chamadas “Programa Forte da Sociologia do Conhecimento”, “Programa Empírico de Sociologia do Conhecimento” (EPOR) e “Construção Social da Tecnologia” (SCOT). Aqui nos basta compreender as linhas gerais de seus raciocínios.

CONTROVÉRSIAS CIENTÍFICAS

Examinamos a representação dominante da ciência; ela se caracteriza por uma visão centrada sobre o inelutável ou o necessário: a observação examinaria as coisas tais como são, sem que intervenha nenhum fator humano; as leis seriam tiradas dessas observações e depois verificadas por experiências que obedeceriam a uma lógica e uma racionalidade únicas e claras. A análise crítica mostrou os limites de semelhante representação: as observações já são construções humanas, os modelos provêm de nossas ideias anteriores, e por meio de uma lógica pragmática e histórica (e não por meio de uma racionalidade necessária) que os cientistas decidem rejeitar ou conservar modelos particulares. Essa análise remete as práticas científicas a sua situação histórica. Ela desmistifica a ciência, pondo em questão a sua a-historicidade, a sua universalidade, a sua absolutez, o seu caráter quase sagrado.



Figura 14 O senso comum nos leva a crer que a ciência é completamente objetiva e independente de nossa interferência. Mas não é bem assim...

Mostrando a sua historicidade, essas análises não desmerecem a ciência: elas se contentam em situá-la em meio a outras grandes realizações humanas com o a arte ou as técnicas. Elas podem contudo ser um pouco “chocantes” para aqueles e aquelas que tiverem investido na ciência uma dimensão absoluta, praticamente religiosa, e que esperavam nela encontrar um a certeza ou um absoluto aos quais muitos aspiram em uma sociedade tão mutável como a nossa. A partir do momento em que

se aceita que a racionalidade científica não é eterna, mas se associa a um a maneira socialmente reconhecida e eficaz de abordar a nossa relação com o mundo, vemos remetidos a uma reflexão sobre a maneira pela qual essa racionalidade funciona. Não nos situamos mais diante de um conceito abstrato de racionalidade científica, mas diante de práticas concretas.

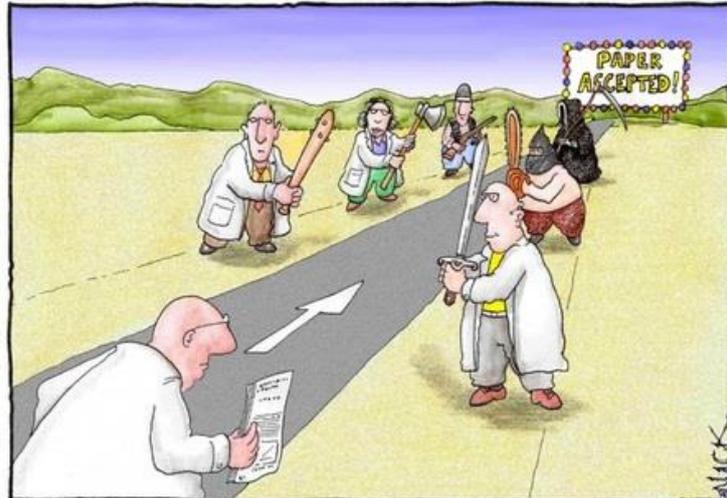


Figura 15 A maioria dos cientistas vê a a nova simplificação do processo de avaliação por pares como "uma baita melhoria".

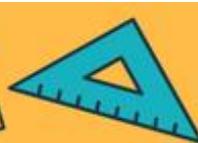
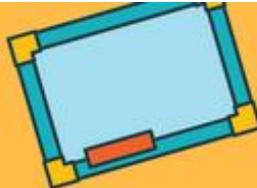
A comunidade científica e suas práticas se tornam então um fenômeno humano com o muitos outros. Podem os estudá-los sem lhes dar de antemão um estatuto excepcional; nós os abordamos um pouco como se estudássemos, por exemplo, uma tribo bantu que resolve os seus problemas por meio de conselhos. Esses “conselhos”, com efeito, são, como a prática científica, maneiras socialmente admitidas de refletir em comum. Podem ser consideradas como uma espécie de técnica intelectual destinada a resolver problemas. Do mesmo modo, o raciocínio científico é um a



Figura 16 A ciência não é feita apenas de experimentos. Kuhn foi o pioneiro no estudo da sucessão dos paradigmas e sua relação com a aceitação da comunidade científica.

maneira socialmente reconhecida, e extremamente eficaz, ao que parece, de resolver as nossas relações com o mundo. Esse ponto de vista sociopolítico sobre a ciência e a comunidade científica pode estudar a ciência sem ter de antemão um juízo sobre o que ela seria por natureza ou por essência. E o que chamamos de um ponto de vista agnóstico sobre a natureza última da prática científica e sobre a ciência.

Nesse sentido, a comunidade científica poderia parecer com o um elemento



externo à ciência e a seus resultados. Haveria a ciência e os seus progressos; e depois - elemento puramente adjacente - haveria o fato de que são praticadas por um grupo humano. O método científico poderia ser analisado - e é assim que ele é na maior parte do tempo - independentemente da comunidade científica. Semelhante concepção do método científico é incapaz de se dar conta da obtenção dos resultados interessantes. Afinal, um laboratório terá um a boa performance tanto por seu pessoal ser bem organizado e ter acesso a aparelhos precisos, com o por raciocinar.

Essas práticas científicas podem ser esclarecidas também pela comparação com as técnicas materiais (pensemos, por exemplo, nas técnicas dos meios de transporte). Estas surgem como uma maneira de abordar um certo número de problemas, um certo número de projetos humanos.

E enquanto elas forem satisfatórias, continuar-se-á a utilizá-las. Existem verdadeiras linhas de pesquisa para cada uma das técnicas. Por exemplo, no domínio em questão, existe a linha de meios de transporte marítimos, aéreos, terrestres etc. Existem também as linhas de técnicas para o motor a explosão, ou para o motor elétrico etc.

Os motivos que levam a adotar ou a rejeitar uma determinada técnica são complexos e não obedecem a uma lógica que determinaria a priori em que elas são ou não eficazes. Por exemplo, não é tão fácil ver por que o programa de pesquisas sobre o motor elétrico, para os carros, foi abandonado no final do século passado. Fatores econômicos, interpessoais, políticos, afetivos, culturais etc. cruzam-se com aqueles que denominam os puramente técnicos (por que, aliás, os chamamos de “puramente técnicos”?). Os motivos da rejeição de uma pista não são jamais unicamente “racionais”; ou, se os chamamos assim, é de uma maneira não-falseável (é com efeito sempre possível encontrar um a boa “razão” para dizer porque a abandonamos, seja essa razão de ordem econômica, afetiva, cultural etc.).

Mas a única coisa que parece clara é que não existem razões “científicas”, no sentido usual da palavra, que podem determinar de maneira clara se há ou não motivo para se firmar em uma direção qualquer³.



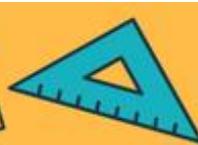
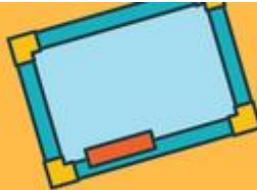
PARA (NÃO) CONCLUIR

Se quiser se aprofundar mais sobre os temas abordados na unidade, não deixe de ler esta coluna do Jornal Folha de S. Paulo (Perdidos na Matemática: físicos e filósofos devem conversar?) sobre financiamento de pesquisas em física e a relação entre a ciência e outras esferas do conhecimento.

Você chegou ao final do II Módulo! Parabéns!

Siga adiante para realizar a Atividade Auto Instrutiva.

Não perca os prazos e responda ao Fórum de Discussão Interagindo com os Colegas!



ENQUETE MÓDULO I

O que é ciência para você?

Como se relacionam observações e teorias no desenvolvimento da ciência?

Esta atividade apresenta pequenos textos com ideias sobre a natureza do conhecimento científico. Provavelmente cada pessoa concordará com alguns e discordará de outros, por ter suas próprias ideias sobre o assunto.

Esta atividade foi retirada de: BORGES, R.M.R. Em debate: cientificidade e educação em ciência. 2ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

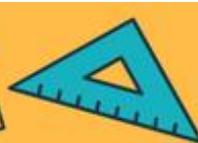
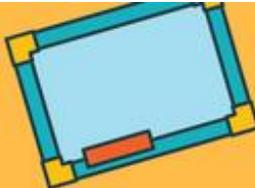
Indique o seu grau de concordância: 5 se houver concordância plena, 0 se houver total desacordo, 1 a 4 (graus intermediários) para concordância parcial.

1. A formulação de leis naturais tem sido encarada, desde há muito, como uma das tarefas mais importantes da ciência. O método que a ciência utiliza para conhecer os fenômenos que ocorrem no universo é o método experimental, que consiste, basicamente, em: a) observação dos fenômenos; b) medida das principais grandezas envolvidas; c) busca de relações entre essas grandezas, com o objetivo de descobrir as leis que regem os fenômenos que estão sendo pesquisados. Este processo, que permite chegar a conclusões gerais a partir de casos particulares, é denominado indução, e é uma das características fundamentais da ciência. Ele possibilita atingir um conhecimento seguro, baseado na evidência observacional e experimental.

2. A ciência possui valor, não porque a experiência demonstre as ideias científicas, mas porque fatos experimentais podem falsear proposições científicas. As ideias científicas não podem ser provadas por fatos experimentais, mas estes fatos podem mostrar que as proposições científicas estão erradas. Esta é uma característica de todo o conhecimento científico: nunca se pode provar que ele é verdadeiro, mas às vezes, podemos provar que ele não é verdadeiro. É possível provar que uma teoria estabelecida está errada, mas nunca poderemos provar que ela é correta. Assim, a ciência evolui através de refutações. À medida que se demonstra que algumas ideias são falsas, obtém-se uma nova teoria, ou a antiga é aperfeiçoada.

3. Normalmente um cientista não se preocupa em negar uma teoria, mas sim em comprovar as teorias existentes. Se o resultado aparecer depressa, ótimo. Caso contrário lutará com seus instrumentos e suas equações até que, se possível, obtenha resultados conformes com a teoria adotada pela comunidade científica a que pertence. A comunidade científica é conservadora. Só em casos muito especiais uma teoria aceita por longo tempo é abandonada e substituída por outra. As novidades que não se enquadram nas teorias vigentes tendem a ser rejeitadas pelos cientistas (depende do contexto). Só é considerado como ciência aquilo que os cientistas aceitam por consenso.

4. Em princípio, o cientista não precisa seguir qualquer norma rígida quanto à metodologia da pesquisa. Ou seja, tudo vale, há uma diversidade de normas. Não



existe regra de pesquisa que não tenha sido violada alguma vez. Portanto, não se pode insistir para que, numa dada situação, o cientista adote, obrigatoriamente, um certo procedimento metodológico. No fim das contas, pode ser esta justamente a situação e que a regra deve alterada. Não existe nenhuma regra, por mais alicerçada que esteja numa teoria do conhecimento, que não tenha sido violada em uma ocasião ou outra. Tais violações são necessárias ao progresso.

5. A necessidade de uma experiência científica é identificada pela teoria antes de ser descoberta pela observação. Ou seja, a experimentação depende de uma elaboração teórica anterior. Deste modo, o pensamento científico é, ao mesmo tempo, racionalista e realista, pois a prova científica se afirma tanto no raciocínio como na experiência. O cientista deve desconfiar de experiências com resultados imediatos e de ideias que apareçam evidentes. Ou seja, o conhecimento científico se estabelece a partir de uma ruptura com o senso comum. E o progresso das ciências exige ruptura com os conhecimentos anteriores tal como estão estabelecidos, o que implica sua reestruturação.

6. Comparando os temas de pesquisa científica com os problemas econômicos, técnicos, sociais ou políticos de cada época fica evidente que o desenvolvimento científico é influenciado por eles. Antes da revolução industrial, a ciência não podia ultrapassar os limites impostos pela Igreja. Depois, submeteu-se aos interesses da burguesia, cujas necessidades técnicas e econômicas determinam o desenvolvimento posterior das teorias científicas. Atualmente, o papel das ciências pode ser facilmente constatado, verificando-se em quais pesquisas acadêmicas as agências financiadoras investem seus recursos.

CONSIGNA DO FÓRUM DE DISCUSSÃO MÓDULO II

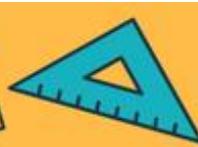
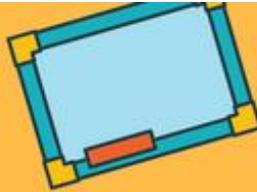
Olá querido estudante!

O objetivo deste fórum é, além de servir como atividade pedagógica, estimular o debate e discussão em torno de alguns pontos relevantes para nossa disciplina. Leia as orientações até o final, se desejar, consulte o material complementar indicado, e poste suas respostas.

NÃO DEIXE DE COMENTAR A RESPOSTA DOS COLEGAS, além de satisfazer em sua resposta os pontos indicados para a discussão, todos devem responder a postagem inicial (1 vez) e realizar interações considerando as postagens dos colegas (ao menos 1 vez) em dias diferentes para receber a pontuação referente a esta atividade!

Em variados assuntos, cientistas não conseguem alcançar consenso, a despeito da arraigada crença do senso comum de que a ciência seja objetiva e seja capaz de trazer à luz uma verdade absoluta sobre fatos.

Neste fórum iremos discutir uma controvérsia sociocientífica: os Agrotóxicos



Conhecidos também por fitossanitários, defensivo agrícola ou ainda pesticida, cada uma dessas nomenclaturas dá ênfase à aspectos diferentes, conforme o interesse.

A discussão em torno do projeto de lei apelidado de PL do Veneno por ambientalistas acirrou os ânimos entre estes e os ruralistas. Os primeiros argumentam que ao centralizar a avaliação de novos produtos no Ministério da Agricultura, o que tira poder do Ibama e da Anvisa, estaríamos sujeitos a riscos ambientais e de saúde sem precedentes.

Por outro lado, para empresários rurais e para a indústria química, a maior facilidade na regulação e distribuição dos pesticidas ajudaria o país a manter a produtividade no campo.

No momento, o [PL 6.299](#), que tramita em regime de prioridade, encontra-se pronto para ser pautado no plenário da Câmara. Sua versão final prevê algumas mudanças significativas na legislação, sendo a principal delas a que trata dos trâmites para a liberação do uso de agrotóxicos.

Atualmente funciona da seguinte maneira: para que possa ser usada no Brasil, uma nova substância precisa ser avaliada pelo Ministério da Agricultura, pelo Ibama, vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, e pela Anvisa, vinculada ao Ministério da Saúde. Esse processo dura de quatro a oito anos, fazendo com que muitas dessas substâncias já estejam obsoletas ao entrar no mercado, argumentam defensores da nova lei.

Para muitos, o Brasil apoia a indústria de agrotóxicos. São concedidos incentivos fiscais (redução de 60% do ICMS e a isenção do PIS/COFINS e do IPI) à produção e comércio de pesticidas. Ainda assim um relatório da Associação Brasileira de Saúde Coletiva (Abrasco) de 2015 mostrava que 70% dos alimentos in natura consumidos no país estavam contaminados por agrotóxicos.

Uma série de questões que nós não compreendemos corretamente nos obriga a fazer novos questionamentos relacionados com os agrotóxicos, e a mostrar como são frágeis as bases científicas que dão sustentação ao seu uso para fins agrícolas ou de saúde pública.

- Como se dão as reações com todas as proteínas que interagem no organismo, como um sistema integrado?
- Como a inibição da enzima acetilcolinesterase pode prever outros efeitos não avaliados nos expostos?
- Está perfeitamente adequada a dosimetria utilizada aos fenômenos do metabolismo e da toxicocinética?
- As diferenças de suscetibilidade (idade e genética) estão consideradas na avaliação dos efeitos dos agrotóxicos?
- Estão incluídas todas as fontes de exposição (consumo de alimentos, de água, por exemplo) no balanço da exposição?
- A exposição múltipla e todos os agentes que atuam simultaneamente, potencializando a toxicidade, são considerados?

Dados:

- Um terço dos alimentos consumidos cotidianamente pelos brasileiros está contaminado pelos agrotóxicos
- A quantidade de agrotóxico usado nas lavouras brasileiras está crescendo devido a:



- Expansão do plantio da soja transgênica, que amplia o consumo de glifosato;
- Crescente resistência das ervas “daninhas”, dos fungos e dos insetos, demandando maior consumo de agrotóxicos e/ou o aumento de doenças nas lavouras;
- Diminuição dos preços e da absurda isenção de impostos dos agrotóxicos, fazendo com que os agricultores utilizem maior quantidade por hectare.

Alternativas:

A prática conhecida como manejo integrado, alternativo ao atual modelo hegemônico de agricultura, lança mão de diversas abordagens, como a instalação de barreiras físicas, uso de controle biológico (insetos e ácaros que comem pragas, por exemplo) e, se necessário, o uso de pesticidas.

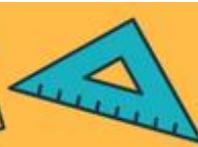
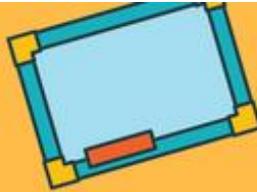
O problema é que essa possibilidade não chega ao produtor. Na citricultura brasileira havia um modelo que fazia manejo integrado, mas isso foi se perdendo. O vácuo entre a pesquisa acadêmica e o produtor no campo impediu a continuidade. Outra possibilidade de sistema de produção é a agrofloresta, que mistura cultivos distintos em uma mesma área, dentro de uma mata nativa. Por causa da diversidade, as plantas ficam menos suscetíveis a pragas, mas o esforço de implementação, o ganho de complexidade e o custo inicial acabam afastando o produtor dessa possibilidade



Estima-se que caso parássemos hoje de usar agrotóxicos o preço dos alimentos tenderia às alturas, devido à baixa produtividade que o modelo atual ofereceria sem o agrotóxico. Algumas lavouras produziram menos de um terço da safra convencional.

Questões

1. Esta questão é importante para você? Se sim, sob qual enfoque (ambiental, ético, sanitário...)?
2. Cientistas ou têm impedimentos éticos, ou limitações de financiamento para realização de pesquisas sobre os efeitos da exposição ao agrotóxico. Quem você compreende que deveria decidir sobre a liberação ou não de determinado Agrotóxico? Como podemos resolver controvérsias científicas?
3. Você acredita ser importante discutir esta temática na sociedade? Como é possível informar o público para que este possa opinar de forma qualificada, em tempos de fake news e veículos de comunicação comprometidos com agenda de grandes grupos financeiros – agronegócio, p.ex.?



4. Há dados que amparam formas de produção agroecológicas, porém estas demandariam mais investimentos na produção e alteração de todo um modelo produtivo, muito provavelmente diminuindo os lucros do setor. Na sua opinião, qual melhor forma de resolver a questão?

Fontes complementares de informação:

[Dossiê da ABRASCO.](#)

[Notícia sobre número de brasileiros intoxicados por agrotóxicos.](#)

[Notícia sobre derrota judicial de corporação produtora de agrotóxicos.](#)

ATIVIDADE AUTO INSTRUTIVA MÓDULO II

[QUESTÃO 01]

Arraste as palavras abaixo para completar as lacunas do trecho:

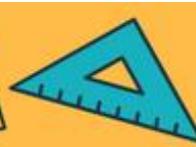
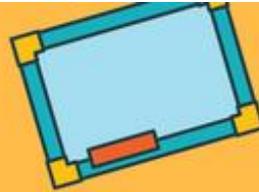
De acordo com a concepção tradicional ou da ciência, esta é vista como um empreendimento autônomo, objetivo, neutro e baseado na aplicação de um código de distante de qualquer tipo de interferência externa. Segundo esta concepção, a ferramenta intelectual responsável por produtos científicos, como a genética de populações ou a teoria cinética dos gases, é o chamado . Este consistiria de um algoritmo ou procedimento regulamentado para avaliar a aceitabilidade de enunciados gerais baseados no seu apoio empírico e, adicionalmente, na sua consistência com a teoria da qual devem formar parte. Uma qualificação particular da equação deveria proporcionar a estrutura final do método científico, respaldando uma forma de conhecimento objetivo só restringido por algumas virtudes que lhe garantissem coerência, continuidade e uma particular credibilidade no mundo da .

"concepção herdada" racionalidade método científico "lógica + experiência"
 cognitivas experiência

[QUESTÃO 02]

Redija um pequeno parágrafo sobre as ideias sobre a natureza do conhecimento científico com a qual você mais concordou na atividade sobre O que é ciência para você?. Com o que estudamos nesse módulo, você mudou sua percepção?





[QUESTÃO 03]

"Em nossa filosofia espontânea, induzidos ou não por hábitos há muito herdados da história, tendemos a considerar a ciência como a busca da verdade única, e a definir o progresso científico como tudo aquilo que nos aproxima dessa representação privilegiada." (FOUREZ, 1995, p.153)

A essa "filosofia espontânea" a qual se refere Fourez podemos chamar de concepção herdada de ciência.

Escolha uma opção:

- Verdadeiro
- Falso

[QUESTÃO 04]

"Uma visão espontânea tende a acreditar que as disciplinas são determinadas por objetos que seriam dados 'empiricamente'. Alguns, por exemplo, quererão definir a farmacologia como a ciência dos medicamentos, como se um medicamento fosse um objeto empiricamente dado. Ora, é devido a uma ação humana considerando algo como um medicamento que a própria noção de medicamento ganha algum sentido. É um projeto humano que constrói a disciplina e o paradigma da farmacologia, e não a existência 'dada' de medicamentos. Percebe-se facilmente a 'ruptura epistemológica' se se considera o conjunto de regras (não explícitas, evidentemente) que nos fazem chamar algo de "medicamento" (esse conjunto de regras faz parte da definição paradigmática da farmacologia). O aspecto convencional da farmacologia e os limites colocados pelo paradigma surgem do fato de que não se considera uma muleta como um medicamento." (FOUREZ, 1997, p.)

Com base no excerto acima, julgue os itens:

I - Paradigma foi uma noção discutida pelo Programa Forte da Sociologia do Conhecimento.

II - Matriz disciplinar se refere ao conjunto de regras estruturantes que dão à disciplina os seus objetos.

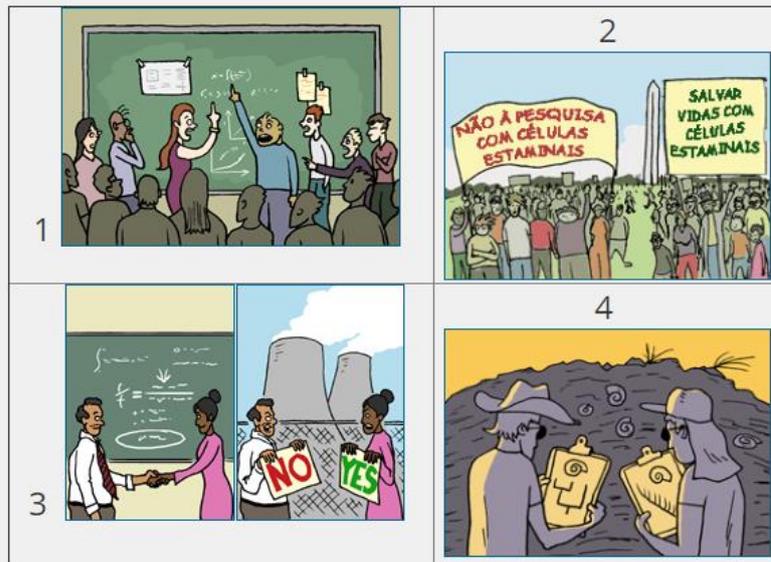
III - O trecho acima está considerando elementos não-cognitivos na construção da ciência.

IV - Depreende-se do texto que a ciência é boa, o homem a corrompe.

Escolha uma:

- a. E, E, C, C.
- b. C, E, E, C.
- c. C, E, C, E
- d. E, C, C, E
- e. E, C, C, C.

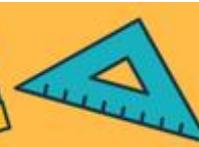
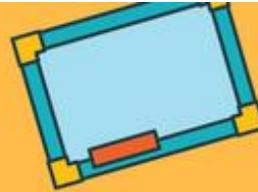
[QUESTÃO 05]



Controvérsia científica é um termo amplo que pode surgir para designar questões em ciência e tecnologia que não são consensuais entre cientistas. Pode se dar a respeito de diferentes aspectos:

- a) Conflito sobre aplicações — conflito sobre a aplicação do conhecimento científico.
- b) Conflito sobre a ética de métodos — desacordo no seio da comunidade científica ou na sociedade em geral sobre a adequação de um método utilizado na investigação científica.
- c) Controvérsia científica secundária — os cientistas discordam sobre um aspecto menos central de uma ideia científica.
- d) Controvérsia científica fundamental — os cientistas discordam sobre uma hipótese ou teoria central.

Associe cada alternativa a uma imagem conforme enumerado acima.



MÓDULO III

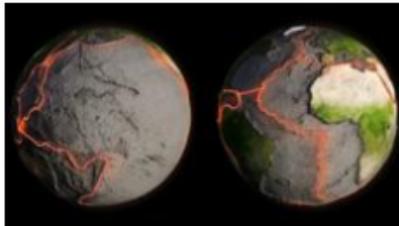
O que veremos neste Módulo?

- O conceito de tecnologia
- Concepções sobre tecnologia
- Tecnologia e Desenvolvimento social
- Tecnologia e Sustentabilidade
- Política de CT

O QUE É TECNOLOGIA? COMO ELA IMPACTA NOSSO COTIDIANO?

Vamos começar este módulo com uma pergunta: você é adepto de um smartphone? Se sim, desde quando? Desde que começou a usá-lo, por quanto tempo foi capaz de ficar sem ele? Já fez este experimento?

É também a esse respeito que conversaremos agora. Começamos por te induzir a associar tecnologia à um celular. É isso mesmo? O que é tecnologia?



Como prever um terremoto: cientistas testam alternativa com cabos de internet

Um novo método que usa cabos de comunicação já existentes tem demonstrado ser eficaz para detectar movimentos da terra e promete ser uma alternativa mais econômica às caras redes sísmicas atuais.

🕒 18 de Julho de 2018

Mas vamos pensar mais um pouco...é bastante frequente ver a tecnologia retratada como algo sempre positivo.

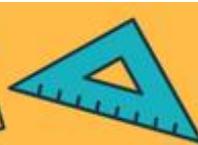
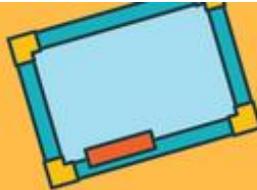


O que é o 5G e como ele pode mudar as nossas vidas

A BBC tira suas dúvidas sobre a próxima geração de internet móvel, que pode chegar ao mercado no ano que vem em alguns países.

🕒 24 de Julho de 2018

Incrementos tecnológicos, artefatos, processos, tudo aquilo afeito a tecnologia ou inovação é automaticamente colocado como benéfico.



O que é a luz líquida e por que é considerada o 5º estado da matéria

Cientistas dizem que, sob certas condições, a luz pode se comportar como a água. Por enquanto, só é possível conseguir isso com experimentos feitos em laboratório, mas seus princípios podem, segundo eles, revolucionar a forma como transmitimos informação e energia.

🕒 1 de Agosto de 2018

É sempre assim? Afinal, o que é tecnologia e o que faz com que nos sintamos frequentemente arrebatados pela força de seu desenvolvimento, cabendo a nós apenas aderir à tais inovações? Experimente sair de redes sociais, ou parar de usar carros automotores por uma semana. Parece absurdo?

O primeiro tópico que abordaremos sobre tecnologia é: onde ela começou?

Clique em avançar para debatermos a esse respeito.

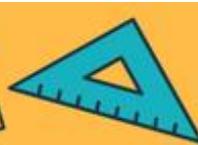
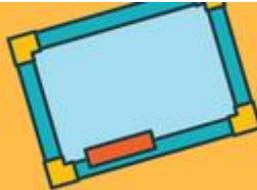
TÉCNICA E TECNOLOGIA

A trajetória da relação entre ciência, tecnologia e sociedade acompanha a história do empreendimento humano e de sua diferenciação do mundo natural através do emprego da técnica para atingir o objetivo de sobrevivência através da transformação da natureza.

É célebre a cena do filme de Kubrick, "2001: Uma Odisseia no Espaço", em que é apresentada a introdução do uso de uma "ferramenta". Obviamente esta é apenas representação artístico-cinematográfica - portanto, muito mais interessada na estética que na historiografia da técnica - e exhibe um primata se dando conta da possibilidade de emprego de um pedaço de osso como uma ferramenta.



O fato de um macaco arborícola se deslocar para terrenos abertos e se converter em um temível predador não teria sido possível se suas mãos não tivessem empunhado habilmente pedras para lançar em suas presas ou paus e ossos para matá-las. Assim, esses instrumentos rudimentares, convertidos em tochas, lanças e punhais, foram as primeiras ferramentas técnicas que substituíram as garras de outros predadores mais bem-dotados anatomicamente.



Esse foi, de acordo com a evolucionista, somente o princípio. Os hominídeos e seus descendentes foram desenvolvendo formas de vida nas quais a incidência da seleção natural nas variações anatômicas características da evolução de todos os seres vivos deixou de afetá-los porque as próteses técnicas correspondentes a cada situação terminaram por substituir a evolução natural. Essa nova evolução, neste caso, de natureza cultural, consistiria precisamente na multiplicação e diversificação dos instrumentos e atos técnicos para a adaptação a qualquer entorno.

O domínio do fogo, o cozimento dos alimentos, a domesticação dos animais, a agricultura, o tear, a cerâmica, a construção de moradias, a fundição de metais... são somente alguns dos elementos significativos da longa cadeia de atos técnicos que têm caracterizado a evolução cultural dos humanos¹⁴.

Mas afinal, o que podemos considerar como técnica?

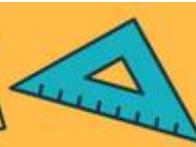
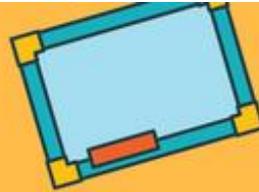
Habitualmente conceituamos técnica como um *conhecimento empírico, que em decorrência da observação, prescreve um conjunto de procedimentos práticos para agir sobre as coisas. A tecnologia seria um saber teórico que se aplica praticamente.*¹⁵ Dessa forma seria a relação ciência-tecnologia um critério melhor para distinguir técnica e tecnologia...

A relação entre o mundo natural e o mundo humano foi complementada, posta de lado por nossa aliança à artefatos. A natureza foi substituída pelo artefato como mundo imediato em que todos vivemos, nos movemos e existimos¹⁶.

Ou seja, para que qualquer grupo humano sobreviva, é indispensável certo grau de desenvolvimento da técnica, e a sobrevivência e o bem-estar de grupos humanos cada vez maiores são condicionados pelo desenvolvimento dos meios técnicos¹⁷. Por meio da ação humana, a técnica é responsável pela transformação do meio onde vivemos. Nossa existência enquanto espécie não é determinada ou limitada pelas condições ambientais as demais espécies apenas se adaptam. Nós criamos nossa própria condição ambiental ao construirmos artefatos e produtos. É assim que viabilizamos nossa vida: pela técnica. O próprio conhecimento e a investigação só se dão após o domínio de certas técnicas – seja de pesquisa, ou não. Portanto, *a existência humana é um produto técnico tanto como os próprios artefatos que a fazem possível. Não se pode pensar em separar a técnica da essência do ser humano¹⁸.*

A técnica, de um ponto de vista filosófico é a arte de fazer surgir sempre algo novo que pode alcançar dimensões inconcebíveis, ultrapassando o objetivo original. Álvaro Vieira Pinto, filósofo brasileiro destaca a técnica como libertadora e não como um perigo para nossa espécie. Nesse sentido o homem constrói seu ambiente sua qualidade de vida¹⁹. Para ele, as coisas produzidas a partir da técnica não são triviais, já que a razão pela qual produzimos coisas se vincula às relações sociais e a construção de formas de convivência. Se a técnica é inerente a forma de existir do ser humano, não há que se falar em “era tecnológica”, sempre estamos em uma era tecnológica.

Deste ponto de vista, acreditar que estamos numa era tecnológica jamais vista, é endeusar a tecnologia, se deixar maravilhar por ela e não perceber o curso que engendra o desenvolvimento tecnológico. Ao se deixar encantar pela tecnologia abandonamos nosso



senso crítico e também apagamos o papel das escolhas sociais neste processo. Se concebemos tecnologia como algo que tem vida própria não nos resta nada a fazer senão acatar suas supostas exigências inerentes, e passamos a entender o desenvolvimento de tecnologias como uma força autônoma, completamente independente de constrições sociais.

Vamos seguir um pouco para entender quais as posições mais frequentes do senso comum com relação à tecnologia.

TECNO-OTIMISMO E TECNOCATASTROFISMO

O fascínio que a tecnologia exerce sobre nós é bastante antigo. É necessário conhecer as percepções de senso comum sobre a tecnologia para as superar rumo a uma concepção mais crítica e precisa. Antigamente nos comovíamos, assustávamos e deixávamos encantar por narrativas as mais diversas. Hoje o encanto com a tecnologia continua presente nas narrativas de ficção científica que pregam um futuro completamente tecnológico, utópico ou distópico...



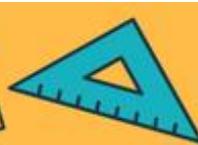
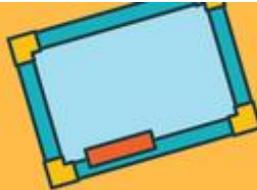
Figura 17 *Black Mirror*: série de televisão distópica de ficção científica centrada em temas que examinam a sociedade moderna, a respeito das consequências imprevistas das novas tecnologias.

“Síndrome de Frankstein” faz referência ao temor de que as mesmas forças utilizadas para controlar a natureza se voltem contra nós destruindo o ser humano. A bela novela de Mary Shelley, publicada em 1818, sintetiza estupendamente esse temor. “Tu és meu criador, mas eu sou o teu senhor”, disse o monstro a Victor Frankstein ao final da obra. Trata-se da mesma inquietação expressa décadas depois por H. G. Wells em A ilha do Doutor Moreau, o cientista que tratava de criar uma raça híbrida de homens e animais em uma ilha remota e que considerava estar trabalhando a



serviço da ciência e da humanidade. Seus inventos acabam voltando-se contra ele e destruindo-o. Não é, no entanto, um tema novo na literatura. A lenda do Golem, a criatura de barro a serviço do rabino Loew na cidade de Praga nos finais do século 16 é outra variação sobre o mesmo tema. As origens da cultura escrita atestam esse temor. O mito de Prometeu, na Grécia clássica, constitui um exemplo: Prometeu rouba o fogo dos deuses, mas não é suficientemente divino para fazer bom uso dele. Também

está presente no nascimento da civilização judaico-cristã através do mito do pecado original: provar o fruto da árvore da sabedoria faz recair o castigo de Deus sobre



Adão e Eva. Hoje em dia, novelas e filmes, como Jurassic Park contribui para manter vivo este temor das forças desencadeadas pelo poder do conhecimento.²⁰

A incerteza quanto as reais possibilidades do conhecimento realizado na técnica e na tecnologia dá espaço a dois polos: o **tecnocatastrofismo**, que vê a tecnologia como uma ameaça por seu desenvolvimento estar fora de controle, sendo melhor retroagirmos à um estado menos tecnológico e mais humano; e o **tecno-otimismo** que crê na ação benéfica e eficaz da tecnologia para nos redimir e resolver nossos problemas, justamente por sua autonomia.

Já discutimos no módulo anterior que a ideia de uma *investigação científica objetiva, neutra, prévia e independente de suas possíveis aplicações práticas pela tecnologia é uma ficção ideológica que não tem correspondência com a atividade real dos projetos de pesquisa²¹*. Em projetos de pesquisa reais, os componentes científicos teóricos e tecnológicos práticos estão sempre misturados a componentes sociais.

Vamos avançar para entender melhor o conceito de tecnologia.

O CONCEITO DE TECNOLOGIA

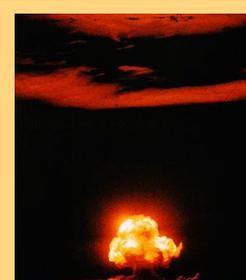
É comum o emprego do termo tecnologia associado à variados artefatos da técnica de avançada complexidade, que geralmente se incorporam em nosso cotidiano sem que precisemos entender os mecanismos pelos quais opera.

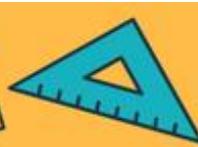
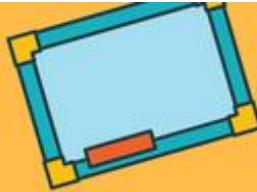
Devido à assimilação de uma forma simplificada da concepção herdada de ciência, o senso comum costuma entender tecnologia como ciência aplicada. Essa associação encontra respaldo no positivismo lógico, estudado no módulo anterior, para o qual as teorias científicas eram conjuntos de enunciados para explicar racional e objetivamente o mundo natural, isentas de valor externo à própria ciência.

Em alguns casos, as teorias científicas – sob a lógica do positivismo – poderiam ser aplicadas gerando desse modo tecnologias. Esta é uma *imagem intelectualista da tecnologia*. Ou seja, as teorias científicas são neutras, e os cientistas não têm responsabilidade sobre suas aplicações. É o agente que usa aquela ciência aplicada – tecnologia – que deve ser responsabilizar por as decorrências destas ações.

Este debate ganha relevância caso pensemos sobre o Projeto Manhattan. Leia o excerto abaixo com mais informações:

O **Projeto Manhattan** foi um projeto de pesquisa e desenvolvimento que produziu as primeiras bombas atômicas durante a Segunda Guerra Mundial. O primeiro dispositivo nuclear a ser detonado foi uma bomba de implosão no teste Trinity, realizado no Bombardeio de Alamogordo com artilharia de alcance no Novo México em 16 de julho de 1945. Little Boy e Fat Man do tipo de implosão foram utilizados nos bombardeios atômicos de Hiroshima e Nagasaki, respectivamente. Nos anos pós-guerra, o Projeto Manhattan realizou testes de armas em Atol de Bikini, como parte da Operação Crossroads, desenvolveu novas armas, promoveu o desenvolvimento da rede de laboratórios nacionais, apoiou a pesquisa médica em radiologia e lançou as bases para a





marinha nuclear.

Robert Oppenheimer, físico que dirigiu a equipe do Projeto mais tarde afirmou:



“Apesar da visão e prudente sabedoria dos nossos dirigentes em tempo de guerra, os físicos sentem a peculiar responsabilidade íntima por terem sugerido, apoiado e em larga medida possibilitado a criação de bombas atômicas. Nem nós podemos esquecer que o modo como estas armas foram usadas dramatizou de forma impiedosa a inumanidade e a maldade da guerra moderna. Num sentido basilar que nenhuma vulgaridade, humor ou exagero pode apagar, os físicos conheceram o pecado; e esse é um conhecimento que eles não podem perder.”

Oppenheimer em “Physics in the Contemporary World” Arthur D. Little Memorial Lecture at M.I.T., 25 de novembro de 1947.

Apesar de representar um caso bastante extremo, levanta uma reflexão sobre a responsabilidade social, ética e profissional de cientistas e desenvolvedores de tecnologia.

A imagem intelectualista da tecnologia hoje é tida como superada. As objeções feitas a ela são²²:

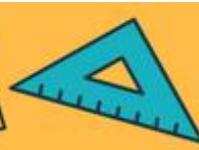
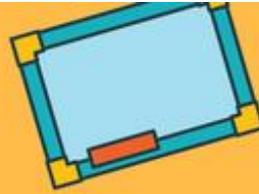
1. A tecnologia modifica os conceitos científicos: a maior parte dos conceitos utilizados em tecnologias são internos à engenharia p.ex., e os que procedem das ciências costumam ser transformados para a sua utilização no desenvolvimento tecnológico.
2. A tecnologia utiliza dados diferentes dos da ciência: as engenharias principalmente, realizam abordagens importantes para problemas dos quais a ciência não tem se ocupado.
3. A especificidade do conhecimento tecnológico: Ainda que existam fortes paralelismos entre as teorias científicas e as tecnológicas, os pressupostos delas são diversos.
4. A dependência da tecnologia das habilidades técnicas.

Tendo dito isso, cabe se perguntar: o que é tecnologia?

Uma definição é importante pois nos auxilia a partir de um mesmo conceito, para então, discuti-lo. Vejamos os conceitos de tecnologia:



Tecnologia como instrumental: é a visão mais comum. Toma a tecnologia como conceito concreto/material a partir de ferramentas e máquinas. A diferença entre a ferramenta e a máquina é que a primeira depende da habilidade do usuário enquanto a segunda não. Outra diferença é que a máquina não tem o ser humano como força motriz.



A crítica à tecnologia como ideologia se baseia, em geral, nos limites da racionalidade tecnológica e nas contradições que a razão instrumental não compreende. Confronta a reificação dos seres humanos e a humanização das máquinas. Denuncia a visão tecnocientífica, em que os seres humanos são vistos como “objetos”, “targets” ou “objetos de desejo”, e as tecnociência como “aparatos inteligentes”. Desmascara o uso da tecnologia para a exploração ou para a guerra, ou para a expansão das empresas corporativas.²⁶

Clique em avançar para continuarmos discutindo o tema tecnologia.

A TEORIA CRÍTICA DA TECNOLOGIA

Nesta seção buscaremos compreender a teoria crítica da tecnologia. Esta teoria oferece uma alternativa ao determinismo tecnológico, a crença segundo a qual a tecnologia de uma sociedade impulsiona o desenvolvimento de sua estrutura social e valores culturais. O formulador dessa teoria é Andrew Feenberg. Antes de mais nada, leia o que Feenberg disse em entrevista sobre as razões para propor uma teoria diferente:

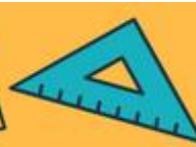
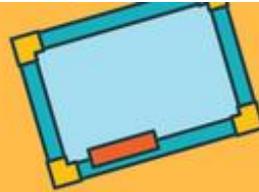


Quando eu trabalhava com computadores, tinha muitos contatos de alto nível no mundo dos negócios; conheci muitas pessoas importantes. Certa vez, o vice-presidente da segunda maior companhia de computadores do mundo levou-me para almoçar e perguntou qual era minha visão sobre o futuro da computação pessoal. Eu disse para mim mesmo: se eu, um estudante de Marcuse, sou um especialista no futuro da tecnologia falando com esse vice-presidente, então ninguém sabe nada! A tecnologia não pode ser determinista se ninguém consegue prever o futuro. As teorias deterministas são simplesmente o que chamamos em inglês “just so story” [“estória de porque é assim”]. Rudyard Kipling escreve essas estórias, todas se desenrolam assim: ‘por que as girafas têm pescoço comprido? Porque elas se esticam em direção às folhas mais altas e cada geração de girafas estica um pouco mais seu pescoço e, assim, elas acabaram como as vemos hoje’. Você pode criar qualquer estória que quiser para mostrar porque as coisas têm que ser do modo como se tornaram. O determinismo é somente uma estória feita para mostrar porque as coisas têm que ser como são. Na realidade, há sempre escolhas e alternativas²⁷.



Figura 19 Andrew Feenberg, o pai da teoria crítica da tecnologia.

As concepções sobre a tecnologia exploradas por Feenberg são 4. Elas podem ser organizadas e compreendidas a partir de 2 aspectos que podem ser esquematizados conforme abaixo:



QUANTO A VALORES

Neutra: a tecnologia é livre de valores ou interesses econômicos, políticos, sociais ou morais. Os dispositivos tecnológicos é simplesmente um a concatenação de mecanismos.

Condicionada por valores: A tecnologia é uma entidade social, logo, carrega valor em si própria.

DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Autônoma: o caminho seguido pelo desenvolvimento tecnológico tem suas próprias leis e se desenrola de forma independente.

Controlável: as pessoas têm o poder de decidir como a tecnologia se desenvolverá.

Combinando estes aspectos, podemos organizar assim as concepções de tecnologia:

Neutra & Controlável – **INSTRUMENTALISMO:** É a visão moderna padrão que percebe a tecnologia como uma ferramenta ou instrumento da espécie humana com o qual satisfazemos nossas necessidades. Nós decidimos o rumo de seu desenvolvimento conforme nosso desejo. Em outras palavras, por ser apenas um instrumento, pode ser usada “para o bem ou para o mal”.

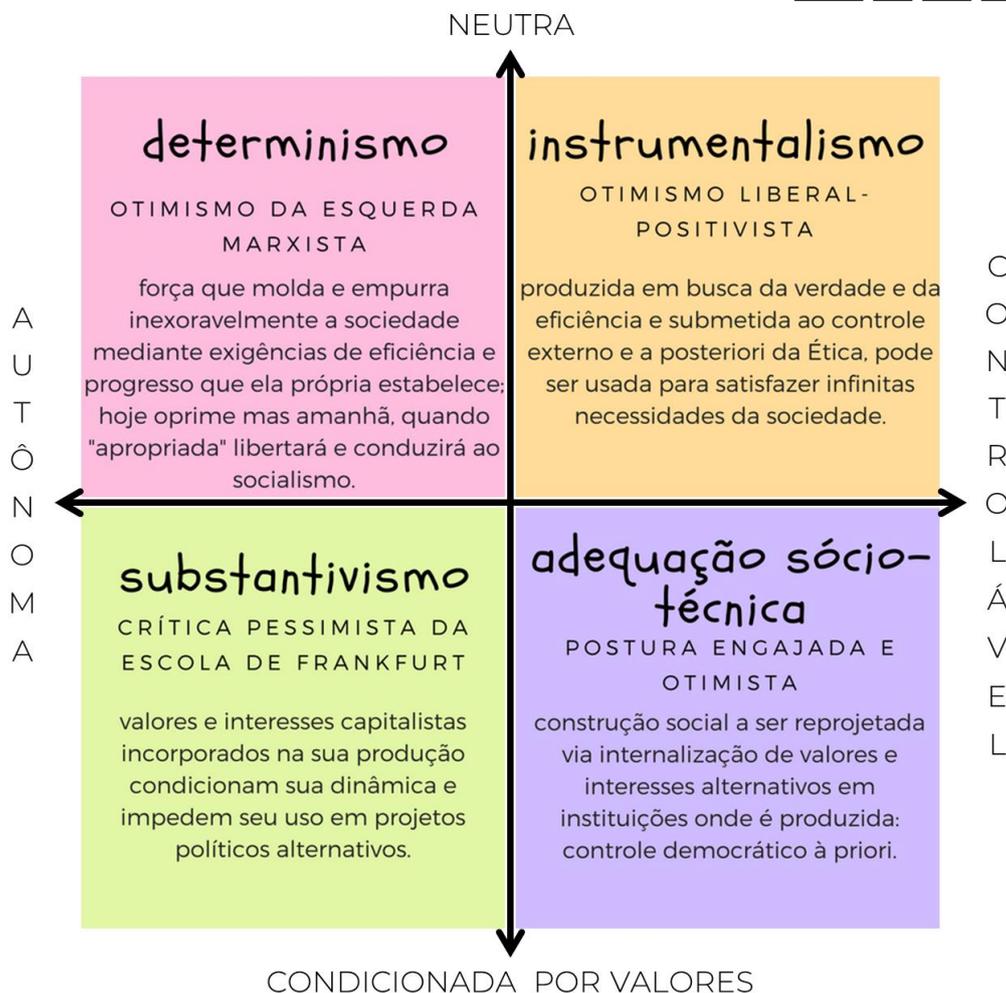
Neutra & Autônoma – **DETERMINISMO:** É a visão marxista tradicional para a qual o desenvolvimento da tecnologia (o desenvolvimento das forças produtivas que determinam as relações sociais de produção) é a força motriz da história. A tecnologia e a ciência moldam a história humana mediante os imperativos de eficiência e progresso, e seus rumos não estão sob nosso controle, apesar de estender nossas faculdades e atender algumas de nossas necessidades.

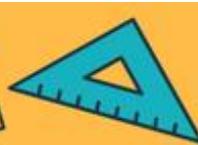
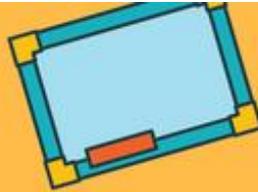
Condicionada por Valores & Autônoma – **SUBSTANTIVISMO**: Visão da Escola de Frankfurt, enxerga a tecnologia como autônoma, ou seja, é regida apenas pela eficiência e pelo progresso, mas esta autonomia serve à determinada forma de viver. Este compromisso com uma forma de vida específico torna a tecnologia impregnada de valores e interesses dominantes. Diferentemente do instrumentalismo, para o substantivismo a tecnologia não é meramente instrumental, mas sim carrega valores que tornam inadequado seu uso para atender formas de vida diversas.

Condicionada por valores & Controlável – **ADEQUAÇÃO SOCIOTÉCNICA**: A tecnologia existente, desde que reprojeta, poderia atender a diferentes estilos de vida. As tecnologias não são vistas como ferramentas, mas sim como suportes para diferentes estilos de vida. Desta forma, seu desenvolvimento pode ser condicionado a um controle democrático.

Podemos esquematizar estas concepções em dois eixos²⁸, como no diagrama acima.

Para compreendermos melhor a teoria crítica da tecnologia, assista ao vídeo ao lado, que introduz a teoria crítica da tecnologia.





Você chegou ao final do III Módulo! Parabéns!
Siga adiante para realizar a Atividade Auto Instrutiva.
Não perca os prazos e responda ao Fórum de Discussão Interagindo com os Colegas!

ENQUETE MÓDULO I

O que é tecnologia?

Escolha a alternativa que melhor representa sua percepção do que é tecnologia.

1. São ferramentas que usamos cotidianamente para facilitar nossas vidas.
2. Envolve um determinado instrumental e técnica/modo de fazer alguma coisa.
3. É o conjunto (usuário, ferramenta e manutenção)]

CONSIGNA DO FÓRUM DE DISCUSSÃO MÓDULO III

Olá querido estudante!

O objetivo deste fórum é, além de servir como atividade pedagógica, estimular o debate e discussão em torno de alguns pontos relevantes para nossa disciplina. Leia as orientações até o final, assista o vídeo indicado e poste suas respostas.

NÃO DEIXE DE COMENTAR A RESPOSTA DOS COLEGAS, além de satisfazer em sua resposta os pontos indicados para a discussão, todos devem responder a postagem inicial (1 vez) e realizar interações considerando as postagens dos colegas (ao menos 2 vezes) em dias diferentes para receber a pontuação referente a esta atividade!

Ética Tecnológica: o dilema dos carros autônomos.

As consequências de um acidente de trânsito não expressam a visão de mundo do motorista do carro. Suas reações são fruto de decisões tomadas num instante de pânico, com pouca informação ou reflexão, e executadas sem a destreza de um piloto de corrida. Discute-se a prudência do motorista – se estava embriagado ou acima da velocidade permitida –, mas não suas escolhas. Atropelar um pedestre, machucar o bebê que dorme no banco de trás ou bater em um poste são consequências atribuídas à fatalidade. Veículos Autônomos já são uma realidade e pouco a pouco ganharão mais espaço entre os demais.

A diversidade e complexidade da realidade social nos conduz por situações novas a cada momento histórico. A tecnologia acelera este processo de surgimento de novos dilemas. Um dilema ético é o que surge quando há necessidade de se fazer uma escolha difícil, desagradável e que implica um princípio moral.

O vídeo que assistiremos propõe exatamente uma situação deste tipo: o que ocorrerá quando entrarmos na era dos veículos autônomos?

Leia o texto e assista o vídeo abaixo. Em seguida, discuta as questões propostas no fórum.



"Conforme a circunstância, a fim de causar o mal menor, robôs terão de saber tomar decisões de vida e morte. Em 1967, a filósofa inglesa Philippa Foot propôs o “dilema do trenzinho”, que exige uma escolha entre seguir no mesmo trilho e matar cinco operários que estão adiante ou tomar um desvio e matar um operário só. Nas ruas dos Estados Unidos desde maio e com lançamento previsto para meados de 2020, o Google Car – um carro sem volante, em que o passageiro pode apenas apertar um interruptor de emergência – transforma o exercício meramente teórico em

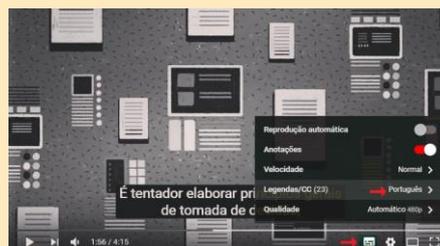
um problema real, para o qual haverá uma resposta. Ao mesmo tempo, expõe o limite das leis da robótica propostas pelo escritor de ficção científica Isaac Asimov, segundo as quais um robô não pode ferir um humano. Em certas circunstâncias, ferir ou matar é inevitável. Resta escolher quem.

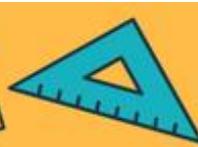
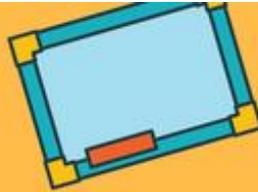
Fabricantes de carros autônomos relutam em revelar os critérios de julgamento de seus carros. Reduzir o potencial gasto com indenizações é uma estratégia racional – mas talvez uma péssima escolha de mercado. “Mulheres e crianças em primeiro lugar”, como se recomenda em situações de emergência, a exemplo de naufrágios, pode não ser um bom argumento de vendas entre homens adultos. Um carro disposto a preservar pedestres, acima de compradores, poderia encalhar nas lojas. Salvar a própria pele, uma opção biologicamente justificada quando o motorista é um humano, torna-se impopular para carros autônomos. O programador do carro estaria salvando não a si mesmo, mas a seu cliente. Tornar a escolha aleatória pouco serviria para aliviar a pressão sobre os fabricantes. Montadoras e universidades estão em busca de um padrão de conduta. [...]”

QUESTÕES

1. Você compraria um carro que salva o maior número de pessoas ou o que prioriza a vida de seu passageiro a qualquer custo?
2. O princípio de minimizar o dano é sempre o melhor? Qual sua opinião?
3. Quem deve decidir sobre um padrão de conduta para algoritmos de programação de carros autônomos?
4. Diferentes grupos sociais podem apresentar diferentes formas de endereçar questões relacionadas à tecnologia, levando a soluções diversas sem que haja uma opção em que todos os envolvidos nas decisões tomadas sejam contemplados em suas demandas. Qual código você acha que seria mais interessante para as empresas que desenvolvem carros autônomos? Em que esse código diferiria de um montado pela perspectiva do usuário da tecnologia?
5. Qual melhor forma de elaborar princípios gerais ou regras para decidir sobre esses assuntos?

Obs: o vídeo está em inglês, para assistir com legendas, basta acionar o recurso legendas/legendas ocultas, como exibido abaixo:





ATIVIDADE AUTO INSTRUTIVA MÓDULO III

[QUESTÃO 01]

Arraste as palavras para completar as lacunas da frase abaixo:

Os procedimentos tradicionais utilizados para fazer iogurte, queijo, vinho ou cerveja seriam , enquanto a melhoria destes procedimentos, a partir da obra de Pasteur e do desenvolvimento da microbiologia industrial, seriam .

técnica

tecnologia

tecnociência

desenvolvimento tecnológico

[QUESTÃO 02]

Assista o vídeo abaixo e escreva um breve ensaio reflexivo sobre se e como as tecnologias digitais impactaram suas relações interpessoais.



[QUESTÃO 03]

O rádio transmitiu a voz de Franklin Roosevelt para ajudar os americanos a atravessar o calvário da Depressão nos anos 30 e vencer a II Guerra. Do outro lado do Atlântico, o mesmo rádio amplificou os discursos de Adolf Hitler e hipnotizou os alemães num projeto diabólico. "A tecnologia pode tanto promover o autoritarismo como a liberdade, a escassez como a fartura, pode ampliar ou abolir o trabalho braçal", escreveu o filósofo Herbert Marcuse (1898-1979), em Tecnologia, Guerra e Fascismo. O DDT é um santo remédio contra tifo, malária e febre amarela, porque mata os insetos que transmitem essas doenças. Aplicado às toneladas na agricultura, virou veneno para a ecologia, reduzindo a população de pássaros e peixes. O agente laranja é um eficiente herbicida, foi muito utilizado no manejo de florestas no Canadá e na Malásia, mas virou arma na mão dos militares americanos no Vietnã. Na tecnologia, tudo depende do fim para o qual ela é empregada. (PETRY, 2010, p. 133-134)

O trecho acima designa uma posição de senso comum com relação ao desenvolvimento tecnológico. Baseada na ideia de neutralidade científica, se pautava no determinismo tecnológico por:

Escolha uma:

- a. acreditar que a tecnologia não é uma ferramenta neutra, mas pode ser reprojeta para atender a projetos e etilos de vida alternativos.
- b. entender que não é o homem que molda a tecnologia e a ciência, mas o contrário: o desenvolvimento tecnológico não pode ser interrompido.
- c. combinar a percepção do controle humano da tecnologia e a neutralidade de valores.
- d. entender que a Ciência e a Tecnologia são autônomas - não é possível controlar seu desenvolvimento - e possuem valores e interesses incorporados em sua produção.

[QUESTÃO 04]

Associe os exemplos aos conceitos de tecnologia por eles ilustrados:

Tecnologia de organização social: educação, empresas, etc.

Artefatos técnicos/tecnológicos: smartphones, computadores, etc.

"Aplicação do conhecimento científico ou organizado nas tarefas práticas por meio de sistemas ordenados que incluem as pessoas, as organizações, os organismos vivos e as máquinas" (Pacey, 1983, p. 21).

Escolher...
Escolher...
Tecnologia como instrumental
Tecnologia como sistema
Tecnologia como regra

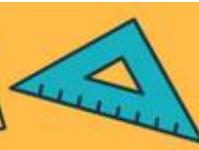
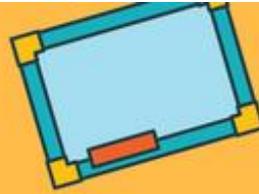
[QUESTÃO 05]

Assista o vídeo abaixo e complete as lacunas com as expressões adequadas.



"Transformar física em engenharia era fácil no papel, mas difícil na vida real", expressa uma das dificuldades da imagem intelectualista da tecnologia. Esta concepção de tecnologia encontra dificuldades em se sustentar atualmente. Estas dificuldades se apresentam sob os seguintes argumentos:

1. A tecnologia modifica os : a maior parte dos conceitos utilizados em tecnologias são internos à p.ex., e os que procedem das ciências costumam ser transformados para a sua utilização no desenvolvimento tecnológico.
2. A tecnologia utiliza diferentes dos da ciência: as engenharias principalmente, realizam abordagens importantes para problemas dos quais a ciência não tem se ocupado.
3. A especificidade do conhecimento tecnológico: Ainda que existam fortes paralelismos entre as teorias científicas e as tecnológicas, os pressupostos delas são .
4. A dependência da tecnologia das .



MÓDULO IV

O que veremos neste Módulo?

- Influência mútua entre CT e Sociedade
- Origem do pensamento CTS
- Objetivos CTS
- O Pensamento Latino-Americano em CTS: Relações entre desenvolvimento e CT na América Latina

INFLUÊNCIA MÚTUA ENTRE CT E SOCIEDADE

Em algumas situações, os aspectos técnicos e físicos da tecnologia propagam importantes mudanças na cultura, Em outras situações, as orientações de cultura e valor da sociedade impelem e selecionam o desenvolvimento das tecnologias²⁹.

Artefatos tecnológicos têm qualidades políticas? Além de eficiência, produtividade e efeitos colaterais ambientais – bons ou nem tão bons – máquinas e sistemas poderiam incorporar formas específicas de poder político?

Como constatamos no vídeo sobre Teoria Crítica da Tecnologia, coexistem dois modelos de tecnologia: *uma autoritária, a outra democrática, a primeira centrada em sistemas, imensamente poderosa, mas inerentemente instável, a outra centrada no homem, relativamente fraca mas flexível e durável.*³⁰

*O que importa não é a tecnologia em si, mas o sistema social ou econômico no qual ela está inserida. Esta máxima, a qual em si ou segundo variações é a premissa central de uma teoria que pode ser chamada de determinação social da tecnologia, tem uma sabedoria óbvia. Ela serve como um corretivo necessário para aqueles que estudam, sem o devido olhar crítico, coisas como “o computador e seus impactos sociais”, mas se esquecem de olhar, por trás dos dispositivos técnicos, as circunstâncias sociais de seu desenvolvimento, emprego e uso. Esta visão fornece um antídoto para o determinismo tecnológico leigo - a ideia que a tecnologia se desenvolve como resultado apenas de sua dinâmica interna, e então, não mediada por nenhuma outra influência, molda a sociedade segundo seus padrões. Os que não reconhecem os modos pelos quais as tecnologias são moldadas pelas forças sociais e econômicas não vão muito longe*³¹.

Para começarmos a compreender como a tecnologia se relaciona com a política e com a sociedade, leia o trecho abaixo, extraído do Livro “A Baleia e o Reator” do cientista político Langdon Winner:

massa continuarão a moldar essa cidade. Muitas das suas monumentais estruturas de concreto e aço incorporam uma sistemática desigualdade social, uma forma de construir relações entre pessoas as quais, após um tempo, se tornam uma parte da paisagem. Como Lee Koppleman, um planejador de Nova York, disse a Caro sobre as pontes baixas na via Wantagh, “O velho bastardo assegurou que os ônibus nunca possam usar as malditas vias do seu parque.”

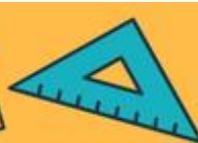
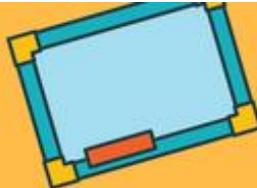
Histórias de arquitetura, planejamento urbano e equipamentos públicos contém muitos exemplos de arranjos físicos com propósitos políticos explícitos ou implícitos. Pode-se apontar para as largas avenidas parisienses do Baron Haussmann, construídas sob a direção de Louis Napoleon para prevenir qualquer recorrência de brigas de rua, como as que aconteceram durante a revolução de 1848. Ou pode-se visitar inúmeros grotescos prédios de concreto e as enormes praças construídas nos campi universitários nos Estados Unidos, nos finais dos anos 60 e início dos anos 70, para evitar as demonstrações de estudantes. Estudos de instrumentos e máquinas industriais



Figura 22 O Boulevard Haussmann, em Paris.

também revelam interessantes histórias políticas, incluindo algumas que violam nossa expectativa normal sobre por que inovações tecnológicas são feitas, em primeiro lugar. Se nós supomos que novas tecnologias são introduzidas para se aumentar a eficiência, a história da tecnologia mostra que nós nos desapontaremos algumas vezes. Mudanças tecnológicas expressam uma vasta gama de motivações humanas, dentre as quais o desejo de alguns de dominar outros, mesmo que isso exija um ocasional sacrifício na redução de custos e alguma violação do padrão normal de se tentar obter mais com menos.

[...] nos exemplos das baixas pontes de Moses [...] pode-se ver a **importância de arranjos técnicos que precedem o uso das coisas em questão**. É óbvio que tecnologias podem ser usadas em formas que favoreçam o poder, a autoridade e o privilégio de uns sobre outros, por exemplo o uso da televisão para vender um candidato. Na nossa forma habitual de pensar, tecnologias são vistas como ferramentas neutras que podem ser bem ou mal-usadas, para o bem ou para o mal, ou algo intermediário. Mas, usualmente, não paramos para pensar que **um dado dispositivo possa ter sido projetado e construído de tal forma que ele produza um conjunto de consequências lógica e temporalmente anteriores a qualquer dos seus usos explícitos**. As pontes de Moses, afinal de contas, foram usadas para passagem de automóveis. [...]



ORIGEM DO PENSAMENTO CTS

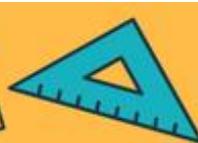
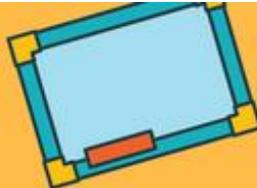
Muitos de nós somos nativos digitais². Por um instante, tente imaginar uma pessoa que viveu durante a última metade do século XX. Esta pessoa presenciou, apenas entre as décadas de 40 e 60 os primeiros computadores eletrônicos (ENIAC, 1946); os primeiros transplantes de órgãos (rins, 1950); os primeiros usos da energia nuclear para o transporte (USS Nautilus, 1954); ou a invenção da pílula anticoncepcional (1955). A crescente difusão de tecnologias alterou significativamente o modo de vida, sobretudo da Revolução Industrial até hoje, mais especificamente na última metade do século XX, após a Segunda Guerra Mundial passou-se a enxergar a tecnologia com profundo otimismo. Nos Estados Unidos, manifestou-se a concepção denominada **Modelo Linear de Desenvolvimento**, que apregoa uma cadeia causal entre incrementos na ciência que resultariam em maior bem-estar social:



Segundo a forma mais tradicional deste raciocínio, a *ciência só pode contribuir para o maior bem-estar social esquecendo a sociedade, para dedicar-se a buscar exclusivamente a verdade. A ciência, então, só pode avançar perseguindo o fim que lhe é próprio, a descoberta de verdades e interesses sobre a natureza, se se mantiver livre da interferência de valores sociais mesmo que estes sejam benéficos. Analogamente, só é possível que a tecnologia possa atuar como cadeia transmissora na melhoria social se a sua autonomia for inteiramente respeitada, se a sociedade for preterida para o atendimento de um critério interno de eficácia técnica. Ciência e tecnologia são apresentadas como formas autônomas da cultura, como atividades valorativamente neutras, como uma aliança heroica de conquista cognitiva e material da natureza*³³. Este raciocínio é a base do Modelo de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) pois gera alguns *mitos*³⁴:

Mito do benefício infinito.	Mais ciência e mais tecnologia conduzirão inexoravelmente a mais benefícios sociais.
Mito da investigação sem limites.	Qualquer linha razoável de pesquisa sobre os processos naturais fundamentais é igualmente provável que produza um benefício social.
Mito da rendição de contas.	A arbitragem entre pares, a reprodutibilidade dos resultados e outros controles da qualidade da pesquisa científica dão conta das responsabilidades morais e intelectuais no sistema P&D.
Mito da autoridade.	A pesquisa científica proporciona uma base objetiva para resolver as disputas políticas.
Mito da fronteira sem fim.	O novo conhecimento científico gerado na fronteira da ciência é autônomo com respeito às suas consequências práticas na natureza e na sociedade.

² Um nativo digital é o indivíduo que nasceu e cresceu com as tecnologias digitais incorporadas à sua vivência. Geralmente, se refere aos que nasceram com a tecnologia do século XXI.



Entretanto, o otimismo deu lugar ao pessimismo com relação à tecnociência. As décadas posteriores presenciaram crescentemente o descrédito e o mal-estar pela ciência cuja prosperidade prometida, sobretudo para a classe trabalhadora, não se realizou.

No mesmo ano em que Thomas S. Kuhn publica *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Rachel Carson lança o livro *Primavera Silenciosa*, *best seller* que influenciará a emergência do movimento ambientalista e a atenção social que receberão as questões científicas dali em diante.

Nele a autora denuncia as consequências deletérias do uso de pesticidas na agricultura, nomeadamente o DDT (sigla de dicloro-difenil-tricloroetano), responsável pelo comprometimento do ciclo reprodutivo de aves. Bioacumulável ao longo da cadeia alimentar, a substância coloca o sistema ecológico em situação de risco e seus impactos ambientais e ecológicos tornam-se incalculáveis. No contexto norte-americano, a obra chamou atenção para os resultados do desenvolvimento científico-tecnológico. Compõe o mesmo cenário o escândalo da Talidomida, medicamento sedativo amplamente prescrito para gestantes cujo uso indiscriminado ocasionou centenas de malformações congênitas em nascituros na década de 50.

No contexto norte-americano surgiram alguns movimentos sociais encabeçados por grupos de ativistas, cuja pauta foi marcada por questões de direitos civis, meio ambiente e de consumo.

Outros escândalos e tragédias envolvendo ciência e tecnologia ocorreram no período, o que foi suficiente para as esferas sociais e políticas se voltarem para a regulação da Ciência e Tecnologia e revogar a política do *laissez-faire*³.

O movimento CTS, portanto, é uma resposta que compreende as articulações sócio-políticas, acadêmicas e educacionais em resposta a percepção de ingênua da tecnociência orientadora de modelos clássicos de gestão política. Por percepção ingênua destaca-se a atinência à concepção herdada da natureza da ciência, discutida nas seções anteriores no campo do paradigma positivista. Heterogêneo e interdisciplinar, o campo de estudos CTS se encontra consolidado.

O aspecto mais inovador deste novo enfoque se encontra na caracterização social dos fatores responsáveis pela mudança científica. Propõe-se em geral entender a ciência-tecnologia não como um processo ou atividade autônoma que segue uma lógica interna de desenvolvimento em seu funcionamento ótimo (resultante da aplicação de um método cognitivo e um código de conduta), mas sim como um processo ou produto inerentemente social onde os elementos não-epistêmicos ou técnicos (por exemplo: valores morais, convicções religiosas, interesses profissionais, pressões econômicas etc.) desempenham um papel decisivo na gênese e na consolidação das ideias científicas e dos artefatos tecnológicos.³⁵

OBJETIVOS CTS

O desenvolvimento dos estudos sobre as relações CTS se dá em áreas de concentração:

³ Refere-se à uma política do *deixar fazer*, liberal e anti-regulação.

- Acadêmico: envolve estudos realizados pelo meio acadêmico em torno das interações entre ciência-tecnologia-sociedade em busca de uma alternativa à reflexão acadêmica tradicional sobre a ciência e a tecnologia;
- Políticas públicas: busca uma regulação social da ciência e tecnologia em detrimento de um modelo tecnocrata de tomada de decisão;
- Educação: busca discutir CTS aliado ao ensino a nível escolar e universitário, bem como em espaços não formais da educação científica.

Estas áreas de concentração se articulam em torno do “silogismo CTS⁴”:

SILOGISMO CTS

1

Desenvolvimento científico-tecnológico

É um processo social conformado por fatores culturais, políticos e econômicos, além de epistêmicos.



2

Mudança científico-tecnológica

É um fator determinante principal que contribui para modelar nossas formas de vida e de ordenamento institucional.



3

Compromisso democrático básico

É o que compartilhamos quando em sociedades democráticas.



4

Avaliação e controle social do desenvolvimento científico-tecnológico

Devemos construir as bases educativas para uma participação social formada e criar mecanismos institucionais para efetivá-la.



5

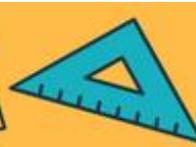
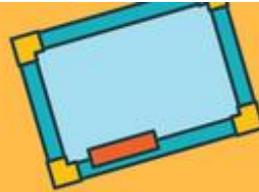
Democratização do Projeto Tecnológico

Diz respeito à viabilização de participação social para realização de adequações sociotécnicas conforme Teoria Crítica da Tecnologia.



Este silogismo sintetiza os frutos dos estudos acadêmicos, tradicionalmente associados aos estudos desenvolvidos na Europa (dos quais EPOR e SCOT brevemente citados no Módulo I) e o desejo pela construção de um modelo democrático de gestão da ciência e tecnologia, que será objeto de nossa análise na próxima seção deste módulo, associados às

⁴ Silogismo é uma forma de raciocínio dedutivo estruturado formalmente a partir de duas proposições (premissas), das quais se obtém por inferência uma terceira (conclusão) [p.ex.: "todos os homens são mortais; os gregos são homens; logo, os gregos são mortais"].



reivindicações de movimentos sociais bem como o estudo das consequências sociais e ambientais da ciência e tecnologia.

O núcleo central do movimento CTS é o *rechaço da imagem de ciência como atividade pura e neutra; a crítica à concepção de tecnologia como ciência aplicada e neutra; a promoção da participação pública na tomada de decisão*³⁶.

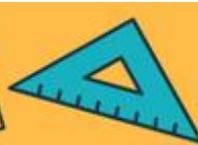
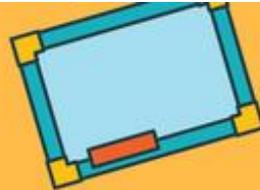
Entretanto a influência dos ECTS se estendem para além dos países do eixo norte, na América Latina o Pensamento Latino-Americano em CTS - PLACTS empreende uma reflexão contextualizada, considerando a particularidade do desenvolvimento dos países fora deste eixo. Desenvolveremos melhor este tópico na próxima seção.

POLÍTICA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E MODELOS DECISÓRIOS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Cada dia mais comum é encontrar quem tenha aversão à política. Associam-na com corrupção, falta de moralidade e se apressam a se intitular *apolíticos*. Mas isto está correto? O que realmente é política? Devemos desistir dela? Para entender melhor esse tópico, leiamos o pequeno trecho abaixo, de João Ubaldo Ribeiro:

“Política tem a ver com quem manda, por que manda, como manda. Afinal, mandar é decidir, é conseguir aquiescência, apoio ou até submissão. Mas é também persuadir. Não se trata, como já foi dito, de um processo simples, e ninguém pode alegar compreendê-lo integralmente, apesar dos esforços dos estudiosos, que há milhares de anos vêm tentando dissecá-lo, analisá-lo e categorizá-lo. Em toda sociedade, desde que o mundo é mundo, existem estruturas de mando. Alguém, de alguma forma, manda em outrem; normalmente uma minoria mandando na maioria. Este fato está no centro da Política. Enfim, a presença da Política em nossa existência desafia qualquer tentativa de enumeração. Porque tudo pode — e deve, a depender do caso — ser visto sob um ponto de vista político. É impossível que fuçamos da Política. E possível, obviamente, que desliguemos a televisão, se nos aparecer algum político dizendo algo que não estamos interessados em ouvir. Isto, porém, não nos torna “apolíticos”, como tanta gente gosta de falar. Torna-nos, sim, indiferentes e, em última análise, ajuda a que o homem que está na televisão consiga o que quer, já que não nos opomos a ele. O problema é que, por ignorância ou apatia, às vezes pensamos que estamos sendo indiferentes, mas na verdade estamos fazendo o que nos convém. [...] A Política, o jogo de poder — a negociação para se obter uma decisão qualquer — está em toda parte, na conduta humana. Quando um casal, no início de seu relacionamento, vai gradualmente marcando os papéis dentro do lar (eu mando aqui, você manda ali e assim por diante), estamos diante de um mini processo político. Da mesma forma, quando os garotos de uma rua se organizam num time de futebol e vão atribuindo responsabilidades a alguns, mesmo informalmente, também há um mini processo político.”

De que formas podemos entender a expressão “política de ciência e tecnologia”? Há um aspecto já discutido, da forma como decisões não-técnicas ou cognitivas determina a tecnociência, mas para além disso, aqui nos referimos à Política de Ciência e Tecnologia – PCT, como Política Pública. Uma política pública são ações e programas desenvolvidos



pelo Estado para garantir e colocar em prática direitos que são previstos na Constituição Federal e em outras leis. São medidas e programas criados pelos governos dedicados a garantir o bem-estar da população.

Podemos então, pensar na ação de órgãos governamentais no fomento à desenvolvimento de tecnologias e de pesquisas científicas para um fim determinado.

Programas de pesquisa, instrumentos de financiamento, instituições, aspectos da legislação e a dinâmica de geração de conhecimento e de inovações são exemplos de apenas alguns temas que compõem o escopo dessa política.

A política científica pode ser compreendida como o produto da tensão existente entre “a agenda da ciência” – o conjunto de interesses relativamente articulados da comunidade de pesquisa – e “as agendas da sociedade”, que envolvem uma grande pluralidade de atores e interesses. [...] Os cientistas sempre serão os maiores interessados nas atividades científicas e nas circunstâncias que afetam o progresso da ciência. Apesar de, com frequência, se interessarem intensamente pela política (da mesma forma como não-cientistas se interessam pela ciência), os cientistas refratam os temas através de suas perspectivas disciplinares e profissionais. [...] A política científica e tecnológica pode adotar diferentes orientações (militar, desenvolvimentista, para competitividade, para o desenvolvimento sustentável, para a inclusão social, etc)³⁷.

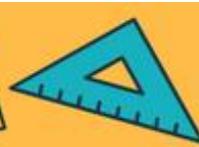
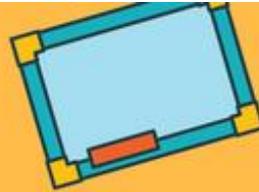


Figura 23 Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior: Orgão Governamental responsável por grande parte da Política de C&T

Mas quem participa da construção desta agenda política? Como já foi dito, os cientistas e tecnólogos têm um peso grande nas decisões sobre a PCT. Como efetivar a necessidade de democratização desta discussão, em conformidade de com os objetivos CTS?

Muito se discute a este respeito, vários modelos podem ser propostos. Habermas divide em 3 os principais modelos decisórios em ciência e tecnologia, conforme exposto no quadro abaixo³⁸.

Resumidamente, na atualidade a tecnociência não é mais aceita como uma forma privilegiada de conhecimento. Desta forma, devemos caminhar em direção à promoção de formas democráticas, ecletismo cultural e descentralização política. Nesse contexto, o movimento CTS aponta a promoção de afinidades entre campos científicos diversos e interdisciplinares, resistentes a reducionismos.



TECNOCRÁTICO	Especialistas determinam agendas de pesquisa, decisões sobre desenvolvimento tecnológico, sendo os únicos responsáveis por todo processo, do que se perseguir e quais caminhos tomar para se alcançar determinado objetivo.
DECISIONISTA	Especialistas não determinam o fim (o objetivo) de determinada decisão que envolva a ciência e a sociedade. Eles agem no meio do processo sendo responsáveis por determinar o que é preciso fazer para atingir determinado objetivo que foi definido pela sociedade - representada por seus governantes.
PRAGMÁTICO	Os envolvidos devem ter possibilidade de expressar suas opiniões durante todo o processo e a decisão deve ser tomada através de negociação entre todas as partes. Neste modelo se evidencia o caráter histórico e social da ciência: ela não é neutra e nem determinista. Não há um só caminho a ser seguido a fim de atingir determinado objetivo e os diversos caminhos possuem valores intrínsecos.

Clique em avançar para continuarmos.

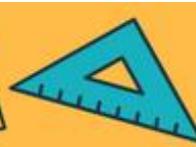
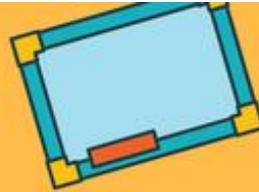
O PENSAMENTO LATINO-AMERICANO EM CTS: RELAÇÕES ENTRE DESENVOLVIMENTO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA AMÉRICA LATINA

A reflexão sobre CTS na América Latina se deu partindo da experiência regional de pesquisadores e economistas, estes últimos também responsáveis encampar as compreensões sobre CT através da Comissão Econômica para América Latina e Caribe - CEPAL, órgão associado à Organização das Nações Unidas - ONU.

O PLACTS precedeu e antecedeu o surgimento dos ESCT nos países centrais (DAGNINO, 2008). Argentina e Brasil, principalmente, conseguiram entre as décadas de 60 e 70, críticas originais e análises contextualmente pertinentes sobre a C&T a partir da periferia do capitalismo³⁹.

A preocupação que funda os ECTS na América Latina surge no clima de intensa discussão sobre “Ciencia y Técnica” na Faculdade de Ciências Exatas da Universidade de Buenos Aires é diferente da que se verificou na Europa, onde eles nasceram no ambiente acadêmico das Humanidades que lhes ofereciam substrato cognitivo. E também daquela que ocorreu nos EUA, onde os ECTS derivaram dos movimentos do final da década de 1960, contra a aplicação de recursos públicos à P&D militar e as suas implicações negativas, como a energia nuclear, a vida das pessoas⁴⁰.





No novo cenário passa a caber ao Estado e suas instituições (entre elas as universidades públicas) apenas a promoção de um ambiente favorável ou espaços adequados para que os atores que supostamente participariam do processo de inovação (pesquisadores universitários e empresários inovadores ou de base tecnológica) interagissem. Dessa interação, que supostamente iria ser catalisada pela abertura comercial em curso, surgiria a inserção competitiva do país no mercado internacional. As demandas por conhecimento científico e tecnológico associadas às necessidades sociais e à consecução os objetivos nacionais, cuja satisfação caberia ao Estado promover, deixam de ser consideradas. Ocupam o seu lugar, como vetor da PCT, os interesses vocalizados pela universidade e a empresa privada. No bojo dessa transformação, o grosso da comunidade de pesquisa que não pertence ao “alto clero dos cientistas-empresendedores”, acentua seu caráter corporativo. Passa a defender com ardor renovado a ciência básica, levanta a bandeira da “qualidade disciplinar” e, com saudade do passado, advoga a manutenção e até o fortalecimento do Modelo Institucional Ofertista Linear para confrontar os que querem a “privatização branca” da universidade, pela via da sua subordinação ao mercado⁴¹.

Um dos desafios atuais se concentra em desmistificar a imagem ingênua de ciência benemérita, promovendo um contrato social diverso, fundado na construção de uma ciência vinculada à dimensão social e necessidades reais da população. Isto passa, necessariamente, por desconstruir a noção de CT autônomas, neutras e orientadas apenas por valores epistêmicos, imunes a valores sociais, econômicos, políticos e culturais;

Outro desafio é definir mecanismos de participação social para satisfazer as necessidades locais, que tomam lugar em um contexto histórico-social e estruturalmente muito diferente do contexto dos países centrais e que é estruturalmente diferente destes, exigindo inovações pensadas desde este lugar.

Sucintamente podemos colocar que o PLACTS compartilha a perspectiva de análise crítica, e oferece uma visão dos problemas do subdesenvolvimento latino-americano em CT como resultado da dinâmica do sistema de produção mundial, no qual a solução de problemas não depende da mera transferência de modelos institucionais, mas sim de ações de gestão e política de CT.

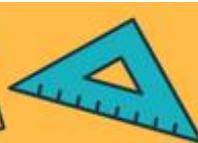
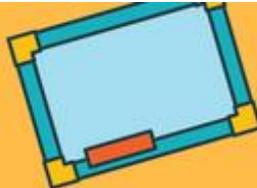


PARA (NÃO) CONCLUIR

Se quiser continuar aprendendo sobre a abordagem CTS e sua relevância veja este vídeo sobre o desenvolvimento da ciência no capitalismo e seus efeitos sobre a sociedade.



Você chegou ao final do VI Módulo! Parabéns! Siga adiante para realizar a Atividade Auto Instrutiva. Não perca os prazos e responda ao Fórum de Discussão Interagindo com os Colegas!



CONSIGNA DO FÓRUM DE DISCUSSÃO MÓDULO VI

Olá querido estudante!

O objetivo deste fórum é, além de servir como atividade pedagógica, estimular o debate e discussão em torno de alguns pontos relevantes para nossa disciplina. Leia as orientações até o final, assista o vídeo indicado e poste suas respostas.

NÃO DEIXE DE COMENTAR A RESPOSTA DOS COLEGAS, além de satisfazer em sua resposta os pontos indicados para a discussão, todos devem responder a postagem inicial (1 vez) e realizar interações considerando as postagens dos colegas (ao menos 2 vezes) em dias diferentes para receber a pontuação referente a esta atividade!

Discutindo as questões ambientais, sociais e culturais em Ciência e Tecnologia.

Chegou a hora de complementarmos nosso entendimento sobre questões CTS correlatas à temática meio ambiente, sustentabilidade e sociedade do consumo. Para isto, iremos discutir alguns aspectos transversais relacionados ao nosso modo de vida e ao meio ambiente.

Assista o vídeo ao lado com atenção e responda as questões abaixo. Tente interagir com os demais colegas que participarem da discussão.

“A história das coisas” (The Story of Stuff) conta de um complexo sistema que vai da extração, passa pela produção, distribuição, consumo e acaba no tratamento do lixo. Segundo o documentário, esse sistema é muito mal explicado nos livros, que ignoram alguns aspectos importantes, como as pessoas que participam dessa engrenagem e os limites impostos pela natureza, por exemplo.



Vídeo Complementar

Ilha das Flores é um filme de curta-metragem brasileiro, do gênero documentário, escrito e dirigido pelo cineasta Jorge Furtado em 1989, com produção da Casa de Cinema de Porto Alegre. O filme foi realizado com o apoio de Kodak do Brasil, Curt-Alex Laboratórios e Álamo Estúdios de Som. Em novembro de 2015 o filme entrou na lista feita pela Associação Brasileira de Críticos de Cinema (Abraccine) dos 100 melhores filmes brasileiros de todos os tempos. [via Wikipédia]

QUESTÕES

1. Quando você pensa em si mesmo e na sociedade em geral, você se vê mais como um consumidor ou um cidadão? Em cada função, qual você acha que o papel do governo é realmente?
2. Quais devem ser as principais prioridades do governo e da economia, na sua opinião?
3. Quem é o responsável por criar novos padrões de consumo: o governo, as

empresas ou os consumidores?

4. Você se sente mais ou menos no poder de mudar as coisas para melhor depois de assistir o vídeo?
5. Você tem conhecimento do funcionamento da economia local em sua comunidade? Por exemplo, há alimentos produzidos nas proximidades, que estão disponível em mercados de agricultores ou em restaurantes? Você sabe de onde a eletricidade que alimenta sua casa vem? Existem artesãos que fabricam produtos localmente?
6. Há alguma relação entre os dois vídeos?
7. Como este debate na sua opinião se relaciona com o tema de ciência e tecnologia?

Obs: o vídeo está em inglês, para assistir com legendas, basta acionar o recurso legendas/ legendas ocultas, como exibido abaixo:



ATIVIDADE AUTO INSTRUTIVA MÓDULO IV

[QUESTÃO 01]

Arraste as palavras para completar as lacunas da frase abaixo:

"A ciência descobre. A indústria aplica. O homem se conforma"

Em 2004, no lema da feira de Hannover (Alemanha), também estão presentes marcas do determinismo tecnológico. A moldagem do futuro, enquanto processo histórico, ocorre à margem do conjunto da sociedade.

A defesa consiste numa forma sutil de negar as potencialidades e a relevância , exercendo o efeito de um "mito paralisante". Um dos filósofos brasileiros que discutiu este Com a aceitação passiva dos "milagres" da tecnologia, com a adesão ao sonho consumista, , como um todo, está perdendo a chance de moldar .

maravilhamento que a tecnologia exerce sobre nós	a humanidade
a tecnologia	do determinismo tecnológico
da ação humana	o futuro

[QUESTÃO 02]

Uma de nossas esperanças é que depois da guerra haverá pleno emprego. Para alcançar esse objetivo, as energias criativas e produtivas do povo americano devem ser liberadas. Para criar mais empregos, precisamos fabricar produtos novos, melhores e mais baratos. Queremos muitas empresas novas e vigorosas. Mas novos produtos e processos não nascem crescidos. Eles são fundados em novos princípios e novas concepções que, por sua vez, resultam da pesquisa científica básica. A pesquisa científica básica é o capital científico. Além disso, não podemos mais depender da Europa como principal fonte desse capital científico. Claramente, mais e melhor pesquisa científica é essencial para a realização do nosso objetivo de pleno emprego.

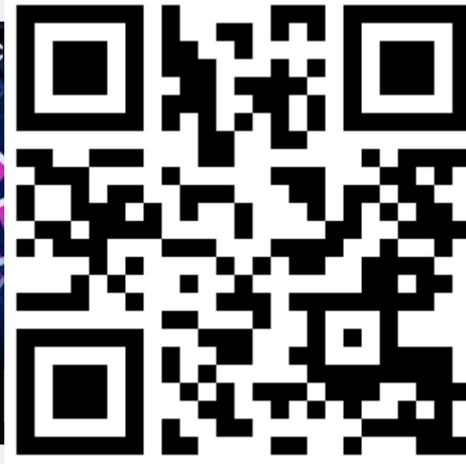
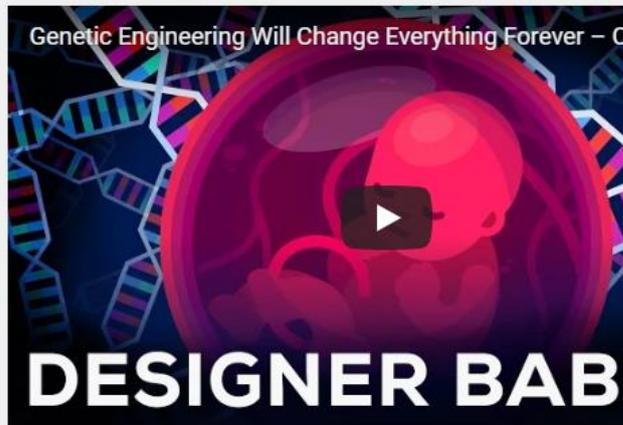
Como aumentamos esse capital científico? Primeiro, precisamos ter muitos homens e mulheres treinados em ciência, pois depende deles tanto a criação de novos conhecimentos quanto sua aplicação a propósitos práticos. Em segundo lugar, devemos fortalecer os centros de pesquisa básica que são principalmente as faculdades, universidades e institutos de pesquisa. Essas instituições fornecem o ambiente mais propício à criação de novos conhecimentos científicos e menos sob pressão para resultados imediatos e tangíveis. Com algumas exceções notáveis, a maioria das pesquisas na indústria e no governo envolve a aplicação do conhecimento científico existente a problemas práticos. São apenas as faculdades, universidades e alguns institutos de pesquisa que dedicam a maior parte de seus esforços de pesquisa à expansão das fronteiras do conhecimento.

O trecho acima é do relatório de Vannevar Bush, responsável pela implantação da Política de Ciência e Tecnologia Norte Americana. Recentemente a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior [CAPES] divulgou que todas as bolsas científicas do país seriam cortadas, gerando revolta na quase totalidade dos cientistas brasileiros. Investimentos em ciência e tecnologia são, sem dúvidas cruciais para o desenvolvimento social de um país, mas não qualquer investimento. Discuta em um breve parágrafo, a relevância do Modelo Ofertista Linear no contexto Latino Americano, criticado pelo PLACTS.



[QUESTÃO 03]

Assista o vídeo abaixo e selecione, a respeito da temática, as palavras adequadas para dar sentido correto ao trecho:



A engenharia genética é um campo bastante polêmico. Quando o assunto são questões sociocientíficas é importante que saibamos perceber o discurso embutido na informação que está disponível para nós. O vídeo acima, por exemplo usa um discurso dúbio quanto à de tecnologia ao afirmar que pode ser usada para o bem ou para o mal, se aproximando de uma concepção do . Em outro momento, comenta como o assunto é de relevância para todos nós, razão pela qual todos deveríamos ser ouvidos. Neste ponto, o vídeo se aproxima do modelo decisório , segundo o qual as decisões em ciência e tecnologia devem ser tomadas democraticamente. O vídeo ainda expressa uma posição segundo a qual a engenharia genética é uma realidade, sendo impossível a impedir, momento no qual se aproxima de uma concepção de tecnologia.

- Escolher...
- Escolher...
- avaliação
- instrumentalismo tecnológico
- pragmático
- determinista

[QUESTÃO 04]

Assinale a alternativa que corresponde corretamente aos pilares da perspectiva tecno-otimista:

1. O desenvolvimento científico-tecnológico não pode ser considerado um processo neutro que deixa intactas as estruturas sociais sobre as quais atua.
2. Só mais tecnologia pode resolver os problemas que ela mesma causa.
3. Com mais e mais CT teremos um final feliz para a humanidade.
4. Nem a Ciência e nem a Tecnologia são alavancas para a mudança que afetam sempre, no melhor sentido, aquilo que transformam.
5. O progresso científico e tecnológico não coincide necessariamente com o progresso social e moral.

Escolha uma:

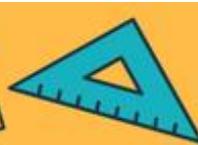
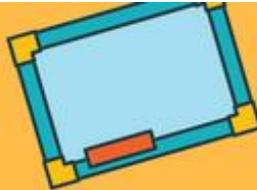
- a. 1, 2 e 3.
- b. 2, 3 e 4.
- c. 1, 2 e 5.
- d. 2 e 3.
- e. 3 e 5.

[QUESTÃO 05]

“O conceito de desenvolvimento de Gandhi incluía uma política científica e tecnológica explícita, que era essencial para sua implementação. A insistência de Gandhi na proteção dos artesanatos das aldeias não significava uma conservação estática das tecnologias tradicionais. Ao contrário, implicava o melhoramento das técnicas locais, a adaptação da tecnologia moderna ao meio ambiente e às condições da Índia, e o fomento da pesquisa científica e tecnológica, para identificar e resolver os problemas importantes imediatos. Seu objetivo final era a transformação da sociedade hindu, através de um processo de crescimento orgânico, feito a partir de dentro, e não através de uma imposição externa.” (Herrera, 1983)

Em qual concepção de tecnologia a estratégia de Gandhi se apóia?

Resposta:



MÓDULO V

O que veremos neste Módulo?

- Educação Científica com enfoque CTS.
- O conceito de Alfabetização e Letramento Científico-Tecnológico

A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

A educação científica pode ter variados propósitos. Mas antes vamos tentar entender as nuances de educar/formar em/para ciência.

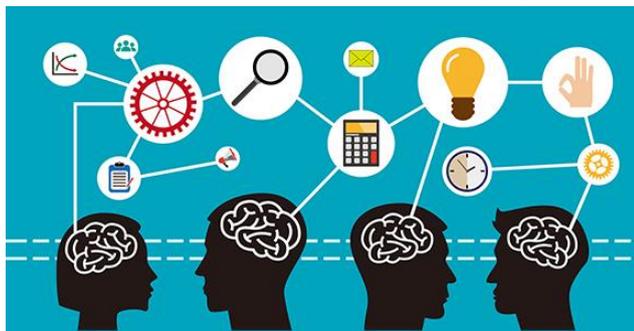
Historicamente nem sempre “cientista” foi uma profissão. Após o século XVII a ciência deixa de ser uma atividade cultural e de lazer – antes quem praticava ciência eram amadores, curiosos – para passar por uma profissionalização⁴².

Esta passagem decorre de três condições:

1. A especialização dos saberes e formação especializada;
2. A definição de paradigmas – normas de competência e regras operacionais – orientadores de pesquisas (lembra da noção de Kuhn que vimos no Módulo I?);
3. A vinculação da ciência enquanto força produtiva, imprimindo relevância ao financiamento de pesquisas e remuneração do trabalho científico.

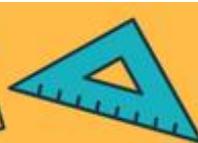
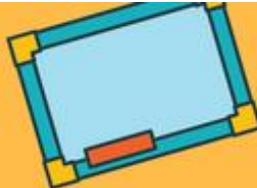
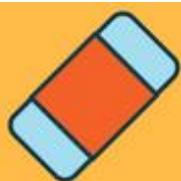
É na Idade Moderna que progressivamente se abandona a unidade entre o conhecimento acerca das humanidades e o conhecimento acerca da natureza, divisão que se aprofundará com a Revolução Industrial, momento de interseção importante entre ciência e técnica, uma vez que a primeira, até então teórica, passa a ser ativa subsidiária da segunda. A ciência passa a se comportar como outro aspecto teórico da mesma realidade prática.

A partir daí então a ciência, crescentemente vinculada à técnica e à tecnologia passa a ser estratégica não apenas do ponto de vista econômico – a pesquisa científica e tecnológica insufla a economia trazendo inovações, mas também do ponto de vista político. Por muito tempo as grandes potências mundiais competiam para formar mais engenheiros que pudessem trabalhar em projetos que garantissem a soberania de seus países em questões como corrida espacial ou mesmo desenvolvimento bélico.



E na sua opinião, por que as pessoas precisam saber ciência?

Se precisam, até que ponto?



Apenas cientistas devem entender sobre ciência?

Neste módulo buscaremos fazer uma discussão preliminar sobre estes tópicos, buscando apresentar uma perspectiva sobre CTS no que diz respeito à Educação Científica. Responda à questão abaixo e em seguida, clique em avançar!

Assinale abaixo qual a função da educação científica na sua opinião⁴³:

- a. conhecimento do conteúdo científico e habilidade em distinguir ciência de não-ciência;
- b. compreensão da ciência e de suas aplicações;
- c. conhecimento do que vem a ser ciência;
- d. independência no aprendizado de ciência;
- e. habilidade para pensar cientificamente;
- f. habilidade de usar conhecimento científico na solução de problemas;
- g. conhecimento necessário para participação inteligente em questões sociais relativas à ciência;
- h. compreensão da natureza da ciência, incluindo as suas relações com a cultura;
- i. apreciação do conforto da ciência, incluindo apreciação e curiosidade por ela;
- j. conhecimento dos riscos e benefícios da ciência;
- k. habilidade para pensar criticamente sobre ciência e negociar com especialistas;

DOMÍNIOS DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

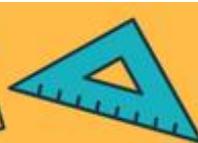
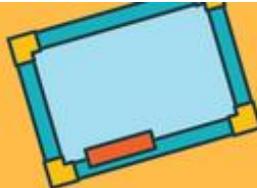
Este tema passou a ganhar notoriedade nos anos de 1950, *em pleno período do movimento científicista, em que se atribuía uma supervalorização ao domínio do conhecimento científico em relação às demais áreas do conhecimento humano⁴⁴.*

A ênfase curricular no ensino de ciências proposta pelos educadores em ciência tem mudado em função de contextos sócio históricos.

No final dos anos de 1950, em plena Guerra Fria, com o lançamento do primeiro satélite artificial – o Sputnik –, houve, da parte dos Estados Unidos, uma corrida para apressar a formação de cientistas, o que levou à elaboração de projetos curriculares com ênfase na vivência do método científico, visando desenvolver nos jovens o espírito científico (Krasilchik, 1987). Naquela época, propunha-se uma educação científica para a educação básica, no sentido de preparar os jovens para adquirir uma postura de cientista, pensando e agindo no seu cotidiano como cientistas.

No final da década seguinte, com o agravamento de problemas ambientais, começou a surgir uma preocupação dos educadores em ciência por uma educação científica que levasse em conta os aspectos sociais relacionados ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico.

Foi assim que começou a surgir em diversos países, no final dos anos de 1970 e no início da década seguinte, propostas curriculares para a educação básica com ênfase



nas inter-relações ciência-tecnologia-sociedade (CTS) (Waks, 1990; Yager & Roy, 1993). Esses currículos apresentavam o conteúdo de ciências da natureza com enfoque nas ciências sociais. Tais propostas tinham uma perspectiva marcadamente ambientalista, apresentando uma visão crítica ao modelo de desenvolvimento; por isso, alguns a identificaram como ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA)⁴⁵.

Quando dizemos “domínio da educação científica” nos referimos as costumeiras formas de dividir os objetivos de aprendizagem da educação científica em duas categorias:

- O conhecimento científico - se referem ao conhecimento e ao desenvolvimento de habilidades em relação à atividade científica;
- As categorias relativas à função social - conhecimentos, habilidades e valores relacionados à função social da atividade científica, incluindo categorias de natureza cultural, prática e democrática.

Vejamos como classificar as alternativas dentre as quais escolhemos no exercício da seção anterior à estas duas categorias:

CONHECIMENTO CIENTÍFICO	FUNÇÃO SOCIAL
conhecimento do conteúdo científico e habilidade em distinguir ciência de não-ciência;	habilidade de usar conhecimento científico na solução de problemas;
compreensão da ciência e de suas aplicações;	conhecimento necessário para participação inteligente em questões sociais relativas à ciência;
conhecimento do que vem a ser ciência;	compreensão da natureza da ciência, incluindo as suas relações com a cultura;
independência no aprendizado de ciência;	apreciação do conforto da ciência, incluindo apreciação e curiosidade por ela;
habilidade para pensar cientificamente;	conhecimento dos riscos e benefícios da ciência;
	habilidade para pensar criticamente sobre ciência e negociar com especialistas;

Embora estas duas categorias sejam encontradas frequentemente na literatura, e considerando o percurso que viemos trilhando, é importante entender que *pela natureza do conhecimento científico, não se pode pensar no ensino de seus conteúdos de forma neutra, sem que se contextualize o seu caráter social, nem há como discutir a função social do conhecimento científico sem uma compreensão do seu conteúdo. Afinal, como afirma Morin (2000), há um tecido interdependente e inter-retroativo entre o objeto do conhecimento e o seu contexto*⁴⁶.

Ainda sobre a relação entre a natureza do conhecimento científico e o ensino de seus conteúdos, você acredita que a visão que um professor carrega sobre a ciência influencia os processos de ensino e a visão do estudante? Na próxima seção discutiremos como visões deformadas da ciência podem influenciar os processos de ensino. Clique em avançar!

VISÕES DEFORMADAS ACERCA DA CIÊNCIA QUE INCIDEM SOBRE OS PROCESSOS DE ENSINO⁴⁷



Visão empirista e ateórica

Ressalta-se o papel da observação e da experimentação “neutras”, não contaminadas por ideias, esquecendo o papel essencial das hipóteses; no entanto, a educação em geral é puramente livresca, sem trabalho experimental. A aprendizagem é uma questão de “descobrimto” ou se reduz à prática “dos processos”, com omissão dos conteúdos.



Visão rígida

Apresenta-se o “Método Científico” como um conjunto de etapas que se deve seguir mecanicamente. No ensino se ressalta o que se supõe ser um tratamento quantitativo, um controle rigoroso etc., esquecendo – ou inclusive rechaçando – tudo o que implica invenção, criatividade, dúvida... No polo oposto desta visão rígida e dogmática da ciência como descobridora da “verdade contida nos fatos”, se apresenta um relativismo extremo, tanto metodológico (“tudo vale”, não existem estratégias específicas no trabalho científico), como conceitual (não há uma realidade objetiva que permita contrastar a validade das construções científicas: a única base na qual se apoia o conhecimento é o consenso da comunidade de pesquisadores nesse campo).



Visão aproblemática e aistórica

Transmitem-se conhecimentos já elaborados, sem mostrar quais foram os problemas que geraram sua construção, qual foi sua evolução, as dificuldades etc., e menos ainda as limitações do conhecimento atual ou as perspectivas futuras.



Visão exclusivamente analítica

Ressalta a necessária parcialização dos estudos, seu caráter simplificador, e esquece os esforços posteriores de unificação e de construção de corpos coerentes de conhecimentos cada vez mais amplos, o tratamento de problemas de fronteira entre distintos domínios que podem chegar a unir-se, etc. Contra essa visão parcializada têm sido elaboradas propostas de educação integrada das ciências, que tomam a unidade da matéria como ponto de partida, esquecendo que o estabelecimento de tal unidade constitui uma conquista recente e nada fácil da ciência.



Visão acumulativa linear

Os conhecimentos aparecem como frutos de um conhecimento linear, ignorando as crises, as remodelações profundas. Ignora-se, em particular, a descontinuidade radical entre o tratamento científico dos problemas e o pensamento ordinário.



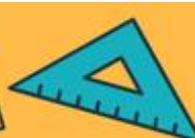
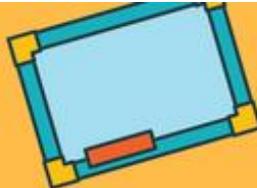
Visão individualista

Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, desconhecendo-se o papel do trabalho coletivo, dos intercâmbios entre equipes. Esta visão individualista se apresenta associada, algumas vezes, a concepções elitistas.



Visão “velada”, elitista

Apresenta-se o trabalho científico como um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, transmitindo expectativas negativas para a maioria dos alunos, com claras discriminações de natureza social e sexual (a ciência é apresentada como uma atividade eminentemente



“masculina”). Contribui-se para este elitismo escondendo a significação dos conhecimentos após o aparato matemático. Não são realizados esforços para tornar a ciência acessível (começando com tratamentos qualitativos, significativos), nem por mostrar seu caráter de construção humana, no que não faltam confusões nem erros, como os erros dos próprios alunos.



Visão de “sentido comum”

Os conhecimentos são apresentados como claros, óbvios, “de sentido comum” esquecendo-se que a construção científica parte, precisamente, do questionamento sistemático do óbvio.



Visão descontextualizada, socialmente neutra

São esquecidas as complexas relações CTS e são proporcionadas imagens dos cientistas como se fossem seres “acima do bem e do mal”, enclausurados em torres de marfim e distantes das necessárias tomadas de decisão. Como reação pode-se cair em uma visão excessivamente sociológica da ciência que dilui por completo sua especificidade⁴⁸.

ALFABETIZAÇÃO E LETRAMENTO CTS

Magda Soares (2004) define alfabetização como a aquisição do sistema convencional de escrita, enquanto letramento seria o desenvolvimento de comportamentos e habilidades de uso competente da leitura e da escrita em práticas sociais. Dessa forma, apesar de compartilharem similaridades os dois processos se distinguem *tanto em relação aos objetos de conhecimento quanto em relação aos processos cognitivos e linguísticos de aprendizagem*⁴⁹.

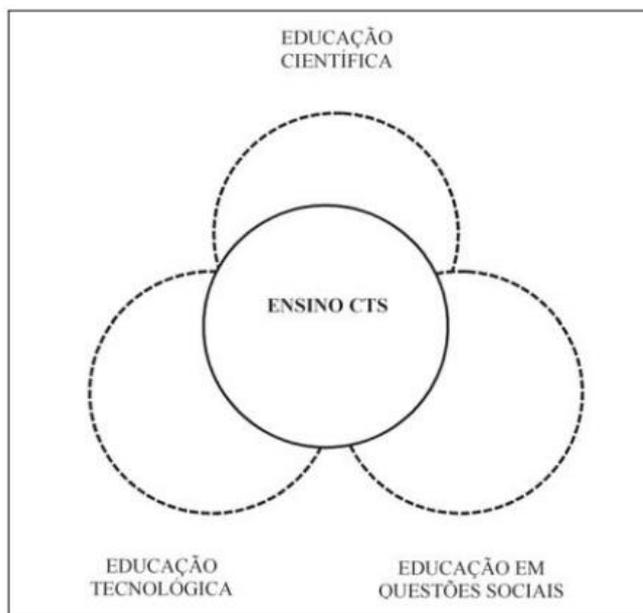
Quando falamos de Alfabetização e Letramento Científico-Tecnológico estamos nos referindo ao letramento de cidadãos que possam entender *princípios básicos de fenômenos do cotidiano até a capacidade de tomada de decisão em questões relativas a ciência e tecnologia em que estejam diretamente envolvidos, sejam decisões pessoais ou de interesse público*⁵⁰.

Assim, uma pessoa funcionalmente letrada em ciência e tecnologia saberia, por exemplo, preparar adequadamente diluições de produtos domissanitários; compreender satisfatoriamente as especificações de letramento como prática social implica a participação ativa do indivíduo na sociedade, em uma perspectiva de igualdade social, em que grupos minoritários, geralmente discriminados por raça, sexo e condição social, também pudessem atuar diretamente pelo uso do conhecimento científico (Roth & Lee, 2004). Isso requer também o desenvolvimento de valores (Santos & Schnetzler, 1997), vinculados aos interesses coletivos, como solidariedade, fraternidade, consciência do compromisso social, reciprocidade, respeito ao próximo e generosidade. Eles estão relacionados às necessidades humanas e deveriam ser vistos como não subordinados aos valores econômicos. Por exemplo: as pessoas lidam diariamente com dezenas de produtos químicos e têm que decidir qual devem consumir e como fazê-lo. Essa decisão poderia ser tomada levando em conta não só a eficiência dos produtos para os fins que se desejam, mas também seus efeitos sobre a saúde, seus efeitos ambientais, seu valor econômico, as questões éticas relacionadas à sua produção e comercialização. Por exemplo, poderia ser considerado pelo cidadão, na hora de consumir determinado produto, se na sua

produção é usada mão-de-obra infantil ou se os trabalhadores são explorados de maneira desumana; se em alguma fase, da produção ao descarte, houve geração de resíduos que agridem o ambiente; se ele é objeto de contrabando ou de outra contravenção etc.

Outro significado que tem sido atribuído à alfabetização/letramento científico é o cultural. Esse papel dado à educação científica está presente em muitos dos estudos sobre AC/LC, de tal modo que hoje a educação científica tem sido vista como processo de enculturação. Cursos de CTS para o ensino de ciências têm sido propostos tanto para a educação básica quanto para cursos superiores e até de pós-graduação. O objetivo central desse ensino na educação básica é promover a educação científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (Aikenhead, 1994; Santos & Mortimer, 2000; Santos & Schnetzler, 1997;

Solomon, 1993; Teixeira, 2003; Yager, 1990).



Segundo Roberts (1991), currículos de ciências com ênfase em CTS são aqueles que tratam das interrelações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social. Assim, uma proposta curricular de CTS pode ser vista como uma integração entre educação científica, tecnológica e social (Figura),

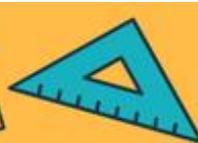
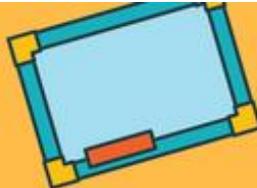
em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (López e Cerezo, 1996)⁵¹.

PRESSUPOSTOS DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CTS

Certo, então falar em educação científica CTS é a mesma coisa que falar sobre alfabetização científica e tecnológica?

Não... Muitas vezes as duas são usadas como sinônimos, mas a escolha das palavras aponta diferenças. CTS traz à consciência um problema que não era considerado como tal há meio século: os vínculos entre os polos em que se apoia. Enquanto que falar de uma ACT (como da promoção de uma cultura científica e tecnológica) não questiona o lugar das ciências e das tecnologias na sociedade, o movimento CTS o faz, pelo menos implicitamente.

Os objetivos da educação CTS (BYBEE, 1987) são:



1. **Aquisição de conhecimento:** conceitos de CT e sobre a CT para a vida pessoal, cívica e cultural;
2. **Desenvolvimento de habilidades de aprendizagem:** processos de investigação científica ou tecnológica para reunir informação, solucionar problemas e tomar decisões;
3. **Desenvolvimento de valores e ideias:** lidar com as interações entre ciência, tecnologia e sociedade em questões locais, políticas públicas e problemas globais.

O que você pensa destes objetivos? Nobres, certo? Mas como organizar de fato currículos, aulas e intervenções pedagógicas na perspectiva CTS?

Poucas são as respostas na educação e no ensino que vêm acompanhadas de fórmulas ou receitas prontas, e quando isso acontece, é bom desconfiar da aplicabilidade em grande escala de tais soluções. Entretanto, é preciso buscar alternativas que nos permitam aproximarmos teoria e prática.

Podemos considerar que um currículo tem ênfase em CTS quando ele trata das inter-relações entre explicação científica, planejamento tecnológico e solução de problemas e tomada de decisão sobre temas práticos de importância social (SANTOS; MORTIMER, 2001). Assim, uma proposta curricular de CTS pode ser vista como uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (LÓPEZ; CEREZO, 1996).⁵²

Muito tem sido produzido a respeito de cursos CTS, mas o verdadeiro desafio é o desenvolvimento sistemático os objetivos acima citados e não apenas mencionar relações CTS de forma pontual. Para que possamos perseguir os objetivos CTS, é fundamental que o ensino de conteúdo científico não se dê de forma isolada, mas sim articulado com a realidade social.

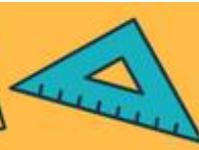
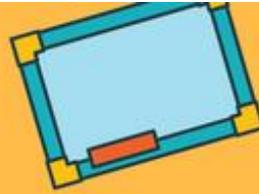
Mas a que nível a contextualização dos conteúdos científicos deve ocorrer? Clique em avançar para discutirmos esse tópico!

CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS

O ensino de ciências em geral se dá de forma descontextualizada, sem considerar a sociedade e de forma dogmática.

Os alunos não conseguem identificar a relação entre o que estudam em ciência e o seu cotidiano e, por isso, entendem que o estudo de ciências se resume a memorização de nomes complexos, classificações de fenômenos e resolução de problemas por meio de algoritmos.

Por outro lado, há uma compreensão restrita do que vem a ser o ensino do cotidiano na escola. Muitos professores consideram o princípio da contextualização como sinônimo de abordagem de situações do cotidiano, no sentido de descrever, nominalmente, o fenômeno com a linguagem científica. Essa abordagem é desenvolvida, em geral, sem explorar as dimensões sociais nas quais os



fenômenos estão inseridos. Assim, se ensina nomes científicos de agentes infecciosos e processos de desenvolvimento das doenças, mas não se reflete sobre as condições sociais que determinam a existência de muitos desses agentes em determinadas comunidades.

Da mesma forma, se ilustra exemplos do cotidiano de processos de separação de materiais como catação, mas não se discute os determinantes e as conseqüências do trabalho desumano de catadores em lixões do Brasil.

Para muitos, a simples menção do cotidiano já significa contextualização. Mas será que a simples menção de processos físicos, químicos e biológicos do cotidiano torna o ensino dessas ciências mais relevante para o aluno? Será que o aluno aprenderá ciência mais facilmente com tal ensino?

Muitas vezes, essa aparente contextualização é colocada apenas como um pano de fundo para encobrir a abstração excessiva de um ensino puramente conceitual, enciclopédico, de cultura de almanaque. Nessa visão, são adicionados cada vez mais conteúdos ao currículo, como se o conhecimento isolado por si só fosse a condição de preparar os estudantes para a vida social.

Outra concepção em voga é aquela na qual a contextualização significa um método de ensino que aumenta a motivação e facilita a aprendizagem. Todavia, deve-se destacar que essa abordagem não pode ser vista como uma “vara mágica”, no sentido de que ela, por si só, vai resolver os problemas da educação, ou seja, como se o fato de o professor contextualizar suas aulas já fosse suficiente para que os alunos aprendam os conteúdos escolares.

A simples inclusão de questões do cotidiano pode não implicar a discussão de aspectos relevantes para a formação do aluno enquanto cidadão ou não motivar suficientemente os alunos para se interessar por ciências. Compreender as diferentes funções da abordagem de aspectos sociocientíficos permite uma compreensão de que formar cidadãos não se limita a nomear cientificamente fenômenos e materiais do cotidiano ou explicar princípios científicos e tecnológicos do funcionamento de artefatos do dia-a-dia.

Assim, a contextualização pode ser vista com os seguintes objetivos:

- i. Desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia;*
- ii. Auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência;*
- iii. Encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano.*

Com esses objetivos, a contextualização pedagógica do conteúdo científico pode ser vista com o papel da concretização dos conteúdos curriculares, tornando-os socialmente mais relevantes.

Para isso, é necessária a **articulação na condição de proposta pedagógica na qual situações reais tenham um papel essencial na interação com os alunos (suas vivências, saberes, concepções), sendo o conhecimento, entre os sujeitos envolvidos, meio ou ferramenta metodológica capaz de dinamizar os processos de construção e negociação de significados.**

Não se procura uma ligação artificial entre conhecimento científico e cotidiano, restringindo-se a exemplos apresentados como ilustração ao final de algum conteúdo; ao contrário, o que se propõe é partir de situações problemáticas reais e buscar o conhecimento necessário para entendê-las e procurar solucioná-las.

Nesse sentido, assumir o papel central do princípio da contextualização na formação da cidadania implicará a necessidade da reflexão crítica e interativa sobre situações reais e existenciais para os estudantes. Nesse processo, buscar-se-á o desenvolvimento de atitudes e valores aliados à capacidade de tomada de decisões responsáveis diante de situações reais.⁵³

PROPOSTAS METODOLÓGICAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS CTS

Estas discussões teóricas apontam para metodologias e práticas educativas com uma ênfase na prática social final que deve orientar um processo educativo. Mas ainda assim quais subsídios práticos dispomos para, por exemplo, organizar um aula com abordagem CTS ou mesmo organizar uma sequência didática em conformidade com o que discutimos nessa seção? Muitas são as opções, e aqui, nos limitaremos a apresentar sugestões para tal organização.

Para responder estas perguntas, mas cientes de que não há respostas prontas no que se refere às práticas pedagógicas, nos valeremos de um universo consolidado de pesquisas no Brasil, que investigam as aproximações entre o referencial de Paulo Freire e intervenções curriculares centradas nesta articulação.

Para Paulo Freire, educação, conscientização relaciona-se com “conhecimento crítico da realidade”, “desvelamento da realidade”, “uma aventura desveladora”, “uma experiência de desocultação da verdade”, “um desvelamento de possibilidades”, “uma leitura crítica do mundo”. [...] Para “uma leitura crítica do mundo”, para o “desvelamento da realidade”, a problematização, a desmistificação de mitos, construídos historicamente, sobre as interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), como, por exemplo, a neutralidade da Ciência e da Tecnologia (CT) ou o determinismo tecnológicos, é fundamental, se a formação de professores for concebida numa perspectiva progressista.

Sua problematização pode contribuir para uma compreensão mais crítica da realidade. Realidade não como algo estático, mas dinâmico, em cuja dinamicidade tais mitos se cristalizaram. Freire sempre destacou a centralidade, em seu fazer educacional, da dialogicidade e da problematização. Dialógico no sentido do respeito, do diálogo entre os saberes do educando e do educador, aspecto fundamental para a problematização de situações reais, contraditórias vividas pelo educando. Coerente

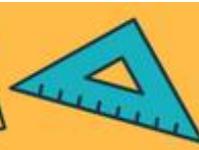
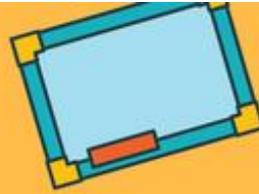
com essas dimensões, passou a fazer críticas agudas à educação que denominou de bancária, postulando e praticando, em substituição a essa, o que denominou de educação problematizadora. Na bancária, constituindo-se num ato de depositar e consumir idéias, gera-se imobilismo, atitudes reacionárias, concebendo o futuro como pré-dado. Os alunos são objetos passivos da ação de outros, conformando uma postura fatalista, decorrendo uma percepção ingênua ou mágica da realidade. Em síntese, dessa forma, o processo educacional fomenta a “cultura do silêncio”.

Contrariamente, a educação dialógica e problematizadora, problematiza a realidade percebida de forma ingênua/mágica. Nessa concepção, a realidade é entendida de forma dinâmica, reforçando a mudança. O ser humano concebido como sujeito histórico. O aprendizado deve estar intimamente associado à compreensão crítica da situação real vivida pelo educando. Nas palavras de Freire,

“E não se diga que, se sou professor de biologia, não posso me alongar em considerações outras, que devo apenas (grifo do autor) ensinar biologia, como se o fenômeno vital pudesse ser compreendido fora da trama histórico-social, cultural e política. Como se a vida, a pura vida, pudesse ser vivida de maneira igual em todas as suas dimensões favela, no cortiço ou numa zona feliz dos 'Jardins' de São Paulo. Se sou professor de biologia, obviamente, devo ensinar biologia, mas, ao fazê-lo, não posso seccioná-lo daquela trama.” (Freire, 1992: 78-79).⁵⁴

Ambos os referenciais – Freire e CTS – defendem o uso de temas. Contudo, qual a natureza destes temas? Em Freire (1987), os temas, chamados de geradores, resultam de um processo denominado de investigação/redução temática, o qual é constituído de cinco etapas:





Apoiados em Snyders e Freire, Delizoicov, Angotti e Pernambuco entendem que a abordagem temática constitui-se numa:

Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas. Nessa abordagem, a conceituação científica da programação é subordinada ao tema. (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002; p. 189)

Por outro lado, a abordagem conceitual, hegemônica na atual educação em Ciências, para os mesmos autores, representa uma “Perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada pelos conceitos científicos, com base nos quais se selecionam os conteúdos de ensino. (DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO, 2002; p. 190)”

Angotti (1993) entende que a dimensão epistemológica que sustenta os conceitos bem como a dimensão pedagógica que permite sua difusão e implementação, são distintas da dimensão ontológica que sustenta o ensino de Ciências Naturais através de temas no sentido freireano. Entende que tanto a concepção de Freire, do tema gerador, bem como os temas significativos de Snyders (1988), são fortemente determinados pela dimensão ontológica, em sintonia com as crenças, contradições e necessidades de problematização com os grupos que frequentam as escolas.

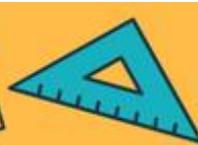
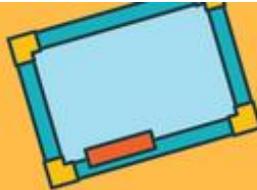
*Segundo Delizoicov (1991), de modo semelhante à Snyders, Freire também defende a articulação de conhecimentos com temas. Assim, a apreensão/apropriação de conteúdos na perspectiva da compreensão de temas, coloca-se na perspectiva de instrumentalizar o aluno para uma melhor compreensão e atuação na sociedade contemporânea. Aspecto central da abordagem temática, alicerçada em pressupostos freireanos, é a realização **da investigação temática**. Contudo, a abordagem de temas, no campo educacional, não é exclusividade de trabalhos balizados pelo viés freireano/snyderiano. Santos (1992), por exemplo, referindo-se a um levantamento bibliográfico sobre o movimento CTS, destaca:*

A inclusão dos temas sociais é recomendada por todos os artigos revisados, sendo justificada pelo fato de eles evidenciarem as inter-relações entre os aspectos da ciência, tecnologia e sociedade e propiciarem condições para o desenvolvimento nos alunos de atitudes de tomada de decisão. (SANTOS, 1992, p. 139).

Santos e Mortimer destacam que:

...o estudo de temas, (...) permite a introdução de problemas sociais a serem discutidos pelos alunos, propiciando o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão. Para isso, a abordagem dos temas é feita por meio da introdução de problemas, cujas possíveis soluções são propostas em sala de aula após a discussão de diversas alternativas, surgidas a partir do estudo do conteúdo científico, de suas aplicações tecnológicas e conseqüências sociais. (SANTOS e MORTIMER, 2000, p. 13).

Ainda, segundo estes autores, não adianta apenas inserir temas sociais no currículo, se não houver uma mudança significativa na prática e nas concepções pedagógicas. consideram que não basta que as editoras dos livros didáticos incluam, nos livros,



temas sociais ou disseminem os chamados paradidáticos. Para estes autores, se não houver uma compreensão do papel social do ensino de Ciências, pode-se incorrer no erro de uma “simples maquiagem dos currículos atuais com pitadas de aplicação das ciências à sociedade”.

Ramsey (1993), referindo-se ao movimento CTS, considera que um tema social, relativo à ciência, deve obedecer a três critérios:

- 1. Se é, de fato, um problema de natureza controvertida, ou seja, se existem opiniões diferentes a seu respeito;*
- 2. Se o tema tem significado social;*
- 3. Se o tema, em alguma dimensão, é relativo à ciência-tecnologia⁵⁵*

PARA (NÃO) CONCLUIR...

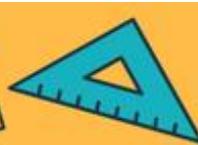
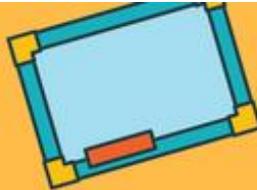
Ao longo deste último módulo, vimos que a depender da percepção que se tenha do papel da educação científica, teremos diferentes concepções sobre o ensino. Caso o letramento científico seja encarado como tendo por objetivo único ensinar a linguagem científica, com vistas a cumprir currículos e atingir bons resultados em avaliações de grande escala é possível afirmar que o modelo convencional de escolas tradicionais atende ao seu propósito, ainda que não propicie aprendizagem significativa.

Pelo contrário, se afirmarmos que a função da educação científica na educação básica é a formação de cidadãos letrados em ciência e tecnologia, será necessário instituir uma ampla reforma no sistema educacional.

A situação socioeconômica de nosso país, com mais de 20 milhões de iletrados na própria língua nacional, indica ser esse um objetivo que ainda demandará longo tempo para concretizar-se. Na verdade, esse nível elevado de letramento, no sentido do domínio da capacidade de compreensão de modelos científicos, talvez não se venha consolidando nem mesmo em cursos de graduação em ciências, que em geral também mais enfatizam domínio vocabular e resolução de problemas do que compreensão da natureza da atividade científica.

Dentro desses dois extremos de pobreza formativa e mito utópico de letramento ideal, existe um espaço curricular a ser ocupado por meio de ações educativas transformadoras em sala de aula, que está no resgate da função social da educação científica. Para isso, não são necessários laboratórios sofisticados, grade horária ampliada e incorporação de novos conteúdos, mas sim mudanças de propósitos em sala de aula.

Com a caracterização apresentada para o ensino atual de ciências nas escolas, evidenciou-se o que já foi constatado por Barros (1998): a popularização do letramento científico é ainda um mito não atingido e o efeito do currículo formal de ciências parece ser desprezível. Todavia, ao contrapor letramento ao processo elementar de alfabetização, buscou-se demonstrar como esse mito ainda pode ser realizável.



Shamos (1995) também chega a considerar que tornar o público sensível e informado em ciência talvez seja um mito difícil de alcançar. No entanto, refletir sobre concepções de educação científica que estão sendo demandadas pela nossa sociedade pode, de alguma forma, contribuir com aqueles que acreditam que ainda é possível transformar o ensino vocabular ritualístico de preparação para exames em uma educação científica para o domínio da compreensão da ciência como prática social⁵⁶.

O desafio, portanto, cabe a todos profissionais comprometidos com educação, sejam eles professores de ciências, avaliadores do sistema educacional, filósofos, sociólogos da educação. O ensino tradicional de ciências por vezes é, como colocado em seções anteriores, elitista e funciona em prol de legitimar uma determinada posição social de exclusão da maioria que propiciará a formação de cidadãos conscientes de seu papel na sociedade científica e tecnológica.

Materiais didáticos não ficam muito atrás: “sobrecarregados de conteúdos e socioculturalmente descontextualizados, que apenas ilustram as maravilhas das descobertas científicas, reforçando a concepção de que os valores humanos estão a reboque dos valores de mercado – que iriam contribuir para a formação de cidadãos críticos”⁵⁷.

É neste contexto que se reforça a necessidade de colocar a educação científica a serviço da formação científico-cultural de educandos. Uma educação e ensino como formação humana centrada na discussão de valores.

Esta foi a mensagem de nosso quinto e último módulo! Esperamos você nas demais atividades do curso!

Você chegou ao final do V Módulo!

Parabéns! Falta Muito Pouco!

Realize a atividade do Laboratório de Avaliação, Questionário Final e Avaliação do Curso.

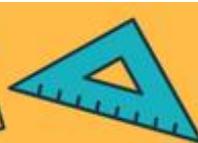
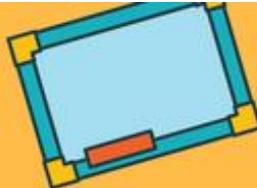
ORIENTAÇÕES PARA LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO MÓDULO VI

Olá querido estudante!

Nesta atividade, você será desafiado a criar um plano de aula (ensino médio) sobre o tema que você escolher dentro de sua área. Não existe receita pronta para um bom plano de aula, ainda mais na perspectiva CTS, o objetivo aqui é fazer um exercício a partir do que aprendemos no curso. A correção será feita pelos seus colegas de curso.

A ideia é que possamos trabalhar da forma mais interdisciplinar possível, contribuindo uns para o trabalho dos outros.

Anexe seu plano de aula (preferencialmente em DOC editável para facilitar a correção por parte de seu colega) conforme modelo disponibilizado. Não se esqueça de anexar também todo material que for usar (caso vá usar uma apresentação de slides, etc).



Para indicar vídeo e mídia de áudio basta compartilhar a url/link.

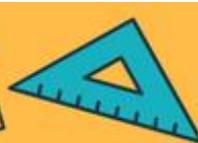
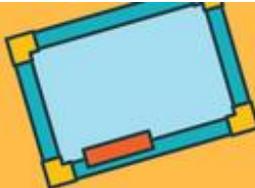
Use o Modelo para Plano de Aula (LabAv)

Avalie o plano de seu colega. Faça considerações no arquivo enviado usando outra cor de fonte para destacar suas contribuições e comentários. Os elementos a serem avaliados são:

- O plano está conforme modelo/apresenta todos elementos solicitados? (de 1 a 10)
- O plano apresenta anexos todos materiais que se propôs a usar? (de 1 a 10)
- O plano apresenta articulação com os as propostas metodológicas para o ensino de ciências CTS, estabelecidos na seção 7 do Conteúdo Interativo do Módulo 5? (de 1 a 10)
- O plano se ancora em estratégias para além do modelo tradicional de ensino de ciências? (de 1 a 10)
- Há possibilidade de interdisciplinaridade com algum tema da sua área, se sim, qual (caso não seja a mesma)? (de 1 a 10)

Resultado: Soma de todos elementos/5

O Plano de Aula (LabAv) se encontra no Anexo I deste Extrato.



CRÉDITOS

– MÓDULO I

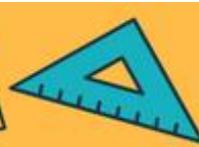
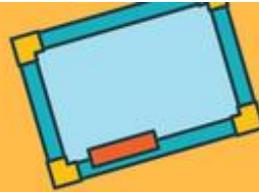
<<http://www.sbie.com.br/wp-content/uploads/2016/07/1-motiva%C3%A7%C3%A3o.jpg>>
<<http://2.bp.blogspot.com/-Xh1UoxfBLjw/T415TxAYtUI/AAAAAAAAANE/2r3uLK6mfF8/s1600/revolu%C3%A7%C3%A3o+das+m%C3%ADdias.jpg>>
<http://nead.ifb.edu.br/pluginfile.php/262974/mod_icontent/page/27/Capturar1.PNG>
<<http://ead.ifb.edu.br/images/1Logo.png>>
<<https://www.youtube.com/watch?v=kYpANxK1BCk>>
<https://2.bp.blogspot.com/-JP2Sjv5PLpE/US_bQLqUhLI/AAAAAAAAAFc/e8ihlVcj8Po/s1600/plagio3.jpg>

– MÓDULO II

<<http://images.christianpost.com/full/59735/blinded-by-science.jpg>>
<http://conteudo.inguol.com.br/c/noticias/2015/05/13/francis-bacon-1431554858627_200x285.jpg>
<<https://s3.amazonaws.com/s3.timetoast.com/public/uploads/photos/9214541/democrito.jpg?1479849403>>
<<https://ahistoria.info/wp-content/uploads/2017/06/Erat%C3%B3stenes1.jpg>>
<<https://elgatoenelcuartoscuro.files.wordpress.com/2016/05/tales-de-mileto.jpg?w=529>>
<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Avicena#/media/File:Avicenna_TajikistanP17-20Somon1999_\(cropped\).png](https://pt.wikipedia.org/wiki/Avicena#/media/File:Avicenna_TajikistanP17-20Somon1999_(cropped).png)>
<https://cdn-images-1.medium.com/max/1065/1*Kmxs5IU95PUAARxtnNfqdw.jpeg>
<<https://static.todamateria.com.br/upload/57/37/57379cdfafodbc-francis-bacon.jpg>>
<<https://www.estudopratico.com.br/wp-content/uploads/2015/01/revolucao-cientifica-como-aconteceu-motivos-e-avancos.jpg>>
<<http://oestadodaarte.com.br/a-revolucao-copernicana/>>
<<https://pt.wikipedia.org/wiki/Geocentrismo>>
<https://map.gsfc.nasa.gov/media/990006/990006_320.jpg>
<<http://images.christianpost.com/full/59735/blinded-by-science.jpg>>
<<http://www.bernardinai.lt/straipsnis/2014-07-06-ka-25-garsus-mokslininkai-kalba-apie-dieva/119459>>
<<http://chelseapolis.com/uploads/3/4/7/6/34760135/3081002.jpg?451>>
<<http://blogs.nature.com/naturejobs/files/2017/11/GettyImages-692915441-smaller.jpg>>
<https://ichef.bbci.co.uk/childrens-responsive-ichef-live/r/640/1x/cbbc/science-onward-journey_v3.png>
<www.zestscientific.com>
<<https://aulalivre.net/uploads/disciplines/icons/sociologia.png>>
<<https://partiallyexaminedlife.com/wp-content/uploads/ViennaCircle.jpg>>
<https://probaway.files.wordpress.com/2013/06/thomas_kuhn_13.jpg?w=529&h=531>
<http://www.stis.ed.ac.uk/__data/assets/image/0017/241055/SSU.png>

– MÓDULO III

<<https://www.bbc.com/portuguese/topics/31684f19-84d6-41f6-b033-7ae08098572a>>



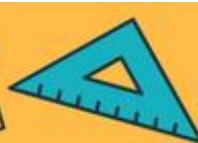
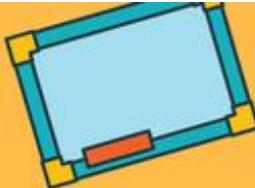
< <https://cdn.tnwdn.com/wp-content/blogs.dir/1/files/2016/08/using-smartphone-in-bed-796x398.jpg>>
< https://i.dailymail.co.uk/i/pix/2018/01/04/21/47C4410100000578-5236577-image-a-39_1515101852696.jpg>
<<https://io.wp.com/unicietec.unievangelica.edu.br/wp-content/uploads/2018/06/ciencia.jpg?fit=863%2C443>>
<<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/03/JROppenheimer-LosAlamos.jpg/200px-JROppenheimer-LosAlamos.jpg>>
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8d/Trinity_shot_color.jpg/300px-Trinity_shot_color.jpg>

– MÓDULO IV

<https://78.media.tumblr.com/35185c8a2cc02d3f035a0e47cd5cb15e/tumblr_n3frp8uT5twtj01_640.png>
<<http://www.touristsbook.com/new-york-city/files/2015/01/Jones-Beach-State-Park-1000x600.jpg>>
<<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f8/Blv-haussmann-lafayette.jpg/250px-Blv-haussmann-lafayette.jpg>>
<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/63/Latin_America_%28orthographic_projection%29.svg/1200px-Latin_America_%28orthographic_projection%29.svg.png>
<https://scontent.fbsb3-1.fna.fbcdn.net/v/t1.0-9/11760208_861263043922846_2248836861942474286_n.jpg?_nc_cat=o&oh=doe6c8e000e84f80a594b90542af278a&oe=5BFF6AB5>

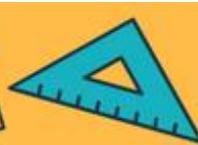
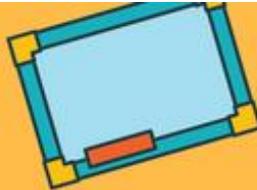
– MÓDULO V

<https://media.licdn.com/mpr/mpr/gcrc/dms/image/C4E12AQHmU1kde1Hqig/article-cover_image-shrink_720_1280/o?e=1539216000&v=beta&t=mqSJEzN3voGLEIXJinn8elmuORmIT9uHZXkWqSkdmwk>
<https://www.stratxcorporate.com/hubfs/Fotolia_113497041_Subscription_Monthly_M.jpg?t=1533651899407>
< <https://br.freepik.com/icones-gratis>>

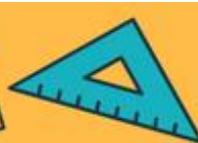
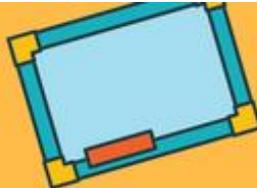


REFERÊNCIAS

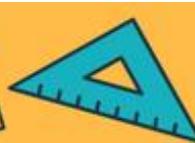
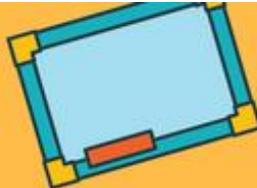
- ¹ EAD Conquiste seu diploma. Brasil, 2018. Disponível em: <<https://www.ead.com.br/ead/como-surgiu-ensino-a-distancia.html>> Acesso em: 28 jul 2018.
- ² EAD Conquiste seu diploma. Brasil, 2018. Disponível em: <<https://www.ead.com.br/ead/dicas-para-quem-quer-fazer-curso-a-distancia.html>> Acesso em: 28 jul 2018.
- ³ EDUCAÇÃO à Distância, desafios e perspectivas. Brasil, 2018. Disponível em: <<https://eadesafiosperspectivas.blogspot.com/2013/02/lidando-com-plagio-e-promovendo-autoria.html>> Acesso em: 28 jul 2018.
- ⁴ MUNDO Educação Uol. Brasil, 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/informatica/netiqueta.htm>> Acesso em: 28 jul 2018.
- ⁵ CEREZO, J. A. L.; BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSSINGEN, I. V.; LUJÁN, J. L. Introdução aos estudos CTS. Cadernos de IberoAmérica. Ed. OEI, 1, 2003.
- ⁶ ARANHA, Maria Lúcia Arruda; MARTINS, Maria Helena Pires. Filosofando – Introdução à Filosofia. São Paulo: Moderna
- ⁷ GRAGNER, G. F. A ciência como atividade humana. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo, Edusp, 1980. P. 30.
- ⁸ BROWN, M.J.I. Copernicus' revolution and Galileo's vision: our changing view of the universe in pictures. The conversation.com. United States, 2018. Disponível em: <<http://theconversation.com/copernicus-revolution-and-galileos-vision-our-changing-view-of-the-universe-in-pictures-60103>> Acesso em: 28 jul 2018. Tradução: Loryne Viana de Oliveira.
- ⁹ LACEY, H. Valores e Atividade Científica. São Paulo: Discurso Editorial, 1998. P. 133.
- ¹⁰ OLIVEIRA, Marcos Barbosa de. Neutralidade da ciência, desencantamento do mundo e controle da natureza. Scientiae Studia, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 97-116, mar. 2008.
- ¹¹ KNELLER, G. F. A Ciência como Atividade Humana. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1980. P. 80.
- ¹² SOUZA, M.A. O que é paradigma segundo Thomas Kuhn? Filosofonet. 2012. Acesso em 27/07/2018.
- ¹³ FOUREZ, G. A construção das ciências. São Paulo: Editora da Unesp, 1995. P. 95.
- ¹⁴ CEREZO, J. A. L.; BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSSINGEN, I. V.; LUJÁN, J. L. Introdução aos estudos CTS. Cadernos de IberoAmérica. Ed. OEI, 1, 2003.
- ¹⁵ CHAUI, M. Convite à Filosofia. São Paulo, 13a., ed. Ática, 2003.
- ¹⁶ MITCHAM, C. Why science, technology, and society studies?. Bulletin of Science, Technology & Society, 1999.
- ¹⁷ ABBAGNANO, N. Dicionário de Filosofia. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- ¹⁸ CEREZO, J. A. L.; BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSSINGEN, I. V.; LUJÁN, J. L. Introdução aos estudos CTS. Cadernos de IberoAmérica. Ed. OEI, 1, 2003.
- ¹⁹ Conferir BANDEIRA, A. E. O conceito de tecnologia sob o olhar do filósofo Álvaro Vieira Pinto. Geografia Ensino & Pesquisa, v. 15, n.1, jan./abr. 2011.
- ²⁰ CEREZO, J. A. L.; BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSSINGEN, I. V.; LUJÁN, J. L. Introdução aos estudos CTS. Cadernos de IberoAmérica. Ed. OEI, 1, 2003.



- ²¹ GONZÁLEZ GARCÍA, M. I.; LÓPEZ CERREZO, J. A., y LUJÁN, J. L. *Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, Tecnos, 1996.
- ²² Cf. STAUDENMAIER, J. M. *Technology storytellers: reweaving the human fabric*. Cambridge, MIT Press, 1985.
- ²³ DUSEK, Val. *Filosofia da Tecnologia*. São Paulo: Edições Loyola, 2008.
- ²⁴ DAGNINO, R. P. *Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico: um debate sobre a tecnociência*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2008.
- ²⁵ LACEY, H. *Valores e atividade científica 2*. São Paulo: Editora 34, 2010.
- ²⁶ CASANOVA, P. G. *As novas ciências e as humanidades: da academia à política*. São Paulo: Editora Boitempo, 2006.
- ²⁷ MARICONDA, Pablo Rubén; MOLINA, Fernando Tula. Entrevista com Andrew Feenberg. *Sci. stud.*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 165-171, Mar. 2009.
- ²⁸ DAGNINO, R.; SILVA, R. B.; PADOVANNI, N. Por que a educação em ciência, tecnologia e sociedade vem andando devagar? In: SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (Orgs.). *CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisas*. Brasília: Editora UnB, 2011, p. 99-134.
- ²⁹ DUSEK, V. *Filosofia da Tecnologia*. São Paulo: Edições Loyola, 2008.
- ³⁰ MUMFORD, L. *Authoritarian and Democratic Technics*. *Technology and Culture* 5: 1 – 8, 1964.
- ³¹ MUMFORD, L. *Authoritarian and Democratic Technics*. *Technology and Culture* 5: 1 – 8, 1964.
- ³² WINNER, L. *Do Artifacts have Politics?* em _____. 1986. “The Whale and the Reactor – A Search for Limits in an Age of High Technology”. Chicago: The University of Chicago Press. p. 19-39. Tradução de Fernando Manso. Disponível em: <http://www.necso.ufrj.br/Trads/Artefatos%20tem%20Politica.htm> Acesso em: 27 Nov. 2017.
- ³³ CERREZO, J. A. L.; BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSSINGEN, I. V.; LUJÁN, J. L. *Introdução aos estudos CTS*. *Cadernos de IberoAmérica*. Ed. OEI, 1, 2003.
- ³⁴ CERREZO, J. A. L.; BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSSINGEN, I. V.; LUJÁN, J. L. *Introdução aos estudos CTS*. *Cadernos de IberoAmérica*. Ed. OEI, 1, 2003.
- ³⁵ CERREZO, J. A. L.; BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSSINGEN, I. V.; LUJÁN, J. L. *Introdução aos estudos CTS*. *Cadernos de IberoAmérica*. Ed. OEI, 1, 2003.
- ³⁶ GARCÍA, M. I. G.; CERREZO, J. A. L.; LUJÁN, J. L. *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid: Tecnos, 1996.
- ³⁷ DIAS, R. B. O que é a política científica e tecnológica? *Sociologias*, Porto Alegre, ano 13, set-dez. 2011, p.316-344.
- ³⁸ Elaboração própria com base em CUNHA, A. M. *Ciência, Tecnologia e sociedade na Ótica Docente: Construção e Validação de uma Escala de Atitudes*. 2008. 103p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.
- ³⁹ DAGNINO, R.; THOMAS, H. e DAVYT, A. . *El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en América Latina: una interpretación política de su trayectoria*. In REDES, v.3, n.7, 1996.
- ⁴⁰ DAGNINO, R. O PLACTS e a obra de Andrew Feenberg. In: Ricardo T. Neder (org.). *A teoria crítica de Andrew Feenberg: racionalização democrática, poder e tecnologia*. Brasília: Observatório do Movimento pela Tecnologia Social na América Latina / CDS / UnB / Capes, 2010.
- ⁴¹ DAGNINO, R. *Neutralidade da Ciência e Determinismo Tecnológico: um debate sobre a tecnociência*. Campinas: Editora da Unicamp, 2008.
- ⁴² JAPIASSU, H. *Ciência e Destino Humano*. Rio de Janeiro: Imago, 2005.



- ⁴³ SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 36, p. 474-492, 2007.
- ⁴⁴ SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 36, p. 474-492, 2007.
- ⁴⁵ SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 36, p. 474-492, 2007.
- ⁴⁶ SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 36, p. 474-492, 2007.
- ⁴⁷ CEREZO, J. A. L.; BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSSINGEN, I. V.; LUJÁN, J. L. Introdução aos estudos CTS. *Cadernos de IberoAmérica*. Ed. OEI, 1, 2003.
- ⁴⁸ CEREZO, J. A. L.; BAZZO, W. A.; PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; LINSSINGEN, I. V.; LUJÁN, J. L. Introdução aos estudos CTS. *Cadernos de IberoAmérica*. Ed. OEI, 1, 2003.
- ⁴⁹ SOARES, M. Alfabetização e letramento: caminhos e descaminhos. *Pátio – Revista Pedagógica*. Ed. Artmed, 2004.
- ⁵⁰ SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 36, p. 474-492, 2007
- ⁵¹ SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 36, p. 474-492, 2007
- ⁵² SANTOS, Wildson. L.P. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*. vol.1, número especial, 2007, p.2.
- ⁵³ SANTOS, Wildson. L.P. Contextualização no ensino de Ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. *Ciência & Ensino*. vol.1, número especial, 2007, p. 3-5.
- ⁵⁴ AULER, D. Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências. 2002. Tese de Doutorado. Florianópolis: CED/UFSC, 2002.
- ⁵⁵ AULER, D; DALMOLIN, A. M. T ; FENALTI, V. S. Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, Florianópolis, v. 2, n. 1, p. 67-84, mar. 2009.
- ⁵⁶ SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 36, p. 474-492, 2007 p. 488.
- ⁵⁷ SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, v. 36, p. 474-492, 2007, p. 488.



ANEXO I

CURSO DE EXTENSÃO
TÓPICOS EM CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

LABORATÓRIO DE AVALIAÇÃO

IDENTIFICAÇÃO

Instituição: Instituto Federal Brasília – *Campus Estrutural*

Curso: Ensino Médio

Disciplina: *a designar*

Tema: *a designar*

Professor/a: *seu nome*

Carga Horária: 90 min

PLANO DE AULA

TEMA:

OBJETIVOS

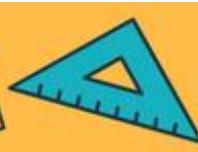
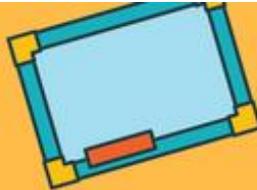
GERAL (objetivo geral de aprendizagem da aula)

ESPECÍFICOS (objetivo específico de aprendizagem da aula)

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Bases tecnológicas (conteúdos) a serem trabalhados

METODOLOGIA DE ENSINO (PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS)



Metodologia (exemplo): *Aula expositiva e dialogada, incentivando a participação dos estudantes através do uso de recursos como quadro, pincel, cartazes e atividades impressas.*

- *Elencar procedimentos didáticos detalhados, considerando o tempo disponível (exemplo): Retomada dos conceitos utilizados nas aulas anteriores, nas quais realizou-se uma sistematização sobre conceitos tais, tais e tais.*
- *Apresentação no quadro branco de esquema sobre xyz.*
- *Utilização de mídia (slides etc). Não se esqueça de anexar também todo material que se propuser a usar (caso vá usar uma apresentação de slides, etc). Para indicar vídeo e mídia de áudio basta compartilhar a url/link.*

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Descrever método de avaliação (exemplo): *A avaliação será formativa, ou seja, realizada ao longo de todo o processo e através de atividade específicas de escrita e sistematização dos conhecimentos. Será considerada a participação e os conhecimentos prévios dos estudantes, bem como a compreensão das leituras propostas. Sugerir ao menos uma atividade para “casa”.*

- *(exemplo) Retome os conceitos estudados nas últimas aulas sobre xyz e assista ao curta-metragem enviado para o e-mail da turma. Em seguida, relacione as teorias estudadas com exposto no vídeo e construa um texto reflexivo respondendo a questão...*

RECURSOS NECESSÁRIOS

Exemplo: Quadro, giz/pincel, cartazes, laboratório e atividades impressas.

REFERÊNCIAS

- **Básica**
- **Complementar**