

Ciência, tecnologia e sociedade

Fernando Rosseto Gallego Campos

Florianópolis
2010

Fernando Rosseto Gallego Campos

Ciência, tecnologia e sociedade



**Florianópolis
2010**

Copyright © 2010, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina / IF-SC. Todos os direitos reservados.

A responsabilidade pelo conteúdo desta obra é do(s) respectivo(s) autor(es). O conteúdo desta obra foi licenciado temporária e gratuitamente para utilização no âmbito do Sistema Universidade Aberta do Brasil, através do IF-SC. O leitor compromete-se a utilizar o conteúdo desta obra para aprendizado pessoal. A reprodução e distribuição ficarão limitadas ao âmbito interno dos cursos. O conteúdo desta obra poderá ser citado em trabalhos acadêmicos e/ou profissionais, desde que com a correta identificação da fonte. A cópia total ou parcial desta obra sem autorização expressa do(s) autor(es) ou com intuito de lucro constitui crime contra a propriedade intelectual, com sanções previstas no Código Penal, artigo 184, Parágrafos 1º ao 3º, sem prejuízo das sanções cabíveis à espécie.

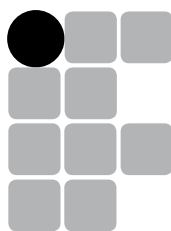
C198c Campos, Fernando Rossetto Gallego
Ciência, tecnologia e sociedade / Fernando Rossetto Gallego
Campos. – Florianópolis : Publicações do IF-SC, 2010.
85 p. : il. ; 27,9 cm.

Inclui Bibliografia.
ISBN: 978-85-62798-32-0

1. Educação – sociedade. 2. Ciência, tecnologia e sociedade
(CTS). 3. CTS – fundamentos. 4. CTS – educação. I. Título.

CDD: 370.19

Sistema de Bibliotecas Integradas do IF-SC
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis
Catalogado por: Augiza Karla Boso CRB 14/1092
Rose Mari Lobo Goulart CRB 14/277



**INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
SANTA CATARINA**

Ficha técnica

Organização **Fernando Rosseto Gallego Campos**

Comissão Editorial **Paulo Roberto Weigmann**
Dalton Luiz Lemos II

Coordenador do Curso de **José Carlos Kahl**
Especialização em Ensino de Ciências

Produção e Design Instrucional **Ana Paula Lückman**

Capa, Projeto Gráfico, Editoração Eletrônica **Lucio Santos Baggio**

Revisão Gramatical **Maria Helena de Bem**

Imagens **Stock.XCHNG e Wikimedia Commons**

Sumário

9 Apresentação

11 Ícones e legendas

13 **Unidade 1** Fundamentos em Ciência, Tecnologia e Sociedade

15 ■ 1.1 Ciência

19 ■ 1.2 Tecnologia

21 ■ 1.3 Sociedade

25 ■ 1.4 Da Ciência e Tecnologia (C&T) à Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

31 **Unidade 2** Temas em CTS

33 ■ 2.1 Interpretações das relações CTS

37 ■ 2.2 Modernidade, pós-modernidade e globalização

41 ■ 2.3 CTS, mercado e sistema produtivo

45 ■ 2.4 CTS e meios de comunicação

46 ■ 2.5 Tecnologia no cotidiano

49 **Unidade 3** CTS e questão ambiental

51 ■ 3.1 Crise ambiental

61 ■ 3.2 Desenvolvimento sustentável

67 **Unidade 4** CTS e educação

69 ■ 4.1 CTS no cotidiano e cotidiano na CTS

70 ■ 4.2 Alfabetização e letramento científicos e tecnológicos

73 ■ 4.3 Ensino CTS e currículo

81 Considerações finais

82 Referências

85 Sobre o autor

Apresentação

Caro estudante,

A unidade curricular *Ciência, Tecnologia e Sociedade* (CTS) é muito importante e espero que seja também muito interessante para você. Importante, entre outros motivos, porque você, na condição de professor de Ciências (ou, mais especificamente, Química, Física, Biologia ou Matemática), em sua prática cotidiana em sala de aula, convive com a necessidade/possibilidade de trabalhar questões em CTS. Assim, o objetivo deste livro é que, ao final desta unidade curricular, você compreenda os principais conceitos do movimento CTS e do Ensino CTS, mas principalmente, que as reflexões aqui propostas (mesmo que parciais) possam contribuir para sua prática docente.

Cada uma das unidades foi pensada para que você se apropriasse de conceitos fundamentais para promover, em sala de aula, um Ensino CTS. A primeira unidade é introdutória. Nessa unidade, intitulada *Fundamentos em Ciência, Tecnologia e Sociedade*, como o nome sugere, proponho algumas discussões acerca de cada um destes três temas, mas também apresento as bases do próprio pensamento do movimento CTS. Na unidade 2, *Temas em CTS*, proponho reflexões sobre alguns dos muitos temas que podem ser abordados numa perspectiva CTS. Entre eles, a questão do emprego e do desemprego. A terceira unidade é, de certa forma, uma continuidade da unidade 2, pois trato de um dos temas mais importantes e ricos a serem trabalhados em CTS: *CTS e a questão ambiental*. Na unidade 4, denominada *CTS e Educação*, sistematizo um debate e proponho reflexões de como o Ensino CTS (e todas as discussões apresentadas nas três primeiras unidades) pode se efetivar.

Espero que você consiga identificar, na leitura, questões pertinentes à unidade curricular que você trabalha, que você se interesse pela CTS e

que possa se aprofundar em algumas das questões através de pesquisas ou práticas docentes.

Boa leitura e bons estudos!

Um abraço,

Professor Fernando Rosseto Gallego Campos

Ícones e legendas



Glossário

A presença deste ícone representa a explicação de um termo utilizado durante o texto da unidade.



Lembre-se

A presença deste ícone ao lado do texto indicará que naquele trecho demarcado deve ser enfatizada a compreensão do estudante.



Saiba mais

O professor colocará este item na coluna de indexação sempre que sugerir ao estudante um texto complementar ou acrescentar uma informação importante sobre o assunto que faz parte da unidade.




Para refletir

Quando o autor desejar que o estudante responda a um questionamento ou realize uma atividade de aproximação do contexto no qual vive ou participa.

Destaque de texto

A presença do retângulo com fundo colorido indicará trechos importantes do texto, destacados para maior fixação do conteúdo.

Link de hipertexto

Se no texto da unidade aparecer uma palavra **grifada**  em cor, acompanhada do ícone da seta, no espaço lateral da página, será apresentado um conteúdo específico relativo à expressão destacada.

Destaque paralelo

O texto apresentado neste tipo de box pode conter qualquer tipo de informação relevante e pode vir ou não acompanhado por um dos ícones ao lado.



Assim, desta forma, serão apresentados os conteúdos relacionados à palavra destacada.

Fundamentos em Ciência, Tecnologia e Sociedade

Unidade

Competências

Com o estudo desta unidade, você será capaz de:

- Conhecer diversas concepções acerca de Ciência, Tecnologia e Sociedade.
- Compreender a importância de se pensar as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).
- Entender a proposta e os fundamentos do movimento CTS.

1 Fundamentos em Ciência, Tecnologia e Sociedade

Caro (a) estudante,

Nesta unidade você verá os fundamentos em Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Para tal, discutiremos: o que é ciência sob diferentes aspectos; as diversas formas de se definir e pensar tecnologia; e as principais formas de se interpretar a sociedade. Posteriormente, apresentaremos uma crítica ao contrato social entre Ciência e Tecnologia (C&T) – baseado na idéia de neutralidade da C&T –, a fim de chegarmos à proposta do movimento CTS – de deslocar para um plano social e político as questões acerca do desenvolvimento, aplicação e implicações das tecnologias e dos conhecimentos científicos. Nesta unidade você terá contato com alguns conceitos e ideias que serão fundamentais para as demais unidades.

1.1 Ciência



"A criação de Adão", afresco do pintor renascentista Italiano Michelangelo. Fonte: Wikimedia Commons

De diversas formas, o ser humano procura apreender a realidade. Tais formas, que coexistem, variam conforme contexto histórico, geográfico, cultural, etc. Uma mesma sociedade pode utilizar o pensamento mítico, o artístico, o religioso e o científico para explicar aquilo que acontece em sua volta. Por exemplo, a origem da vida na Terra pode ser explicada como uma criação divina (explicação religiosa) ou como uma sucessão de fenômenos naturais (explicação científica) – Big Bang, fenômenos tectônicos, formação da atmosfera e hidrosfera, até chegar à origem da vida, no meio aquático. Desta forma, a ciência é uma destas formas de explicação, ou seja, uma representação da realidade (OMNÈS, 1996).

As representações funcionam como lentes sem as quais não conseguimos observar a realidade. No entanto, todas estas lentes, inclusive a ciência, nos distorcem o real, apesar do discurso – produzido dentro da academia e permeado de interesses – de que a ciência é neutra (BOURDIEU, 1983a). A ciência, discursivamente, procura se aproximar ao máximo da realidade e submeter as outras formas de apreensão da realidade – mesmo não tendo pretensões de absoluto (ABBAGNANO, 2000). Para tal, segundo Omnès (1996), exige uma coerência interna integral, que é constantemente reinterrogada, ou seja, as formulações científicas precisam ser validadas, estar em consonância e estabelecer nexos. Desta forma, a verdade científica é refutável, o que significa que pode ser substituída por outras que se mostrem (mesmo que aparentemente) mais próximas da realidade e mais coerentes com outros conhecimentos científicos. De acordo com a **teoria dos campos** de Bourdieu (1983b), esta verdade científica, portanto, depende de condições sociais de produção, ou seja, das disputas ocorridas no campo científico, que é definido da seguinte forma:

A **teoria dos campos** preconiza que estes são espaços estruturados nos quais ocorrem disputas de objetos por pessoas que ocupam determinadas posições. O resultado destas disputas é a acumulação de um capital específico que vale no interior deste campo. Assim, aqueles que detêm este capital possuem poder sobre o campo e sobre as pessoas que dele fazem parte. Além do campo científico, é possível identificar outros, como o econômico, o esportivo, o artístico, etc.



O campo científico, enquanto sistema de relações objetivas entre posições adquiridas (em lutas anteriores), é o lugar, o espaço de jogo de uma luta concorrencial. O que está em jogo especificamente nessa luta é o monopólio da autoridade científica definida, de maneira inseparável, como capacidade técnica e poder social; ou, se quisermos, o monopólio da competência científica, compreendida enquanto capacidade de falar e de agir legitimamente (isto é,

de maneira autorizada e com autoridade), que é socialmente outorgada a um agente determinado. (BOURDIEU, 1983a, p. 122, grifo do autor).

O **campo científico** é, portanto, um espaço estruturado no qual ocorrem as disputas pela autoridade científica e pela competência científica. Ambas se convertem em capital científico – uma espécie de moeda de troca que é reconhecida no interior do campo, pelos próprios atores que o constituem. O capital científico assegura poder sobre a estrutura do campo científico e pode se converter em outro tipo de capital, como o econômico, por exemplo. Assim, aqueles que detêm o capital científico são os que dominam o campo, controlando instituições (universidades, revistas científicas, organismos de fomento) e impondo sua visão de ciência. Desta forma, ainda segundo as idéias de Bourdieu (1983a), uma definição pura de ciência é impossível, uma vez que qualquer definição é permeada pelos interesses daqueles que dominam o campo científico.

No entanto, podemos apontar algumas características da ciência. O conhecimento científico é acumulável, registrável e refutável. Além disto, a ciência utiliza uma **linguagem própria** e se baseia na articulação entre procedimentos metodológicos e fundamentos epistemológicos, a fim de manter sua coerência e apreender a realidade de forma objetiva.

O **método** pode ser considerado um conjunto de técnicas para se chegar ao conhecimento científico ou uma orientação de pesquisa (ABBAGNANO, 2000). A primeira concepção é compartilhada por Severino (2007, p. 102), que define o método científico como “um conjunto de procedimentos lógicos e de técnicas operacionais que permitem o acesso às relações causais constantes entre os fenômenos”. A segunda concepção é mais empregada nas Ciências Humanas, que admitem maior variedade epistemológica e, consequentemente, metodológica. Neste caso, os métodos estão relacionadas a visões de mundo, como **os métodos dialético ou hegeliano**. Omnès (1996, p. 272) atribui ao método a condição de minimizar a distância entre o conhecimento

Apesar de admitir variações, sobretudo nas Ciências Humanas, a linguagem científica, tradicionalmente, se caracteriza por ser rigorosa, direta e objetiva.

Essas questões serão aprofundadas no item 1.3.

científico e o real: “trata-se, antes de tudo, de regras práticas que permitam garantir a qualidade da correspondência entre a representação científica e a realidade”. Este autor defende a aplicação universal do método que chama de *quatro tempos*, derivado da Física. Este método consiste no cumprimento de quatro etapas: *estágio empírico* ou *exploração* (observação dos fatos e estabelecimentos de regras empíricas); *conceptualização* ou *concepção* (elaboração e seleção de conceitos; criação de princípios); *elaboração* (enumeração das conseqüências dos princípios); *verificação* (fase em que as hipóteses serão submetidas à refutação).

A defesa de Omnès (1996) de um único método aplicável a todas as ciências (das Naturais às Humanas) deixa transparecer sua “concepção acerca da natureza do real e acerca do seu modo de conhecer” (SEVERINO, 2007, p. 107), ou seja, seus **fundamentos epistemológicos**. Neste caso, Omnès parte de pressupostos positivistas, de acordo com os quais a ciência é capaz de explicar todos os fenômenos a partir de regras, leis e princípios. Estes três são estabelecidos a partir da experimentação e da quantificação, eliminando-se as interferências subjetivas e qualitativas. A postura de Omnès ratifica as afirmações de Bourdieu (1983a) de que os conflitos no campo científico são, indissociavelmente, epistemológicos e políticos – uma vez que não se trata apenas de se discutir formas de se interpretar a realidade, mas também de preconizar sua maior autoridade científica e submeter as **Ciências Humanas** às Naturais, uma vez que aquelas primam pela variedade epistemológica e metodológica.

Veremos alguns dos diferentes fundamentos epistemológicos das Ciências Humanas no item 1.3.

Compreender o campo científico e as formas pelas quais o conhecimento científico é produzido é fundamental. No entanto, o saber científico não fica circunscrito ao campo científico. Nesse sentido, uma afirmação de Severino (2007, p. 100) é esclarecedora: “A ciência é simultaneamente um *saber teórico* (explica o real) e um *poder prático* (maneja o real pela técnica)”. Discutiremos, no próximo item, as técnicas, ou seja, este poder prático que é produzido no interior do campo científico, mas também o pode ser feito fora.

1.2 Tecnologia

Segundo Abbagnano (2000, p. 942), a palavra **tecnologia** admite três significados:

- 1 ■ “Estudo dos processos técnicos de determinado ramo da produção industrial ou de vários ramos;
- 2 ■ O mesmo que técnica;
- 3 ■ O mesmo que tecnocracia”.

Estas três definições possuem limitações, mas podem ser interessantes pontos de partida para algumas discussões. É possível acrescentar à primeira definição a **aplicação destes processos técnicos** e não apenas o seu estudo – que pode se dar no ambiente acadêmico (no interior do campo científico), mas também nas indústrias ou empresas de serviço. A capacidade de uma sociedade desenvolver estes processos técnicos, sobretudo na indústria de ponta (informática, biotecnologia, robótica, etc.), é motivo de diferenciação em relação a outras. Desta forma, entre outros fatores, o que diferencia os países desenvolvidos dos em desenvolvimento (comumente chamados de subdesenvolvidos) é a sua capacidade de produção tecnológica.

Acostumamo-nos, portanto, na linguagem midiática e cotidiana, a compreender tecnologia como sinônimo de técnicas desenvolvidas recentemente, como a clonagem, os transgênicos, os radares, notebooks, celulares, etc. No entanto, é possível compreender todos os artefatos produzidos e/ou utilizados pelo ser humano como tecnologia – por exemplo, o fogo e seus diversos usos na história da humanidade.

Esta compreensão nos leva à segunda definição, que é aparentemente simples, mas esconde uma grande complexidade. Se pensarmos tecnologia como sinônimo de **técnica**, estamos ampliando não apenas o uso da palavra, mas também a riqueza do entendimento do que é tecnologia. Isto porque qualquer atividade humana, desde a científica até as artísticas, pressupõe técnica (ABBAGNANO, 2000), assim como, de acordo com Paul Claval (2001, p. 228, grifo do autor), “não há técnica, e cadeia tecnológica, sem *ator* para

Segundo Claval (2001a, p. 63) “a **cultura** é a soma dos comportamentos, dos saberes, das técnicas, dos conhecimentos e dos valores acumulados pelos indivíduos durante suas vidas e, em outra escala, pelo conjunto dos grupos de que fazem parte”.



O **determinismo tecnológico** preconiza que os fenômenos sociais, econômicos, culturais, etc. são determinados por questões técnicas/tecnológicas. Isto leva a duas possíveis interpretações: 1) a de que a tecnologia é a causa das mudanças sociais e 2) a da autonomia da tecnologia, não sofrendo influências sociais (AULER; DELIZOICOV, 2006).



concebê-la e fazê-la funcionar e controlar as etapas e o resultado”. Assim, o desenvolvimento, a aplicação e implicações das técnicas estão imersos na **cultura** na qual é concebida e utilizada.

Para Milton Santos (2006, p. 16), as técnicas são a principal forma de relação entre o homem e o meio (natureza), sendo elas “um conjunto de meios instrumentais e sociais, com os quais o homem realiza sua vida, produz e, ao mesmo tempo, cria espaço”. O autor, portanto, emprega a ideia de técnica não apenas como mediação entre sociedade e natureza – através da produção de conhecimentos e artefatos que permitem a apropriação do meio natural pelo homem –, mas também como produtor de espaço e de relações humanas – pressupostas na definição de espaço de Milton Santos. Para o autor, o espaço pode ser compreendido como o conjunto indissociável de sistemas de objetos e sistemas de ação. Os objetos se tornam cada vez mais técnicos, substituindo os objetos naturais e promovendo uma natureza inteiramente humanizada. Se os sistemas de objetos ganham em artificialidade, o mesmo ocorre com os sistemas de ação – que criam e promovem o uso dos objetos, mas que também são condicionados pelos objetos existentes (SANTOS, 2006). Assim, a técnica (como objeto, mas também como concepção) seria capaz de organizar uma sociedade e suas possibilidades em relação ao meio e em relação a outras sociedades.

A exacerbação desta interpretação, ou seja, a ideologização das técnicas e do seu uso como instrumento de poder nos leva à ideia de **tecnocracia** – a terceira forma de definição de tecnologia. Esta se fundamenta no pressuposto de que a realidade pode ser interpretada exclusivamente a partir da ciência e das técnicas e de que as decisões devem ser tomadas a partir de critérios técnico-científicos, eliminando questões políticas, ideológicas e sociais, em geral. Esta concepção compreende a ciência (aqui, sobretudo, as ciências aplicadas) como desenvolvedora e promotora da técnica. Desta forma, induz a um **determinismo tecnológico**, ignorando questões sociais e culturais. Consequentemente, o pensamento e a ação tecnocráticos negligenciam importantes dimensões da própria ideia de técnica, conforme apontam Paul Claval e Milton Santos.

1.3 Sociedade

Para uma discussão, em sentido amplo, de ciência e tecnologia e suas implicações – políticas, econômicas, sociais, culturais, ambientais, etc. – é necessário uma compreensão mais apurada do contexto em que estão inseridas. Para tal, é preciso que questões tradicionalmente tratadas sob a **perspectiva da neutralidade da Ciência e Tecnologia (C&T)** ↘ sejam abordadas sob o prisma das Ciências Humanas. Entretanto, estas admitem uma grande diversidade de pressupostos epistemológicos e metodológicos. Apresentaremos, portanto, de maneira breve, alguns dos principais autores e das mais importantes perspectivas de interpretação da sociedade.

Nesta perspectiva, a Ciência é compreendida, sobretudo, como Ciências Naturais e suas aplicações e a tecnologia é desumanizada.

1.3.1 O positivismo de Comte

O positivismo busca, a partir da razão, formular leis para conhecer e ordenar a realidade. Desta forma, passou a utilizar leis e métodos das ciências naturais para compreender a sociedade. Esta é concebida de modo orgânico, ou seja, como um organismo cujas partes funcionam de maneira interligada e interdependente. Quando este organismo está em harmonia, a sociedade atinge a ordem social. O caráter conservador da ordem – privilegiado na concepção de Comte – se relaciona com caráter modificador do progresso. Este deveria aperfeiçoar os elementos de uma ordem social sem destruí-los. Portanto, mantinha uma postura conservadora em relação às mudanças sociais. Comte acreditava na evolução das sociedades em uma direção determinada: do estágio teológico (explicações para os fenômenos naturais e sociais baseados nas divindades), passando pelo metafísico (explicações a partir de conceitos abstratos) até chegar ao positivo ou científico (conhecimento baseado em leis objetivas, que explicavam os fenômenos). A retomada das idéias positivistas com novas roupagens (modelos matemáticos, estatísticas, etc.) é denominada de Neopositivismo.



Considerado o pai da Sociologia, o francês Auguste Comte (1798-1857) foi o fundador do pensamento positivista, cuja premissa básica está em que a ciência é capaz de explicar os fenômenos, combatendo as explicações religiosas.



Os fatos sociais possuem três características básicas: generalidade (são comuns a todos os membros de uma sociedade); coercitividade (exercem pressão aos indivíduos a fim de obedecê-lo); e exterioridade (existem independente das vontades individuais). Possíveis exemplos: o modo de se vestir, o casamento e o suicídio.

1.3.2 Durkheim e a teoria funcionalista

Para Durkheim, os indivíduos são condicionados pelos **fatos sociais**, que se constituem como uma realidade objetiva e cumprem funções. Quando os fatos se tornam anormais (fogem de um padrão na sociedade em questão se conformando como uma ameaça) são considerados patológicos. Estas ideias estão imersas no método funcionalista, que entende que a sociedade (capitalista) funciona como um organismo vivo, sendo que cada parte cumpre com uma função específica. Assim, a sociedade se mantém através da solidariedade, que pode ser mecânica ou orgânica. As sociedades de solidariedade mecânica são segmentadas (possuem pouca comunicação com outras sociedades) e sua convivência é pautada na consciência coletiva (um conjunto de crenças e sentimentos comuns aos seus membros, que pressupõe menor individualidade). Nas sociedades de solidariedade orgânica os indivíduos possuem maior autonomia, uma vez que elas têm a convivência pautada na divisão social do trabalho (em que cada indivíduo possui uma função específica), sendo, portanto, diferenciadas.

1.3.3 Weber e a sociologia compreensiva

Max Weber (1864-1920) tinha como fundamento epistemológico o **idealismo**. Deslocou a análise social de entidades coletivas (como Durkheim e Marx) aos atores e suas ações sociais. Estas são o ponto de partida da teoria weberiana, sendo compreendidas como uma ação dotada de sentido (subjetivo) e que tenha consequências sociais (a outros indivíduos). Assim, **nem toda ação é uma ação social**. Apesar de, na prática, nunca serem puramente de um só tipo, as ações sociais podem ser de quatro tipos: 1) racional com relação a fins (com objetivo definido e com estratégias racionais); 2) racional com relação a valores (baseada em valores éticos, sendo o objetivo menos importante); 3) afetiva (inspirada em sentimentos e emoções); 4) tradicional (determinada por hábitos e costumes tradicionais). A partir do conceito de ação social, Weber estabeleceu o conceito de relação social como ações de vários atores dotadas de conteúdos significativos mutuamente relacionados. São exemplos o comércio, as relações familiares e as relações políticas. Weber também verificou que as diferentes esferas da vida social (econômica, religiosa, política, artística, jurídica) existem autonomamente, mas se influenciam

Há também as ações homogêneas ou naturais (ações com motivações naturais, biológicas ou fisiológicas) as ações imitativas ou de multidão (influenciadas pelo comportamento de massa, meios de comunicação ou opinião pública).

mutuamente. Em sua obra, destaca-se a análise que fez entre a relação do desenvolvimento capitalista com a ética protestante.

1.3.4 Marx e a perspectiva histórico-crítica

Para analisar as contradições da sociedade capitalista, Marx propôs o materialismo histórico e dialético como método e como visão de mundo. Para Marx a sociedade deve ser analisada a partir de sua base material, sendo o trabalho a condição da existência humana. Identifica o capitalismo como um modo de produção – o modo pelo qual existem e se relacionam as forças produtivas (formas de relação do homem com a natureza, conjunto de objetos e técnicas) e as relações de produção (forma pela qual os homens se organizam para produzir, sendo estas as mais importantes relações de uma sociedade). As relações de produção são determinadas pela propriedade dos meios de produção (terra, indústria, etc.), constituindo historicamente as classes sociais (no capitalismo: burguesia e proletariado). A partir da **dialética**, a luta de classes é identificada como o motor da história, sendo que, quando um modo de produção se esgota, há uma revolução que inaugura um novo modo de produção. Para Marx, o processo de formação do capital não se dá no momento da troca de mercadorias (comércio), mas na produção destas (indústria), através da mais-valia (valor produzido pelo trabalhador que não é incorporado em sua remuneração, mas fica nas mãos do patrão). Isto porque a força de trabalho é também uma mercadoria, que o trabalhador vende ao patrão pelo preço de sua subsistência. Alienação e ideologia são outros conceitos importantes da ampla teoria de Marx, que influenciou diversos pensadores e inaugurou a perspectiva histórico-crítica.

O idealismo é uma corrente filosófica, baseada nas formulações de Kant e Hegel, que preconiza que o conhecimento não é obtido apenas através da experiência, mas também através da relação da razão com os objetos do mundo exterior.



A dialética de Marx, que tem sua origem na método dialético de Hegel, parte de quatro pressupostos: 1) tudo se relaciona (ação recíproca); 2) tudo se transforma (movimento, nenhum modo de produção é eterno); 3) mudança qualitativa (súbitas, acúmulo de mudanças quantitativas); 4) luta de contrários (motor da mudança, processos se explicam pela contradição).

1.3.5 Estruturalismo

O estruturalismo, como movimento, forma de pensamento e investigação científica, se baseia na idéia de estrutura – um sistema de leis que regem as transformações possíveis de um conjunto. Como as estruturas são anteriores, histórica e espacialmente, às intervenções dos sujeitos, elas possuem condição de definir as ações dos indivíduos e grupos. A origem deste pensamento está em **Saussure**, tendo **Lévi Strauss** como um de seus grandes expoentes. Fundado na idéia de que o todo e as partes são interdependen-



Wikimedia Commons

Émile Durkheim (1858-1917) foi o fundador da sociologia francesa. Este autor se baseou epistemologicamente no positivismo, estabelecendo que o objeto da Sociologia é a sociedade, colocando os indivíduos em um patamar inferior.



Martin Heidegger (1889-1976) formulou acerca das relações entre o Ser e o tempo. No entanto, rejeitou o rótulo de existencialista.

Redução eidética

Eliminação das características reais ou empíricas dos fenômenos psicológicos e o transporte destes para o plano da generalidade essencial (ABBAGNANO, 2000).



tes, o estruturalismo foi amplamente empregado na linguística, psicologia, antropologia, sociologia, filosofia, etc. No entanto, recebeu diversas críticas (as principais em decorrência de sua postura determinista e a-histórica). Das diversas respostas ao estruturalismo, surgiu o pós-estruturalismo – movimento de definição imprecisa.

1.3.6 Fenomenologia

É uma corrente filosófica proposta por Edmund Husserl (1859-1938). Sua preocupação é com a essência dos objetos (materiais ou ideais) e com a forma como os indivíduos processam o conhecimento no mundo. Assim, preconiza a redução fenomenológica, ou seja, que o mundo exterior seja desconsiderado (posto entre parênteses) para que a investigação se preocupe apenas com a experiência da consciência. Neste processo, há a *noesis* (estrutura essencial do ato de perceber) e o *noema* (entidades objetivas da percepção). A identificação da essência do *noema*, então, é realizada a partir da **redução eidética**.

1.3.7 Existencialismo

Conjunto de correntes filosóficas que tem como instrumento a análise da existência, ou seja, a relação do homem com o mundo. Suas bases estão nas formulações de S. Kierkegaard, E. Husserl e F. Nietzsche. Dois dos seus grandes pensadores são **Heidegger** e Jean-Paul Sartre (1905-1980). As idéias deste último pensador popularizaram o existencialismo. Segundo Sartre, a existência precede a essência, ou seja, o ser humano não é pré-determinado (por um deus, por exemplo) e é, portanto, livre para se realizar e se definir através de suas ações.

1.3.8 Hermenêutica

O termo indica qualquer técnica de interpretação e é fortemente associado à interpretação de textos escritos, sobretudo a Bíblia. No sentido restrito, indica um ramo na Filosofia cuja preocupação é compreensão humana e a interpretação. Para a hermenêutica, o conhecimento ocorre a partir da interpretação das formas e expressões simbólicas. Sob o ponto de vista do objeto de interpretação, a hermenêutica filosófica vai além dos escritos

se estendendo a todas as formas de linguagem (inclusive a perspectiva da concepção do mundo como linguagem). Um dos expoentes da hermenêutica filosófica é Wilhelm Dilthey (1833 – 1911), que defende a idéia de que a compreensão e sentido são indissociáveis, uma vez que a compreensão é a apreensão do sentido, que, por sua vez, é o conteúdo da compreensão.

1.3.9 Foucault e a genealogia

Enquadrar o pensamento de Michel Foucault (1926-1984) em uma linha filosófica é sempre complicado. Isto se deve ao ecletismo e ao caráter de rompimento com as idéias então aceitas que seu trabalho possui. Este autor propunha uma genealogia que procurava analisar a fundo a formação do indivíduo e a racionalização da sociedade moderna e suas instituições (clínicas, hospitais, manicômios, presídios, etc.). Para Foucault, o poder era um conceito fundamental, tendo forte relação com o saber e se fazendo presente nas relações humanas, circulando nas instituições e nos espaços disciplinadores.

Os autores e perspectivas apresentados não representam a totalidade do pensamento das Ciências Humanas. Constantemente, estes fundamentos teórico-metodológicos são desconstruídos e reconstruídos, surgindo novas abordagens. Diversos expoentes possuem influência em mais de uma destas correntes ou mesmo fundamentam seus trabalhos em críticas a algumas destas concepções. Alguns destes autores – que se baseiam na crítica do racionalismo, na subjetividade, nos afetos, emoções e desejos – são denominados pós-modernos.



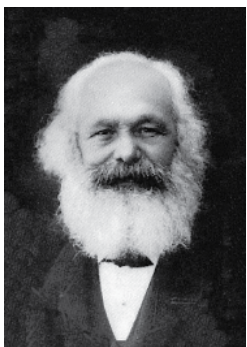
Wiemedia commons

A compreensão de uma sociedade deveria considerar as características sociais atuais, mas as relacionando com fatos históricos. Além disso, Weber propunha a interpretação dos comportamentos humanos – o que diferenciaria as Ciências Humanas das Naturais.



1.4 Da Ciência e Tecnologia (C&T) à Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

Na sociedade atual, a ciência e, principalmente, a tecnologia possuem grande importância na organização das práticas sociais, mas as relações sociais também possuem grande importância na produção, aplicações e implicações das tecnologias e conhecimentos científicos. No entanto, Bazzo (2010) adverte quanto à percepção geral – induzida por propagandas – de



Willelma Commons

As contribuições de Karl Marx (1818-1883) não se limitaram apenas ao desenvolvimento teórico das Ciências Humanas. Estenderam-se também a propostas de transformações políticas, econômicas e sociais, sendo o marxismo – corrente de pensamento derivado de suas formulações – bastante vinculado à noção de revolução.



que a ciência e a tecnologia estabelecem verdades interessadas e produzem resultados positivos para o progresso humano, sendo “comum muitos confiarem nelas como se confia numa divindade”.

Esta visão tecnocrática se fundamenta no contrato social entre **Ciência e Tecnologia (C&T)** e propõe um modelo linear de progresso. Este modelo indica que o desenvolvimento social é uma consequência do desenvolvimento científico. Este promoveria o desenvolvimento tecnológico, que propiciaria o desenvolvimento econômico, o qual, finalmente, permitiria o desenvolvimento social. A figura 1 demonstra tal modelo.

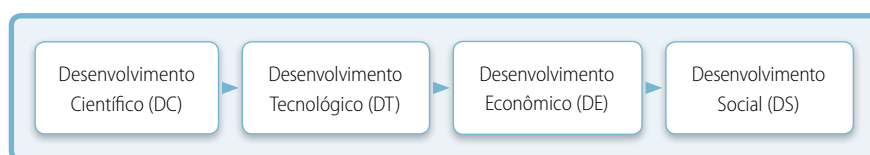


Figura 1: Modelo linear de progresso.
Fonte: Adaptado de Auler e Delizoicov (2006).

Este modelo linear está calcado na perspectiva da neutralidade da C&T. Segundo Auler e Delizoicov (2006), esta concepção pouco crítica está alicerçada em três pilares: o determinismo tecnológico; a neutralidade das decisões tecnocráticas; e a perspectiva salvacionista da C&T. Estes três pilares, ao mesmo tempo em que sustentam, são reforçados pelo modelo linear de desenvolvimento, conforme representado na figura 2.

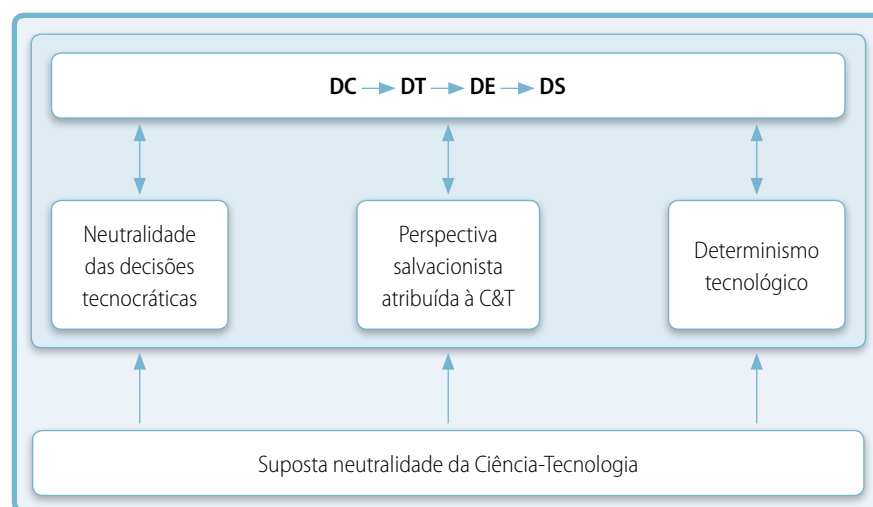
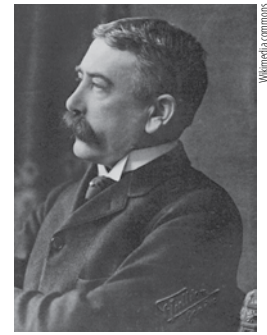


Figura 2: Pilares do modelo linear de progresso.
Fonte: Adaptado de Auler e Delizoicov (2006).

O modelo linear pode ser criticado tanto por estabelecer uma relação de causalidade entre desenvolvimento científico e desenvolvimento social quanto pela ideia que o serve de base - a de que a C&T é neutra. Começemos analisando a questão da neutralidade científico-tecnológica. Para Bourdieu (1983a, p. 146), a ideia da neutralidade da ciência é uma “ficção interessada”, pois naturaliza a ciência como melhor explicação da realidade social. O discurso da neutralidade científica se estende à tecnologia e é apresentada somente como forma de suprir necessidades individuais e sociais. Entretanto, não há uma dicotomia entre tecnologia e sociedade. As tecnologias (e os conhecimentos científicos) são construídas socialmente – dentro de um contexto de sistema de objetos e sistema de ações – assim como contribuem para a formação desta sociedade e deste espaço. Assim, as decisões tecnocráticas não são neutras e sim políticas, pautadas por interesses – sobretudo o de impor a visão de que a C&T é uma panaceia a todos os problemas econômicos e sociais.

O discurso de neutralidade reforça o entendimento de que o desenvolvimento social é consequência do desenvolvimento científico e tecnológico. Entretanto, este modelo de progresso está inserido em um contexto maior, do qual devem ser considerados alguns elementos, como: a cultura ou a diversidade cultural; os sistemas político-econômicos (como o capitalismo); as formas e regime de governo; as formas de organização social; as instituições; entre outros. Dentro deste contexto, por exemplo, o desenvolvimento tecnológico pode representar desenvolvimento econômico somente a um pequeno grupo. Isto favoreceria a concentração de renda nas mãos de uma minoria, o que seria antagônico à ideia de desenvolvimento social, uma vez que a maioria da sociedade ficaria à margem dos benefícios (intelectuais, técnicos e econômicos). Além de não beneficiar a todos, a concepção de C&T, nos anos 1960 e 1970, passou a ser criticada em decorrência dos problemas ambientais e da aplicação da tecnologia bélica (nas Guerras Mundiais, no Vietnã, etc.).

Conforme apresentam Angotti e Auth (2001) e Auler e Bazzo (2001), estes questionamentos acerca da neutralidade da C&T e de seu modelo de progresso



Ferdinand de Saussure (1857-1913) propôs o estudo da linguagem como um todo constituído de duas partes: língua (social) e fala (individual). Atribuía à língua uma condição de estrutura constituída.





As implicações pedagógicas serão discutidas na unidade 4.

levaram, nas décadas de 1960 e 1970, à organização do movimento **Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)**, que trazia uma visão crítica sobre o contrato entre C&T, bem como deslocava as discussões técnico-científicas a um nível político. Dimensões sociais, políticas, culturais e econômicas (em uma outra perspectiva) foram adicionadas às discussões acerca do conhecimento científico e das tecnologias. Posteriormente, esta nova concepção foi incorporada pela Educação, através de formulação de **propostas pedagógicas** de CTS.



Claude Lévi Strauss (1908-2009) analisou sociedades indígenas a partir da mitologia, das relações e outros hábitos (alimentação, disposição das habitações, etc.). Ele identificou as relações de parentesco como elemento estrutural das sociedades.



Síntese

Caro (a) estudante,

Na unidade 1 você aprendeu que:

- A ciência é uma representação (forma de explicar a realidade), que tem como características: linguagem própria; conhecimento acumulável, registrável e refutável; e articulação entre procedimentos metodológicos e fundamentos epistemológicos.
- A tecnologia pode ser compreendida como sinônimo de técnica (o que pressupõe ação humana, cultura); como aplicação de procedimentos (o que faz com que pensemos o fogo como uma tecnologia, assim como os computadores); e como tecnocracia (ideologização da técnica).
- A sociedade pode ser analisada e interpretada de diversas formas. Algumas das perspectivas são: positivismo, funcionalismo, sociologia compreensiva, marxismo (histórico-crítica), estruturalismo, pós-estruturalismo, fenomenologia, existencialismo, hermenêutica, genealogia, perspectiva pós-moderna.
- A perspectiva C&T defende o modelo linear de desenvolvimento (no qual o desenvolvimento científico implica em desenvolvimento social), a neutralidade das decisões tecnocráticas, o determinismo tecnológico e a perspectiva salvacionista da C&T.
- O movimento CTS se baseia na crítica da perspectiva C&T, buscando uma visão mais crítica sobre o contrato entre C&T e adicionando questões sociais, políticas, culturais e econômicas no debate acerca da ciência e das tecnologias.

Na próxima unidade, vamos prosseguir nosso estudo com a abordagem de alguns importantes temas em Ciência, Tecnologia e Sociedade. Bom trabalho!

Temas em CTS

Unidade



Competências

Com o estudo desta unidade, você será capaz de:

- Perceber que há diferentes interpretações das relações CTS e compreender suas implicações.
- Compreender as ideias de modernidade, pós-modernidade e globalização, a fim de ser capaz de caracterizar o mundo atual.
- Entender como ocorre a inserção das relações entre CTS no sistema produtivo e em uma lógica de mercado.
- Posicionar-se criticamente em relação ao papel dos meios de comunicação de massa (MCM) na sociedade e em relação a eles próprios como tecnologia.
- Discutir criticamente o papel da tecnologia no cotidiano e a noção de dependência tecnológica.

2 Temas em CTS

Caro(a) estudante,

Nesta unidade apresentaremos, através do pensamento de Milton Santos e Wiebe Bijker, alguns temas em CTS. A partir dos meios natural, técnico e técnico-científico-informacional de Milton Santos, propomos a discussão das noções de modernidade, pós-modernidade e globalização e, ainda, uma análise da lógica de mercado e do nosso sistema produtivo (abordando setores da economia, teorias econômicas, mudanças no emprego e desemprego). A partir da teoria de Bijker, discutiremos acerca de como os meios de comunicação de massa (MCM) estão inseridos na sociedade e eles mesmos como tecnologia. Discutiremos também o papel da tecnologia no cotidiano, na sociedade atual, e a noção de dependência tecnológica.

2.1 Interpretações das relações CTS

Neste item, apresentaremos, sucintamente, duas importantes contribuições sobre as possíveis interpretações das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. As duas são do filósofo e engenheiro holandês Wiebe Bijker (1951-) e do geógrafo brasileiro Milton Santos (1926-2001). Estas duas explicações não são, necessariamente, as melhores, mas são interessantes para pensarmos alguns temas em CTS.

2.1.1 Milton Santos e os meios

Em uma perspectiva histórico-crítica, Milton Santos discute o espaço e o processo da sucessão de formas de relação homem e natureza e da organização humana – principalmente sob o aspecto econômico. Aponta, então, que a história do espaço geográfico pode ser dividida em três etapas: a) meio natural; b) meio técnico; c) meio técnico-científico-informacional.

Leia, a seguir, um trecho do livro “A natureza do espaço” em que o autor apresenta estes meios:

O meio natural

Quando tudo era meio natural, o homem escolhia da natureza aquelas suas partes ou aspectos considerados fundamentais ao exercício da vida, valorizando, diferentemente, segundo os lugares e as culturas, essas condições naturais que constituíam a base material da existência do grupo.

Esse meio natural generalizado era utilizado pelo homem sem grandes transformações. As técnicas e o trabalho se casavam com as dádivas da natureza, com a qual se relacionavam sem outra mediação.

O que alguns consideram como período pré-técnico exclui uma definição restritiva. As transformações impostas às coisas naturais já eram técnicas, entre as quais a domesticação de plantas e animais aparece como um momento marcante: o homem mudando a Natureza, impondo-lhe leis. A isso também se chama técnica.

Nesse período, os sistemas técnicos não tinham existência autônoma. [...] A harmonia socioespacial assim estabelecida era, desse modo, respeitosa da natureza herdada, no processo de criação de uma nova natureza. Produzindo-a, a sociedade territorial produzia, também, uma série de comportamentos, cuja razão é a preservação e a continuidade do meio de vida. Exemplo disso são, entre outros, o pousio, a rotação de terras, a agricultura itinerante, que constituem, ao mesmo tempo, regras sociais e regras territoriais, tendentes a conciliar o uso e a “conservação” da natureza: para que ela possa ser outra vez, utilizada. Esses *sistemas técnicos sem objetos técnicos* não eram, pois, agressivos, pelo fato de serem indissolúveis em relação à Natureza que, em sua operação, ajudavam a reconstituir.

O meio técnico

O período técnico vê a emergência do espaço mecanizado. Os objetos que formam o meio não são, apenas, objetos culturais; eles são culturais e técnicos, ao mesmo tempo. Quanto ao espaço, o componente material é crescentemente formado do “natural” e do “artificial”. Mas o número e a qualidade de artefatos varia. As áreas, os espaços, as regiões, os países passam a se distinguir em função da extensão e da densidade da substituição, neles, dos objetos naturais e dos objetos culturais, por objetos técnicos. Os objetos técnicos, maquínicos, juntam à razão natural sua própria razão, uma lógica instrumental que desafia as lógicas naturais, criando, nos lugares atingidos, mistos ou híbridos conflitivos. Os objetos técnicos e o espaço maquinizado são *locus* de ações “superiores”, graças à sua superposição triunfante às forças naturais. Tais ações são, também, consideradas superiores pela crença de que ao homem atribuem novos poderes – o maior dos quais é a prerrogativa de enfrentar a Natureza, natural ou já socializada, vinda do período anterior, com instrumentos que já não são prolongamento do seu corpo, mas que representam prolongamentos do território, verdadeiras próteses. Utilizando novos materiais e transgredindo a distância, o homem começa a fabricar um tempo

novo, no trabalho, no intercâmbio, no lar. Os tempos sociais tendem a se superpor e contrapor aos tempos naturais. [...].

O meio técnico-científico-informacional

O terceiro período começa praticamente após a segunda guerra mundial, e sua formação, incluindo os países de terceiro mundo, vai realmente dar-se nos anos 70. É a fase a que R. Richa (1968) chamou de período técnico-científico, e que se distingue dos anteriores pelo fato da profunda interação da ciência e da técnica, a tal ponto que certos autores preferem falar de tecnociência para realçar a inseparabilidade atual dos dois conceitos e das duas práticas.

Essa união entre técnica e ciência vai dar-se sob a égide do mercado. E o mercado, graças exatamente à ciência e a técnica, torna-se um mercado global. A ideia de ciência, a ideia de tecnologia e a ideia de mercado global devem ser encaradas conjuntamente e desse modo podem oferecer uma nova interpretação à questão ecológica, já que as mudanças que ocorrem na natureza também se subordinam a essa lógica.

Neste período, os objetos técnicos tendem a ser ao mesmo tempo técnicos e informacionais, já que, graças à extrema intencionalidade de sua produção e de sua localização, eles já surgem como informação; e, na verdade, a energia principal de seu funcionamento é também a informação. Já hoje, quando nos referimos às manifestações geográficas decorrentes dos novos progressos, não é mais de meio técnico que se trata. Estamos diante da produção de algo novo, a que estamos chamando de *meio técnicocientífico-informacional*.

Da mesma forma como participam da criação de novos processos vitais e da produção de novas espécies (animais e vegetais), a ciência e a tecnologia, junto com a informação, estão na própria base da produção, da utilização e do funcionamento do espaço e tendem a constituir o seu substrato.[...].

Podemos então falar de uma cientificização e de uma tecnicização da paisagem. Por outro lado, a informação não apenas está presente nas coisas, nos objetos técnicos, que formam o espaço, como ela é necessária à ação realizada sobre essas coisas. A informação é o vetor fundamental do processo social e os territórios são, desse modo, equipados para facilitar a sua circulação. [...].

Os espaços assim requalificados atendem sobretudo aos interesses dos atores hegemônicos da economia, da cultura e da política e são incorporados plenamente às novas correntes mundiais. O meio técnico-científico-informacional é a cara geográfica da globalização. (SANTOS, 2006, p. 157-161).

A teoria de Milton Santos nos traz importantes aspectos da relação entre ciência, tecnologia e sociedade. A partir da perspectiva deste autor estas relações foram se constituindo historicamente de modo dialético. Suas formulações levantam questões que merecem ser discutidas: a) a história e a geografia das relações CTS, de modo a ser necessário caracterizar amplamente

o mundo atual (idéias de modernidade, pós-modernidade e globalização) (item 2.2); e b) a inserção das relações entre CTS em uma lógica de mercado, o que nos leva a refletir acerca do sistema produtivo como um todo (item 2.3).

2.1.2 Bijker e a corrente social-construtivista

Nas ciências sociais, dentre diversas abordagens, é possível destacar as formulações da corrente social-construtivista, que tem como seu principal representante Wiebe Bijker. Para que você compreenda algumas das principais ideias da teoria desse autor, leia um trecho do artigo “Tecnologia é Sociedade: contra a noção de impacto tecnológico”, de Tamara Benakouche:

Sustentando que os vários elementos envolvidos no processo de inovação tecnológica constituem uma teia contínua (“seamless web”), Bijker pretende dar conta dessa realidade através da elaboração de uma teoria que: a) explique tanto a mudança quanto a estabilidade das técnicas; b) seja simétrica, ou seja, possa ser aplicada tanto às técnicas que dão certo como às que falham; c) considere tanto as estratégias inovadoras dos atores como o caráter limitador das estruturas; e, finalmente, d) evite distinções *a priori* entre o social, o técnico, o político ou o econômico. Diante de tal agenda, propõe o uso de alguns conceitos básicos e operacionais – postos inclusive à prova nos vários estudos de caso que realizou –, dentre os quais destacam-se os de grupos sociais relevantes, estrutura tecnológica (“technological frame”), flexibilidade interpretativa (“interpretative flexibility”) e estabilização ou fechamento (“closure”).

Os “grupos sociais relevantes” são aqueles mais diretamente relacionados ao planejamento, desenvolvimento e difusão de um artefato dado; na verdade, seria na interação entre os diferentes membros desses grupos que os artefatos são constituídos. Nesse processo, os atores não agem aleatoriamente, mas segundo padrões específicos, isto é, agem a partir das “estruturas tecnológicas” às quais estão ligados; esta noção – central, neste quadro analítico-descritivo – é ampla o suficiente para incluir teorias, conceitos, estratégias, objetivos ou práticas utilizados na resolução de problemas ou mesmo nas decisões sobre usos, pois não se aplica apenas a grupos profissionais especializados, mas a diferentes tipos de grupos sociais. Segundo Bijker, existiriam diferentes graus de inclusão nessas estruturas, isto é, de envolvimento.

Na medida em que os grupos atribuem diferentes significados a um mesmo artefato, sua construção supõe um exercício de negociações entre esses mesmos grupos - onde o uso da retórica é um recurso poderoso – ou seja, é objeto de uma “flexibilidade interpretativa”. Quando esta atividade de ajustes se estabiliza e um significado é fixado ou aceito, diz-se que o artefato atingiu o estágio de “fechamento”. É justamente a prática da flexibilidade interpretativa que retira dos artefatos sua obturacidade; é ela que explica porque os mesmos não têm uma identidade ou propriedades intrínsecas, as quais seriam responsáveis por seu sucesso ou o seu fracasso, seus “impactos” positivos ou

negativos. Em outras palavras, o não reconhecimento da importância desse processo é que leva à crença equivocada do determinismo da técnica.

Assim é que tudo numa tecnologia dada, do seu planejamento a seu uso, estaria sujeito a variáveis sociais, e portanto, estaria aberto à análise sociológica. No entanto, pode-se perguntar: ao se adotar essa perspectiva não se corre o risco de se cair num reducionismo social? Não, respondem os pesquisadores identificados com a mesma. O reconhecimento da existência de estruturas tecnológicas evitaria esse risco: na medida em que as mesmas influenciam a ação dos diferentes grupos sociais relevantes, essas estruturas seriam justamente as pontes que ligam tecnologia-e-sociedade, levando à constituição de conjuntos sóciotécnicos (BIJKER, 1995). (BENAKOUCHE, 1999, p. 11-13)

As formulações de Bijker nos trazem algumas questões importantes. A primeira delas é a noção de conjunto sócio-técnico, no qual estão imersos os grupos sociais relevantes e a estrutura tecnológica. Assim, refuta a dicotomia entre sociedade e tecnologia. A segunda está ligada à utilização do conceito de grupo social relevante, sendo este uma parcela da sociedade – que produz a tecnologia e discute seu uso. Este grupo não é homogêneo (cientistas, sociedade organizada, governo) nem neutro (possui ideologias, interesses, paradigmas científicos, etc.). A terceira é a de que as tecnologias não possuem uma essência própria (boa ou má), ou seja, elas são produzidas e (re)significadas socialmente, através da prática da flexibilidade interpretativa. A partir de Bijker, podemos levantar alguns temas importantes para discussão, como: a) o papel dos meios de comunicação de massa (MCM) na sociedade em relação às tecnologias e até eles próprios como tecnologia (item 2.4); e b) o papel da tecnologia no cotidiano e a noção de dependência tecnológica (item 2.5).

2.2 Modernidade, pós-modernidade e globalização

Para caracterizar o mundo atual, é fundamental discutir três idéias bastante polêmicas e controversas: modernidade, pós-modernidade e globalização. Nossa discussão será breve e parcial, mas ajudará para avançarmos na discussão em CTS.

Revolução Científica

Movimento de estruturação e sistematização do conhecimento racional até então produzido. Ela se inicia no século XVII, com cientistas como Galileu e Kepler e é consolidada com o Iluminismo (séc. XVIII). É a partir dela que são estabelecidos os critérios para a investigação científica a partir de métodos.



2.2.1 Modernidade

A **modernidade** é uma idéia amplamente aceita nas Ciências Humanas, porém bastante controversa no que diz respeito ao seu significado e periodização. Comumente, o advento da modernidade – como um conjunto de práticas, pensamentos, formas de perceber, conceber e viver o mundo – está associado a três grandes eventos: a Revolução Industrial, a Revolução Francesa e a **Revolução Científica**. Alguns dos aspectos que caracterizam a modernidade são:

- A racionalidade e o pensamento científico (valorização da razão e ruptura com o pensamento tradicional – mitos, religião, superstição).
- A perspectiva histórica (progresso, vida voltada a grandes projetos futuros, valorização de tradições) e a ideia de que acúmulo de conhecimento representa progresso (modelo linear de desenvolvimento).
- A noção de sujeito moderno com identidade fixa (ligada ao pensamento **cartesiano**, iluminista e renascentista) e o individualismo.
- A valorização das instituições (baseadas no poder econômico e político), a identidade nacional e a organização territorial rígida (Estados-nacionais).

2.2.2 Pós-modernidade

Por outro lado, **pós-modernidade** é um termo confuso, cuja ideia não é aceita por todos os cientistas e pensadores. Além disso, há divergências acerca de seu início, que se daria entre as décadas de 1970 e 1990.


Mesmo assim, é possível identificar duas vertentes ligadas à discussão deste termo: a da continuidade e a do rompimento. A primeira delas afirma que o que é chamado de pós-modernidade não é nada além de uma radicalização das características da modernidade. Alguns dos principais autores desta vertente são Jürgen Habermas e Anthony Giddens. A segunda vertente, da qual fazem parte Michel Maffesoli e Stuart Hall, encara a pós-modernidade como um rompimento com as ideias modernas. Algumas ideias associadas a esta vertente são:

René Descartes (1596-1650) fundou o racionalismo, que deslocou o fundamento do conhecimento e da certeza do objeto para o sujeito e do objetivo ao subjetivo. A frase “Penso, logo existo” virou marca registrada do pensamento cartesiano.



- A redefinição das identidades (declínio de identidades nacionais, reforço de identidades locais e globais, hibridismo cultural).
- O declínio do individualismo e o tribalismo (crise do sujeito moderno, lógica de identificação baseada nos afetos e nos desejos).
- A crise das instituições modernas (prevalência do simbólico e do cultural sobre o econômico e o político).
- A organização territorial em rede (enfraquecimento das fronteiras nacionais, facilidade dos fluxos econômicos e culturais, ciberespaço).

2.2.3 Globalização

A **globalização** é também um tema e um termo muito controversos. Isto porque o modo como ela é apreendida depende da perspectiva teórico-metodológica adotada ou mesmo da relação que se faz dela com a modernidade/pós-modernidade. Além disso, seu início é impreciso, mas é comum apontar o seu marco na **Revolução Tecnocientífica** . A partir deste processo e do fim da Guerra Fria, alguns cientistas passaram a enxergar a formação e o funcionamento de um sistema-mundo, ou seja, uma extrema interligação entre diferentes partes do mundo a partir de diversos aspectos e dimensões, tais como:



Também chamada de Informacional ou 3ª Revolução Industrial. Caracterizou-se, sobretudo, pelo desenvolvimento da informática.

- Econômico (expansão do capitalismo em nível mundial; crescimento das empresas transnacionais; sistema financeiro mundial; mercado global).
- Cultural (meios de comunicação de massa; indústria cultural; maior circulação de bens culturais; culturas hegemônicas *versus* contra-culturas).
- Ambiental (aquecimento global; conferências sobre o clima e biodiversidade; Protocolo de Kyoto).
- Político (criação e crescimento de blocos e organismos internacionais, acompanhados de fragmentações e criação de novos países);
- Social (fóruns e debates internacionais; tribalização; relações virtuais).

A globalização, portanto, se apóia nos avanços tecnológicos e na criação de novas relações sociais e econômicas, pautadas, principalmente,

↙
Noção de encurtamento do tempo (de uma transmissão de dados, por exemplo) e das distâncias (entre pessoas, empresas, etc.).

em trocas de informação, em conectividade, em virtualidade. A telefonia celular e a internet são exemplos de meios de comunicação que alteraram as formas de se relacionar entre as pessoas, fazer transações econômicas, obter informação, se divertir, etc. Elas, entre outros fatores, possibilitam o que David Harvey (2003) chama de **compressão tempo-espaço** ↗.

Se por um lado as tecnologias possibilitam inclusão, por outro lado fomentam a desigualdade social, econômica e tecnológica, excluindo vários (pessoas, empresas e países) do processo. Entretanto, é preciso ter cuidado para não cairmos no determinismo tecnológico e pensarmos que a ciência e a tecnologia são neutras. A tecnologia é fundamental para o processo de globalização, mas como instrumento e não como essência. Em outras palavras, a globalização é um fenômeno maior que a revolução informacional.

Para alguns autores, como Renato Ortiz (2000), a globalização está relacionada à expansão do capitalismo em nível global, de modo a promover um único tipo de economia e um único sistema técnico. Assim, a lógica de exclusão que a globalização promove tem seu fundamento no próprio sistema capitalista que faz da desigualdade seu fundamento. No entanto, Ortiz (2000, p. 24) adverte que esta lógica econômica e tecnológica não é natural e imutável, mas sim um conjunto de escolhas e imposições de determinados grupos da sociedade: “Tudo se passa [por aqueles que tratam da globalização] como se a expansão do mercado e da tecnologia obedecesse a uma lógica inexorável, levando-nos a nos conformar com o quadro atual dos problemas que nos envolvem”. Este autor, inclusive, faz uma distinção entre *globalização* (econômica) e *mundialização* (cultural), que promove uma concepção de mundo e uma organização social baseadas na idéia de modernidade.

Diversos cientistas e analistas procuram empreender discussões acerca da globalização a partir de questões culturais e simbólicas. Doreen Massey (2008) identifica a globalização, acima de tudo, como uma nova geometria do poder. É possível pensar, como os autores pós-modernos, que esta geometria tenha como característica redefinições territoriais e de identidades e que tome forma no ciberespaço. Outra tendência é a crítica a ideia de que

a globalização permite livre circulação de pessoas, informações e fluxos econômicos. Tais críticas se fundamentam no entendimento de que a globalização não ocorre de forma homogênea em todo o planeta e de que a percepção de integração mundial é uma visão parcial, uma vez que há muitos excluídos do processo e que a livre circulação (sobretudo de pessoas) não se efetiva na prática. Milton Santos (2006, p. 227) reforça esta crítica ao afirmar que “não há um espaço global, mas, apenas, espaços da globalização” e que a globalização é “perversa para a maioria da Humanidade”.

2.3 CTS, mercado e sistema produtivo

Podemos dividir a economia em três setores:

- **Setor primário:** relativo à obtenção de matéria-prima: agricultura, pecuária, extrativismo (vegetal, animal e mineral). O extrativismo mineral, quando utiliza técnicas de extração em larga escala, é considerado atividade do setor secundário.
- **Setor secundário:** corresponde às atividades de transformação, que pode ser artesanal, manufaturada (força humana e/ou animal aliadas a máquinas simples) ou maquinofaturada (máquinas substituindo a força humana). Além da indústria, este setor compreende a construção civil e a mineração.
- **Setor terciário:** compreende as atividades de comércio (atacadista e varejista) e serviços (transporte, alojamento, distribuição, reparação, administração e serviços públicos, telecomunicações, serviços bancários e financeiros, atividades imobiliárias, pesquisa e desenvolvimento, educação, saúde, etc.).

A separação entre os setores se torna cada vez mais difícil, devido às tecnologias aplicadas em cada um deles. Como exemplo, podemos citar a atividade agropecuária que sofreu intensa mecanização e passou a produzir em *escala industrial*.

Entretanto, tal classificação nos ajuda a compreender dois aspectos: a interdependência das atividades econômicas e o emprego/desemprego. Sob o

ponto de vista da interdependência, os setores formam uma cadeia produtiva, na qual a matéria-prima é obtida no setor primário, transformada em produto final no secundário, o qual é comercializado no terciário. A transformação da matéria-prima agrega valor ao produto final, de modo que se torna comercialmente mais interessante. Assim, os países subdesenvolvidos – que não conseguem investir no setor secundário – possuem sua economia baseada no setor primário. Já os países industrializados (desenvolvidos e os subdesenvolvidos industrializados, como o Brasil), possuem fortes setores secundários e terciários. Este último depende do desenvolvimento da indústria e da expansão do mercado consumidor.

Sob o ponto de vista dos empregos, o setor terciário é o que mais emprega em países industrializados, seguido do secundário (veja a situação do Brasil no Gráfico 1). O mesmo não ocorre nos não industrializados, onde o setor primário é o que mais emprega. Entretanto, em diferentes escalas, todos os países sofrem com os problemas do emprego informal e do desemprego (item 2.3.2).

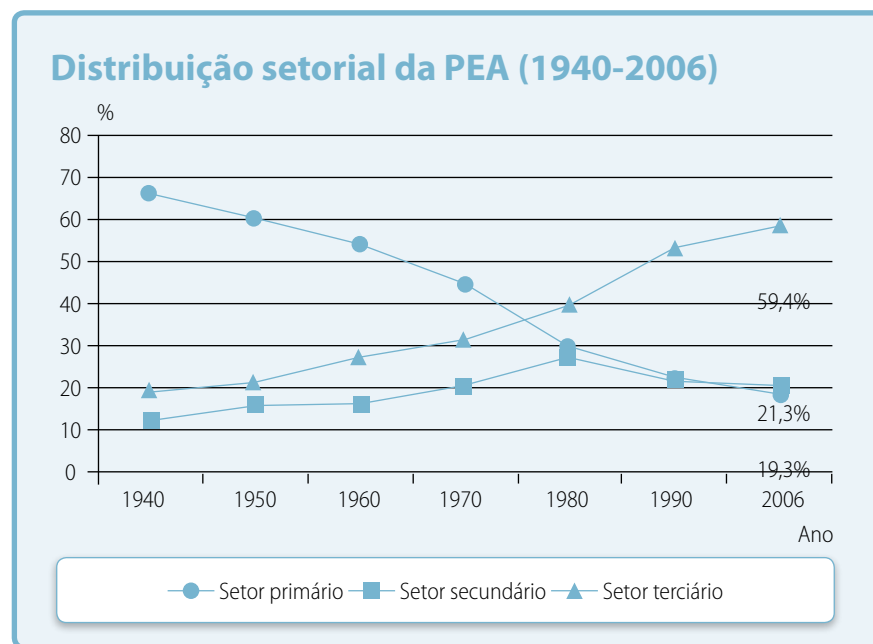


Gráfico 1: Distribuição setorial da População Economicamente Ativa (1940-2006)
Fonte: Adaptado de MAGNOLI (2008, p. 300).

Estes setores da economia não funcionam apenas através de seus trabalhadores e dos consumidores. Eles dependem de outros atores sociais (empresários, movimentos sociais, etc.) e da relação entre governo e mercado.

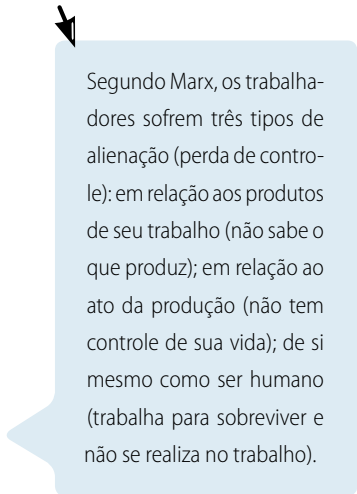
No capitalismo atual, três teorias econômicas – que tratam da relação entre governo e economia – se destacam. A primeira delas é o **keynesianismo**, baseada nas idéias de John Maynard Keynes, que procurava reestruturar a economia americana e mundial pós-Crise de 1929. Esta teoria propunha a substituição do liberalismo (baseado na lei de oferta e procura) pelo Estado de Bem-Estar Social, através de forte intervenção do governo na economia, de modo a suprir as necessidades da população (trabalho, saúde, educação). Como resposta ao Estado de Bem-Estar Social, foi implantado o **neoliberalismo**, que propunha a retomada de idéias do liberalismo. O neoliberalismo preconiza o Estado mínimo, cujo papel consiste apenas no de regular a economia. Para tal recorre a privatizações, corte de gastos sociais, enfraquecimento dos sindicatos, etc. A **social-democracia**, também conhecida como terceira via, propõe reformas no capitalismo para torná-lo mais igualitário e promover a justiça social. Sua origem remete a idéias socialistas, mas nas últimas décadas vêm se aproximando também de concepções neoliberais.

No socialismo, a presença do Estado na economia é praticamente total, sobretudo se tomarmos como referência a experiência soviética. No entanto, na China, país de governo comunista, a economia de mercado – em determinadas áreas especiais – convive com organização socialista.

2.3.1 CTS e produção industrial

Quando se trata do estudo da sociedade e, sobretudo, de sua relação com Ciência e Tecnologia, a Revolução Industrial é um importante marco. As condições técnicas (desenvolvimento dos navios e motores a vapor) e disponibilidade de fonte de energia (carvão) propiciaram ao Reino Unido que iniciasse a produção em larga escala, que se espalharia pelo mundo e redefiniria diversas relações sociais, dentro e fora das fábricas.

Dentro das fábricas, a organização do trabalho sofreu profundas modificações com a implantação de padrões produtivos. O **taylorismo** propunha a “administração científica” da produção, através de sua racionalização e da divisão do trabalho (intelectual/gerencial e operacional). Os trabalhadores passaram a realizar tarefas específicas (como apertar parafusos), perdendo o controle do que era produzido – um dos tipos de **alienação** proposta por Marx. O **fordismo** teve como principal marca a introdução da linha de



Segundo Marx, os trabalhadores sofrem três tipos de alienação (perda de controle): em relação aos produtos de seu trabalho (não sabe o que produz); em relação ao ato da produção (não tem controle de sua vida); de si mesmo como ser humano (trabalha para sobreviver e não se realiza no trabalho).

A **Toyota** desenvolveu o sistema de produção flexível, que se caracteriza por: crescente automação, trabalho em equipes especializadas, terceirizações, controle de qualidade, *just in time* (adequação entre produção e demanda, que propicia a diminuição dos estoques).



Corporações transnacionais

Uma corporação é considerada transnacional quando se instala em diversos países, mas mantém sua sede no país de origem (para onde é remetida a maioria de seus lucros).



montagem, através da mecanização (esteiras), padronização das peças e controle do tempo (os trabalhadores deveriam seguir o ritmo das máquinas). Tais medidas aumentaram a produtividade das indústrias e propiciaram a obtenção de maior lucro. No entanto, as idéias do fordismo se expandiram para fora das fábricas, introduzindo o consumo de massa, propiciado pela urbanização e pela intensa circulação de mercadorias e matéria-prima através das redes de transporte.

Nos anos 1970, com a consolidação do meio técnico-científico-informacional, as ideias de produção em massa para mercados homogêneos, típicas do fordismo, passam a ser substituídas pela **produção flexível (ou toyotismo)**. Esta se baseia no desenvolvimento técnico-científico e na diversificação dos produtos para atingir diferentes nichos do mercado consumidor. Nesta época, também são criados os tecnopolos, associações entre indústrias e empresas de tecnologia de ponta em geral com centros de pesquisa de grandes universidades. Um dos maiores exemplos é o tecnopolo do Vale do Silício, na Califórnia (EUA), que abriga empresas de informática – como Intel, Hewlett-Packard, Google e Apple – e diversas universidades como: as de San José, Stanford, Santa Clara, São Francisco e extensões de Berkeley e Santa Cruz.

Com a globalização, as **corporações transnacionais** ganham força, devido ao enfraquecimento de determinadas fronteiras econômicas, o que favorece o fluxo de capitais entre países. Assim, diversos países em desenvolvimento – como Brasil, China, Índia e México – passaram a se industrializar por propiciarem custos de produção menores do que países desenvolvidos. Alguns fatores são: disponibilidade de matéria-prima, mão-de-obra barata e/ou qualificada, infraestrutura (transporte, comunicação, energia, etc.), incentivos fiscais, mercado consumidor. A concorrência passa a ser global, assim como os mercados.

2.3.2 Tecnologia, emprego e desemprego

Conforme vimos, o setor produtivo desenvolveu e incorporou novas tecnologias. Nas indústrias, a introdução de máquinas redefiniu algumas relações de trabalho. Se, por um lado, elas possibilitaram maior produtividade e diminuição do esforço por parte dos trabalhadores, por outro lado, a mecanização da produção extinguiu vários postos de trabalho.

Este fenômeno ocorreu nos três setores da economia. No setor primário, a introdução de maquinário (colheitadeiras, tratores, etc.) aumentou o problema do desemprego no campo, potencializando o êxodo rural. No espaço urbano, o desemprego se tornou mais visível no setor secundário, que passou a necessitar de menos trabalhadores nas linhas de montagem. No entanto, no setor terciário algumas atividades também foram automatizadas e informatizadas (como serviços bancários, de escritório) e algumas profissões, como os datilógrafos, extintas.

O desemprego causado pela substituição da mão-de-obra humana por máquinas é conhecido como **desemprego tecnológico** ou estrutural. Enquanto este tipo de desemprego é causado por mudanças nas estruturas de produção, o **desemprego conjuntural** tem sua origem em conjunturas econômicas passageiras (crise, recessão, etc.).

Entretanto, o desenvolvimento tecnológico também proporcionou a criação de novos empregos – ligados à informática, à biotecnologia, à robótica, etc. – e a realização de tarefas antes impossíveis – exploração de petróleo em grandes profundidades, pesquisas aeroespaciais, etc. Além disso, o próprio desenvolvimento de tecnologia – nas universidades, centros de pesquisas e empresas – cria empregos. Tais empregos contam com consideráveis remunerações, porém exigem nível de ensino e qualificação. Assim, a questão da alfabetização e letramentos científicos e tecnológicos, da qualificação/aperfeiçoamento, da especialização, enfim, do ensino como um todo passa a ser condição *sine qua non* para a inserção no mercado de trabalho (abordaremos o tema de CTS e Educação na unidade 4).

2.4 CTS e meios de comunicação

No que diz respeito ao papel dos meios de comunicação de massa (MCM), Umberto Eco (1993) divide os autores em dois grupos: os apocalípticos e os integrados.

Os **apocalípticos** são aqueles que nutrem uma visão crítica e pessimista acerca dos MCM, dentre os quais se destacam os autores da **Escola de Frankfurt**, para quem os MCM são um fenômeno do capitalismo e procuram manter sua ordem. Theodor Adorno e Max Horkheimer (1985) propuseram o uso do termo **indústria cultural** em substituição de “cultura de massa”,

Escola de Frankfurt

Grupo de pensadores marxistas, fundado na Universidade de Frankfurt, em 1924. Desenvolveu diversas pesquisas e reflexões acerca da teoria crítica, das artes, da indústria cultural, entre outros. Alguns de seus pensadores são T. Adorno, M. Horkheimer, W. Benjamin, H. Marcuse e J. Habermas.



pois este último passa a idéia de que a cultura é feita pelas massas. O que eles dizem é que a produção cultural sofreu um processo de industrialização (produção em série, padronização e foco no consumo/lucro). A indústria cultural não vende apenas mercadorias, mas também visão de mundo, criando dependência e novas necessidades de consumo (publicidade), bem como alienação (mascara as relações de produção). Assim, as informações perdem em profundidade, a arte é banalizada e o público perde o senso crítico.

Os **integrados** enxergam os MCM como característica própria de sociedades democráticas, pois representam uma importante fonte de informação (a única para uma parcela da população). Assim, os MCM contribuem para a formação intelectual do público e funcionam como um elemento unificador de uma nação, através da padronização dos gostos. Dentre os autores integrados, destaca-se Marshall McLuhan, para quem os MCM aproximam os homens e criam uma *aldeia global*. Este autor, célebre pela frase “o meio é a mensagem”, atribui ao meio (de comunicação) um papel determinante em relação ao conteúdo. Desta forma, comumente é acusado de determinismo tecnológico.

Umberto Eco faz crítica aos dois grupos. Por um lado, refuta os argumentos dos apocalípticos, de que a industrialização da cultura de massa é necessariamente ruim, pois apenas seguem uma tendência de toda a sociedade. Por outro lado, acusa os integrados de ignorarem que a produção da *cultura de massa* é feita por grupos economicamente dominantes, que têm interesse em lucro. Além disso, critica a visão de que o fato de veicularem bens culturais não torna os MCM naturalmente bons.

2.5 Tecnologia no cotidiano

Para discutirmos a tecnologia no cotidiano, tomaremos os MCM como exemplo. Conforme notamos, o debate da relação dos MCM com a sociedade envolve a discussão sobre eles mesmos como tecnologia e a visão acerca da tecnologia que promovem. Como tecnologia, os MCM dependem dos usos que deles é feito. No entanto, é inegável que eles estão inseridos em nossos cotidianos de maneira inexorável. Internet, celular, televisão, entre outros permitem, de diferentes formas, nos comunicarmos com as pessoas, grupos ou instituições, bem como realizarmos diferentes tarefas. O acesso

a estes meios se torna praticamente necessário para se inserir na sociedade globalizada. Além disso, a informação se tornou um importante capital social (aqui no sentido de Bourdieu).

Na linha histórico-crítica, Milton Santos adverte quanto à conversão do **conhecimento** em recurso que se constitui em uma forma de diferenciação: “O conhecimento exerceria assim – e fortemente – seu papel de recurso, participando do clássico processo pelo qual, no sistema capitalista, os detentores de recursos competem vantajosamente com os que deles não dispõem” (SANTOS, 2006, p.163). Michel Foucault (1999) associa conhecimento – mais especificamente saber – com poder, sendo que aqueles que detêm saber têm a condição de exercer poder. Assim, os MCM (mas também as universidades, instituições políticas, etc.), como instituição, teriam condições de exercer poder sobre os indivíduos e sobre a sociedade, de forma a criar determinadas ideias, inclusive, sobre a importância de si próprios para a sociedade (noção de dependência que as pessoas nutrem do celular, por exemplo). Desta forma, os MCM não seriam apenas tecnologias que estão presentes na vida das pessoas, mas também tecnologias que, operadas com conteúdo humano, criam representações sobre a tecnologia. Isto faz com que as percepções acerca das relações CTS sejam influenciadas pelos meios de comunicação. Entretanto, a percepção destas relações CTS também pode e deve ser trabalhada em outros contextos, entre eles o escolar, como você verá na unidade 4.

Síntese

Caro(a) estudante,

Nesta unidade você aprendeu que:

- Há várias interpretações acerca das relações CTS e que as de Milton Santos (dos meios natural, técnico e técnico-científico-informacional) e Wiebe Bijker (conceitos de grupos sociais relevantes, estrutura tecnológica, flexibilidade interpretativa e estabilização) são duas delas.
- Modernidade, pós-modernidade e globalização são conceitos fundamentais para a discussão CTS, mas são bastante controversos, pois há uma diversidade de concepções e interpretações.
- Compreender o sistema produtivo e a dinâmica do mercado é de extrema importância para as reflexões CTS. Alguns conceitos importantes são: os setores da economia (primário, secundário e terciário); emprego e desemprego (estrutural e conjuntural); teorias econômicas (keynesianismo, neoliberalismo e social-democracia); padrões produtivos (taylorismo, fordismo, produção flexível).
- Para a CTS é fundamental entender os MCM como parte da tecnologia, mas também da sociedade. A partir da classificação de Eco (1993) os autores que tratam dos MCM são divididos em apocalípticos (indústria cultural, da Escola de Frankfurt) e integrados (aldeia global, de McLuhan).
- A tecnologia está inserida no nosso cotidiano. Ela facilita a troca de informações que, convertidas em conhecimento, podem ser valiosas cultural, econômica e socialmente.

Na próxima unidade, vamos analisar algumas relações entre CTS e a questão ambiental. Bom estudo!

CTS e questão ambiental

Unidade



Competências

Ao final do estudo desta unidade, você será capaz de:

- Compreender as origens e implicações da crise ambiental, a partir da análise da relação entre: população, recursos naturais e poluição.
- Compreender as ideias de desenvolvimento sustentável, sustentabilidade e Educação Ambiental.
- Ser capaz de identificar as relações CTS no que diz respeito à questão ambiental (crise ambiental, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade e Educação Ambiental).

3 CTS e questão ambiental

Caro (a) estudante,

Nesta unidade discutiremos um tema fundamental para a abordagem CTS, que é a questão ambiental. Esta não se constitui simplesmente em um exemplo de tema que pode ser trabalhado no contexto CTS, mas sim um assunto que exige uma abordagem mais ampla e profunda. Objetivamos, portanto, trabalhar as relações CTS no que diz respeito à questão ambiental.

Primeiramente, faremos uma explanação sobre a crise ambiental a partir da relação entre: população (crescimento populacional, teorias demográficas, transição demográfica, etc.) recursos naturais (definição, classificação, exploração, etc.) e poluição (definição, abordagem, aquecimento global, Protocolo de Kyoto, etc.). Depois, debateremos as ideias de desenvolvimento sustentável (definição, medidas para implementação, etc.), sustentabilidade (os quatro pilares) e Educação Ambiental (como resposta à crise ambiental, lei que regulamenta, etc.).

3.1 Crise ambiental

A busca histórica e desenfreada pelo crescimento econômico e seu entendimento como sinônimo de desenvolvimento levou a humanidade a uma relação conflituosa com o meio ambiental. Tal relação é expressa pelos diversos problemas ambientais, como o buraco na camada de ozônio, chuvas ácidas, poluição (água, ar, solo) e, sobretudo, o **aquecimento global**

Se retomarmos a ideia de que a técnica é a mais importante forma de mediação entre homem e natureza, podemos admitir que uma das principais razões para a atual **crise ambiental** é o mau uso das tecnologias existentes. Entretanto, este “mau uso” está inserido, conforme vimos, em um contexto econômico e social maior.



É fundamental diferenciar o **aquecimento global** do efeito estufa. Enquanto este é um processo natural e fundamental à vida na Terra, aquele é um fenômeno prejudicial a dinâmica climático-ambiental do planeta. O aquecimento global é a intensificação desequilibrada do efeito estufa (capacidade da atmosfera armazenar calor). Ele é causado pelo aumento da concentração dos seguintes gases: CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, hidrofluorocarbonos e perfluorocarbonos.



O crescimento populacional é medido pela seguinte fórmula:

$$\text{Crescimento populacional} = \text{Taxa de natalidade} - \text{Taxa de mortalidade} + \text{Saldo migratório}$$

Se pensarmos em termos mundiais, o saldo migratório (diferença entre imigrações e emigrações) é sempre 0.



A origem da crise ambiental está no desequilíbrio entre os elementos *população*, *recursos naturais* e *poluição*, de forma que sua solução depende de seu reequilíbrio. Braga et al. (2005) apresenta estes elementos como os vértices de um triângulo, sendo que os lados desta figura geométrica simbolizam as relações entre tais elementos. Estas relações são, fundamentalmente, relações em CTS. Nos itens a seguir, analisaremos estes elementos.

3.1.1 População

Quando falamos na relação entre população e meio ambiente, a primeira questão que nos vem à cabeça é o **crescimento populacional** versus a capacidade de o planeta suprir as necessidades humanas. A preocupação aumenta quando observamos a trajetória histórica do crescimento populacional, sobretudo após a Revolução Industrial (Gráfico 2). No entanto, nos últimos anos há uma tendência de declínio nos dados de crescimento populacional. Mesmo assim, atualmente, são mais de 6,5 bilhões de pessoas na Terra (2005), e o crescimento populacional é de cerca de 1,2% – o que representa 78 milhões de pessoas por ano, 214 mil pessoas por dia ou 8.900 por hora (MILLER JR., 2008).

Crescimento populacional nos países desenvolvidos e subdesenvolvidos (1775 a 2000)

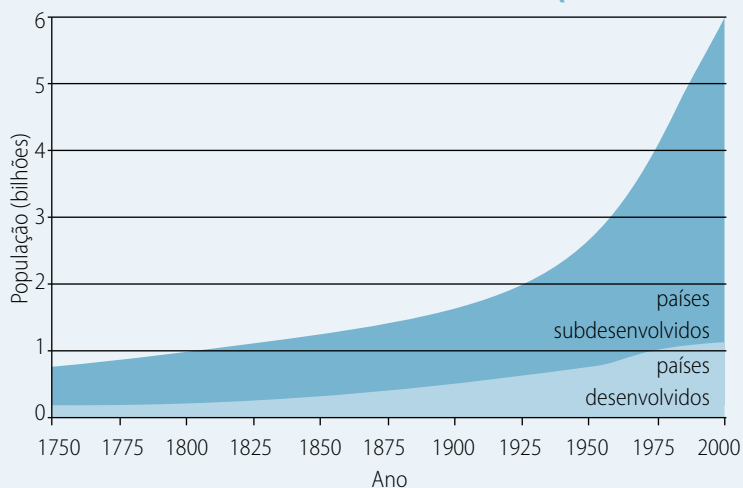


Gráfico 2: Crescimento populacional nos países desenvolvidos e subdesenvolvidos (1750 a 2000)
Fonte: LUCCI et al. (2005, p. 315).

Todavia, a preocupação com o crescimento populacional não é exclu-

sividade dos séculos XX e XXI. Em 1798, Thomas R. Malthus publicou o livro *Ensaio sobre a população*, no qual lançava o **malthusianismo**, baseado na idéia alarmista de que a população cresce em progressão geométrica (2, 4, 8, 16, 32), enquanto a produção de alimentos cresce em progressão aritmética (2, 4, 6, 8, 10). Este desequilíbrio de crescimento provocaria a fome e a falta de recursos. Para evitar estes problemas, Malthus defendia o controle de natalidade através da abstinência sexual – sobretudo por parte dos mais pobres, que não teriam como sustentar seus filhos. Além disso, via as guerras, epidemias e catástrofes naturais como positivas, uma vez que controlavam o crescimento populacional.

Como sabemos, as previsões da teoria demográfica malthusiana não se concretizaram, por uma série de razões:

- Malthus viveu na época que apresentou alguns dos maiores índices de crescimento populacional. Nos países desenvolvidos, houve uma desaceleração no crescimento populacional.
- Malthus desconsiderou os avanços das técnicas agrícolas que permitiram o aumento da produtividade das terras agricultáveis. Desde 1978, a produção de alimentos cresce mais rapidamente que o crescimento populacional.
- A fome não é um problema de produção de alimentos, mas, sobretudo de distribuição destes alimentos. Tal distribuição está intimamente ligada à distribuição dos recursos econômicos entre pessoas ricas e pobres e entre países desenvolvidos e subdesenvolvidos. O Gráfico 3 abaixo demonstram os contrastes existentes entre estes dois grupos de países.

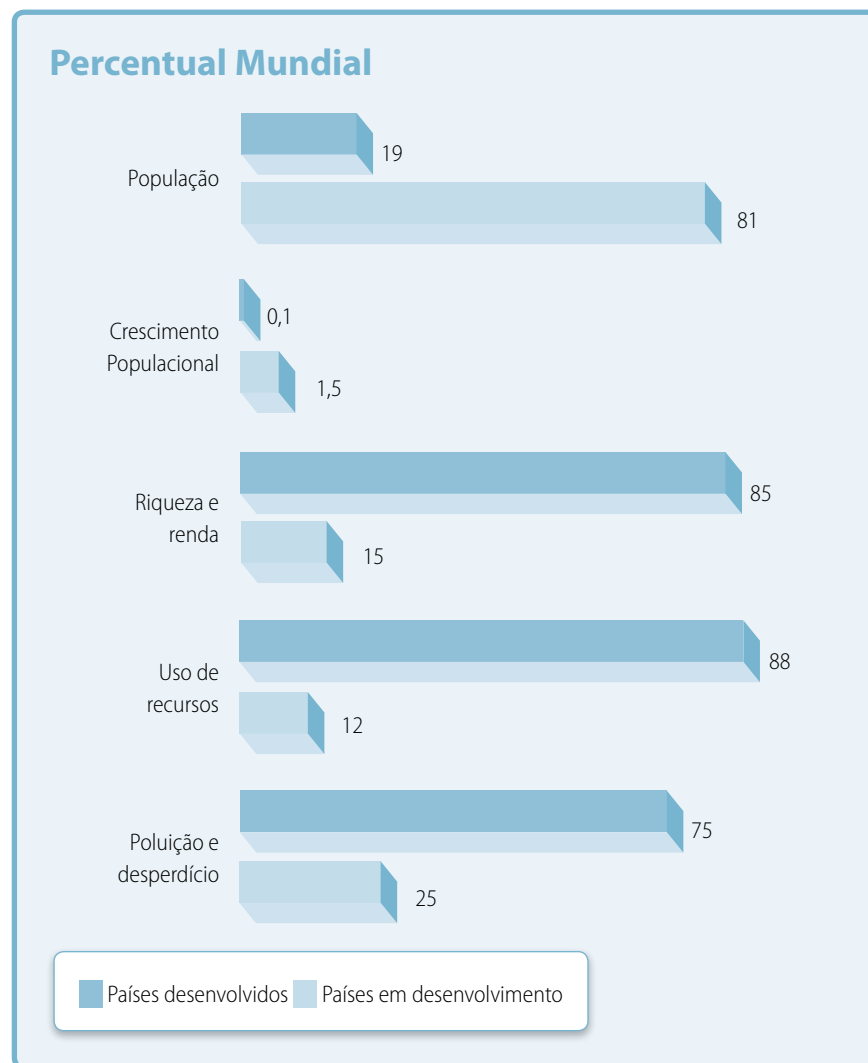


Gráfico 3: Panorama global: comparação entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, 2005 (dados da Organização das Nações Unidas e do Banco Mundial).
Fonte: Adaptado de Miller Jr. (2008, p. 7)

Além dos profundos contrastes entre os países, os dados apontados no Gráfico 3 nos mostram que não é possível o estabelecimento de uma relação direta entre quantidade de pessoas com a quantidade de recursos que utilizam ou com a poluição e desperdício que geram. É fundamental percebermos que os países ricos têm menos pessoas, mas um nível de consumo muito mais elevado que os países pobres, nos quais a população é privada de acesso dos recursos mais básicos (alimentação, moradia, saúde, educação, etc.). Sabemos também que nos países subdesenvolvidos também há uma pequena parcela da população que concentra grande parte da renda, o que

potencializa as desigualdades sócioeconômicas. Assim, notamos a importância de discutir a questão da população não apenas a partir de aspectos quantitativos (que são bastante elucidativos), mas também qualitativos.

Após a Segunda Guerra Mundial, com a descolonização da África e da Ásia, surgiu o **neomalthusianismo**, ou seja, a retomada dos fundamentos do malthusianismo. Alguns pensadores de países desenvolvidos passaram a argumentar que, nos países subdesenvolvidos, o crescimento populacional é o responsável pela miséria e fome, uma vez que o elevado número de pessoas inviabilizava os investimentos no setor produtivo.

Esta teoria foi rapidamente rebatida por outra, chamada teoria demográfica **reformista**. O pensamento reformista procurava enxergar de dentro a realidade dos países subdesenvolvidos, afirmando que o subdesenvolvimento não é a consequência do crescimento populacional, mas sim sua causa. Propunha, assim, o planejamento familiar para combater a pobreza e alertava para a necessidade de investimentos nos setores produtivos para melhorar a qualidade de vida da população e, conseqüentemente, realizar a **transição demográfica**. Esta é o processo de modificação do perfil de uma população: de alto crescimento populacional, com altas taxas de natalidade e de mortalidade, para baixo crescimento populacional, com baixas taxas de natalidade e mortalidade. O esquema mostrado no Gráfico 4 demonstra as fases da transição demográfica, que tem como um dos resultados o envelhecimento médio da população.

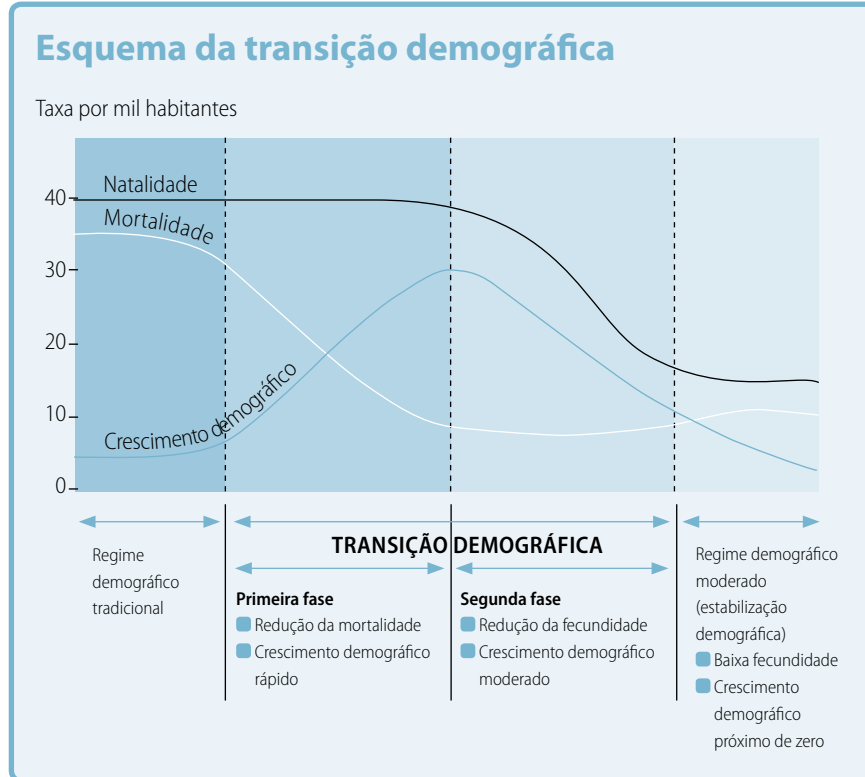


Gráfico 4: Esquema da transição demográfica.
Fonte: Lucci et al. (2005, p. 317).

Alguns fatores que contribuem para o decréscimo da taxa de mortalidade são: urbanização, acesso à assistência médica, saneamento básico, programas de vacinação, aumento da escolaridade, etc. Dentre os fatores que diminuem as taxas de natalidade, enumeramos: urbanização, acesso a métodos contraceptivos, planejamento familiar, inserção da mulher no mercado de trabalho, aumento da escolaridade, aborto, políticas de controle de natalidade. É notável o papel da ciência e da tecnologia para a realização da transição demográfica: na saúde (remédios, vacinas, aparelhos médicos), na educação (acesso a conhecimentos científicos nas escolas), na urbanização (instalação de saneamento básico, tratamento de água), etc.

Assim, a transição demográfica pode ser vista como um indicativo de desenvolvimento de um país. O Brasil está na segunda fase da transição demográfica, devendo concluí-la na década de 2020. No

entanto, apenas recentemente o Brasil passou de um **Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)** médio para um alto (0,813, em 2007, o que representa a 73ª posição no ranking mundial). Isso demonstra as enormes desigualdades existentes no Brasil e o fato de que o crescimento econômico não representa, necessariamente, melhoria de qualidade de vida para a população em geral.

Conforme vimos, o desenvolvimento técnico e científico pode contribuir para a transição demográfica. Além disso, há inúmeras relações entre CTS e demografia. Uma que merece destaque é a produção de alimentos. Se, hoje, é possível produzir alimentos para toda a população, isto se deve muito aos avanços tecnológicos. Após a Segunda Guerra Mundial, o campo sofreu um processo de mecanização/industrialização chamada Revolução Verde, que contribuiu para o aumento da produtividade, mas também trouxe consequências nem tão positivas: desemprego no campo, êxodo rural, aumento da diferença entre ricos e pobres (necessidade de maiores investimentos), uso em massa de agrotóxicos não testados adequadamente, etc.

Ultimamente, a questão em voga é da biotecnologia, mais especificamente da transgenia, ou seja, o desenvolvimento de organismos geneticamente modificados (OGMs), cuja avaliação dos resultados é bastante controversa. Alguns dos argumentos dos que defendem a utilização dos OGMs são o suposto aumento da produtividade e a possibilidade de adaptação dos vegetais a diferentes condições climáticas. Os críticos alegam que as consequências dos OGMs para a saúde humana e para o equilíbrio ecológico em geral não foram estudadas suficientemente. Assim como qualquer outra tecnologia, a introdução dos OGMs deve ser acompanhada com amplo debate ético por toda sociedade, e não somente técnico-econômico por parte de alguns.

O IDH é um índice de 0 a 1 (de 0 a 0,499 é considerado baixo; de 0,5 a 0,799 é médio; e de 0,8 ou mais é alto). Ele é medido a partir de três parâmetros: saúde (expectativa de vida), educação (taxa de alfabetização e escolaridade) e renda (PIB per capita ajustado pelo poder de compra).



3.1.2 Recursos naturais

Para a população sobreviver e gerar riquezas, ela precisa de recursos naturais. Segundo Braga et al (2005, p. 4), **recurso natural** é “qualquer insumo de que os organismos, as populações e os ecossistemas necessitam para sua manutenção”. Assim, pensando nas sociedades humanas, recursos naturais

seriam tudo aquilo que retiramos da natureza para nosso uso. Estes usos são os mais diversos, abrangendo tanto as necessidades (alimentação, abrigo, etc.) quanto os desejos (consumismo, luxo, etc.). Se algo está disponível na natureza e não é utilizado pelo homem, ele não pode ser considerado recurso natural. Assim, para algo se tornar recurso natural são necessárias três condições: **interesse, tecnologia e meio ambiente**.

Peguemos o exemplo do urânio. Este elemento ficou disponível por muitos anos na natureza, mas o ser humano não tinha interesse em extraí-lo, pois não sabia como utilizá-lo. A partir do momento em que os estudos sobre a radioatividade avançaram, criou-se uma demanda de uso deste recurso natural (para radioterapia, geradores nucleares e até para bombas atômicas). Houve, então, a necessidade de retirada em larga escala do urânio da natureza. Para tal, foi preciso o desenvolvimento de tecnologias que permitiam sua extração e seu enriquecimento. Mesmo que considerada como importante apenas recentemente, a relação entre recurso natural e meio ambiente é fundamental, pois os impactos da extração, processamento, de utilização e de destinação de resíduos podem inviabilizar o uso de determinado recurso natural. No caso do urânio, mesmo com o problema do descarte, considera-se viável sua exploração.

Segundo Miller Jr. (2008), quanto à disponibilidade, podemos classificar os recursos naturais em **perenes, renováveis e não renováveis**. Tomando uma escala de tempo humana, **recursos perenes** são aqueles que são renovados de maneira contínua, como o Sol e as energias solares de forma indireta (ventos, água corrente). **Recursos renováveis** são aqueles que, após sua utilização, se tornam novamente disponíveis na natureza através dos seus ciclos. Alguns exemplos são água e biomassa. **Recursos não renováveis** são aqueles que, em uma escala de tempo humana, não conseguem se renovar ou mesmo manter suas propriedades.

Assim, o petróleo é um recurso não renovável - pois necessita de milhões de anos para ser repostado na natureza. Mas a água potável também pode vir a ser não renovável, pois, com a poluição dos rios, lençóis freáticos, mananciais, etc., a capacidade de renovação deste recurso passa a não acompanhar seus ritmos de uso e degradação.

3.1.3 Poluição

Um dos resultados da utilização dos recursos naturais pela população, a **poluição** pode ser definida como “uma alteração indesejável nas características físicas, químicas ou biológicas da atmosfera litosfera ou hidrosfera que cause ou possa causar prejuízo à saúde, à sobrevivência ou às atividades dos seres humanos e outras espécies” (BRAGA, 2005, p. 6). Assim, a poluição pode ter causas naturais (por exemplo, as erupções vulcânicas e queimadas naturais) ou humanas (atividade industrial, agrotóxicos, automóveis, etc.).

Há dois tipos de fontes de poluição: pontuais (origem localizada, como indústrias e aterros sanitários) e não pontuais (de origem dispersa, como agrotóxicos). Ambas representam grandes preocupações para as sociedades atuais. Desta forma, há, de acordo com Miller Jr. (2008), duas abordagens ao problema da poluição: **prevenção** da poluição e **limpeza** da poluição. A prevenção representaria resultados mais efetivos do que a limpeza, apesar de sua implementação significar mudanças mais amplas.

Para ilustrar este caso, peguemos o exemplo do lixo doméstico, que é uma das formas de produção e destinação dos **resíduos** que produzimos. Se pensarmos na limpeza da poluição, a separação correta do lixo (em orgânico, reciclável, etc.) representaria bons resultados, pois fomentaria a reciclagem e o reaproveitamento. Assim, alguns rejeitos poderiam se tornar matéria-prima para determinados produtos. Entretanto, não haveria diminuição efetiva na produção de resíduos, mas apenas uma melhoria em relação à sua destinação. No entanto, se pensarmos na prevenção, seria necessária uma drástica mudança nos hábitos pessoais e sociais e uma redefinição do sistema produtivo, que enfatiza o **consumismo**. As pessoas precisariam diminuir o consumo de produtos supérfluos (ou mesmo redefinir a noção do que é supérfluo), as empresas investirem na redefinição das embalagens (diminuição da quantia e uso de embalagens biodegradáveis), entre outras ações que, inclusive, facilitaria na limpeza da poluição produzida pelo lixo doméstico.

O lixo doméstico, no entanto, é um exemplo de poluição de caráter local ou mesmo regional. Este tipo de poluição sempre preocupou, em diferentes medidas, as sociedades. Entretanto, nas últimas décadas a poluição também passou a ser tratada como um problema global. Percebeu-se que a degradação (emissão de gases, por exemplo) em uma parte do planeta

Os **resíduos** podem ser sólidos, líquidos e gasosos. Quanto a sua produção, podem ser industriais, rurais ou urbanos (domésticos, comerciais ou especiais). Sua destinação pode ser para: aterros sanitários, lixões a céu aberto, aterros controlados, incineração, compostagem, reutilização, reciclagem.



Consumismo é uma denominação geral aos hábitos da atual sociedade de consumo. Esta é formada pela combinação do desenvolvimento tecnológico, do aumento e da diversificação da produção, do estímulo ao consumo (através dos MCM), de estratégias de tornar produtos obsoletos (obsolescência programada e obsolescência percebida), da moda e da valorização dos indivíduos através do que possuem e do que podem consumir.



A **camada de ozônio** protege o planeta da entrada de cerca de 95% da radiação ultravioleta, causadora de câncer de pele e catarata, entre outros malefícios para o ser humano e para o ambiente em geral. A utilização de compostos de clofluorcarbono (CFC), presentes em aerossóis e sistemas de refrigeração, provocam a diminuição da camada de ozônio, sobretudo nas zonas polares (fenômeno conhecido também como buraco na camada de ozônio). Em 1987, foi assinado o Protocolo de Montreal, que prevê a substituição dos CFCs. As medidas do protocolo estão surtindo efeito e a degradação da camada de ozônio vem sendo freada.



Os GEE são: CO₂, CH₄, N₂O, SF₆, hidrofluorcarbonos e perfluorcarbonos.



representava impactos em outras partes ou até mesmo no planeta inteiro. Problemas como a **redução da camada de ozônio** e o aquecimento global passaram a entrar na pauta de discussões de governos, em fóruns internacionais oficiais – facilitados pelo processo de globalização. Dentre estes encontros, podemos destacar duas conferências da Organização das Nações Unidas (ONU): Estocolmo (1972) e Kyoto (1997).

A conferência sobre Homem e Meio Ambiente, de Estocolmo (1972) não resultou em nenhuma proposta concreta, mas inaugurou a discussão acerca do tipo de desenvolvimento (desenvolvimento zero ou desenvolvimento a qualquer custo). Medidas efetivas só foram tomadas em 1997, com a Conferência de Clima de Kyoto (COP3), através de um documento conhecido como o **Protocolo de Kyoto**. Este prevê, por parte dos países desenvolvidos (Anexo 1), a redução média de 5,2% da emissão de **gases causadores do efeito estufa (GEE)**, com base no ano de 1990. As metas, que são diferenciadas em relação aos países, devem ser cumpridas no período compreendido entre 2008 e 2012, conforme mostra o Quadro 1. Os países do Anexo 1 que não conseguirem atingir suas metas podem comprar o excedente de um outro país do Anexo 1 que tenha superado sua meta de emissão (UNITED, 2008).

País	Meta (1990** - 2008/2012)
União Européia (UE)*, Bulgária, República Tcheca, Estônia, Letônia, Liechtenstein, Lituânia, Mônaco, Romênia, Eslováquia, Eslovênia, Suíça	-8%
EUA***	-7%
Canadá, Hungria, Japão, Polônia	-6%
Croácia	-5%
Nova Zelândia, Rússia, Ucrânia	0%
Noruega	+1%
Austrália	+8%
Islândia	+10%

Quadro 1: Metas para redução de emissão de GEE

* Os 15 países da UE, na época, negociaram metas comuns. Estes países são: Alemanha, Reino Unido, França, Itália, Espanha, Portugal, Países Baixos, Bélgica, Luxemburgo, Suécia, Finlândia, Áustria, Irlanda, Dinamarca e Grécia.

** Alguns países de economia de transição (do socialismo para o capitalismo) possuem ano base diferente de 1990.

*** Os EUA não aceitaram assinar o Protocolo de Kyoto.

Fonte: Adaptado de UNITED, 2008.

Os países dos Anexo 2 (subdesenvolvidos), como o Brasil, China e Índia, não tiveram metas fixadas, apesar de alguns deles terem grande

contribuição para a emissão de gases que potencializam o aquecimento global (a China, a partir de 2010 passou a liderar o ranking dos emissores). O não estabelecimento de metas para estes países, juntamente com a alegação de entrave para o crescimento econômico, constituiu parte da argumentação dos EUA para não assinarem o tratado. Mesmo sem o apoio dos estadunidenses, o Protocolo de Kyoto entrou em vigor em 16 de fevereiro de 2005, depois da assinatura da Rússia.

Há diversas posições acerca do Protocolo de Kyoto. Algumas críticas ao tratado são: metas abaixo das necessárias, a não inclusão de metas para países subdesenvolvidos industrializados, a falta de medidas concretas pelos países signatários (grande parte da redução da emissão de gases se deve à recessão econômica dos países do antigo bloco socialista), a não assinatura dos três maiores poluidores do planeta (EUA, China e Índia), entre outras. Entretanto há aqueles que apontam pontos positivos: o estabelecimento de metas e prazos para diminuição de emissão de gases, a possibilidade do estabelecimento de outro acordo em 2012, o **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**, a **Redução Certificada de Emissões (RCE)**, etc.

Proposto pelo Brasil, o **MDL** é um mecanismo que incentiva o investimento, por parte dos países do Anexo 1 nos países do Anexo 2, em projetos que reduzam a emissão de gases causadores do efeito estufa. Já a **RCE**, mais conhecida como comercialização de créditos de carbono, prevê a conversão da redução da emissão de carbono em créditos que podem ser negociados no mercado internacional.



3.2 Desenvolvimento sustentável

Depois que a Conferência de Estocolmo acabou sem nenhuma proposta concreta para o impasse entre o *desenvolvimento zero* e o *desenvolvimento a qualquer custo*, a ONU organizou, em 1984, a Comissão Mundial do Desenvolvimento e Meio Ambiente. Esta comissão, composta por 23 membros de 22 países e liderada pela primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland, depois de três anos de estudos, divulgou o documento chamado *Nosso Futuro Comum* (também conhecido como *Relatório Brundtland*). Este documento, de 1987, propõe o **desenvolvimento sustentável**, aquele que visa “atender às necessidades da geração presente sem comprometer a habilidade das gerações futuras de atender às suas próprias necessidades” (BRAGA, 2005, p. 216).

Apesar da noção de desenvolvimento sustentável parecer muito vaga e mais um desejo do que propriamente um conjunto de medidas, ela passa a ser fundamental para o questionamento do tradicional modelo de desenvolvimento e do sistema produtivo capitalista fortemente baseado na

relação produção-consumo. O desenvolvimento sustentável não propõe o não crescimento econômico, mas sim uma nova equação entre economia e ambiente. O crescimento econômico tradicional e não sustentável se fundamenta na quantidade da produção (consumo em massa e alto descarte dos recursos, que muitas vezes são utilizados de forma ineficiente), nos recursos naturais não renováveis (sobretudo os hidrocarbonetos), no princípio da análise da relação custo-benefício e no controle da poluição baseado na limpeza. Já o desenvolvimento econômico calcado no aspecto ambientalmente sustentável vai apontar para a necessidade da adoção de outras mentalidades e medidas, conforme o Quadro 2.

Característica	Crescimento econômico não sustentável	Desenvolvimento econômico no aspecto ambiental sustentável
Ênfase na produção	Quantidade	Qualidade
Produtividade dos recursos	Ineficiente (desperdício elevado)	Eficiente (desperdício baixo)
Tipo de recurso enfatizado	Não renovável	Renovável
Destruição dos recursos	Matéria descartada	Matéria reciclada, reaproveitada ou compostada
Controle da poluição	Limpeza	Prevenção
Princípios orientadores	Análise do risco-benefício	Prevenção e precaução

Quadro 2: Características do crescimento econômico não sustentável e sustentável.
Adaptado de Miller (2008, p. 476).

Estas medidas, que estão resumidas no Quadro 2, pressupõem algumas alterações estruturais no sistema produtivo. A mudança da ênfase da produção, do quantitativo para o qualitativo, exige uma outra lógica de exploração dos recursos naturais (investimento em tecnologia para a exploração e utilização dos recursos e incentivo ao uso sustentável de recursos renováveis, para a produção de energia, matéria-prima, etc.), uma outra lógica de consumo (fim do consumismo, investimento na durabilidade e eficiência dos produtos, incentivo do consumo consciente), um investimento na transição demográfica no mundo todo (estabilização do número de habitantes da Terra) e uma melhor distribuição dos recursos financeiros (o que permitiria a todos a inserção no sistema econômico e o acesso à cidadania).

Quanto ao aumento da produtividade dos recursos, além das alterações já apontadas, seria necessário um grande investimento em tecnologia

para reciclagem e reaproveitamento (o que reduziria os impactos na própria exploração dos recursos, contribuiria com o não esgotamento de recursos não renováveis e permitiria a reposição dos recursos renováveis). No que diz respeito aos princípios orientadores, a prevenção e a precaução (que podem ser exemplificados com o controle preventivo da poluição) substituiria a lógica do custo-benefício, pautada apenas na viabilidade econômica.

Além das alterações citadas, algumas outras medidas poderiam ser tomadas, como: utilização de indicadores ambientais associados a indicadores econômicos e sociais, internalização de custos ambientais nos produtos, impostos e taxas ecológicos, incentivo e subsídios a produtos ecologicamente corretos, financiamento de pesquisas para desenvolvimento de tecnologias limpas, incentivo a certificações ambientais, leis de regulamentações ambientais, maior rigor com licenças de poluição e uso de recursos naturais, mudanças individuais de hábitos, entre outras.

Todas estas mudanças devem ter como norteador o princípio da **sustentabilidade**, que se baseia em quatro pilares:

- Ambientalmente correto
- Economicamente viável
- Socialmente justo
- Culturalmente aceito

A discussão em CTS possui grande importância para tal, pois incentiva a reflexão acerca da produção e dos usos dos conhecimentos científicos e das tecnologias na sociedade. Esta reflexão deve ser acompanhada de medidas práticas, que se dão em todos os setores da sociedade, mas sobretudo na escola, através de medidas como a Educação Ambiental, o letramento científico, o incentivo de práticas pedagógicas integradas, entre outras questões que veremos no capítulo seguinte.

3.2.1 Educação Ambiental

A **Educação Ambiental (EA)** surge como uma resposta à crise ambiental. Esta perspectiva se baseia na busca de uma ampla mudança das

A visão socioambiental parte da idéia de que “o meio ambiente é um espaço de relações, é um campo de interações culturais, sociais e naturais (a dimensão física e biológica dos processos vitais)” (PROGRAMA, 2010).



relações entre sociedade e natureza. Tendo como um dos fundamentos a **visão socioambiental**, a EA procura superar a separação dicotômica entre o ser humano e a natureza, um dos valores da modernidade. Para tal, propõe mudanças culturais, que culminariam com a formação de sujeitos com atitude ecológica, que tenham consciência sobre as relações entre sociedade e ambiente e que ajam em prol da melhoria destas relações.

Apesar de ter nascido como um movimento de contracultura, a EA foi incorporada na agenda política dos governos, sobretudo após 1992. Em paralelo à conferência da ONU Rio-92, foi realizado, com participação da sociedade civil mundial, o Fórum Global Jornada Internacional de Educação Ambiental. Este encontro produziu o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global, que serve como base para a lei federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999, sobre a EA. De acordo com o Artigo 1º:

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

A lei prevê a incorporação da EA na educação formal (nos currículos da educação básica, superior, especial, profissional e de jovens e adultos) e não formal (programas em MCM, sensibilização dos agricultores, ecoturismo, entre outros), além de instituir a Política Nacional de Educação Ambiental (conjunto de ações interligadas, que prevêem, principalmente nas escolas: capacitação de recursos humanos, desenvolvimento de estudos, pesquisas e experimentações, produção e divulgação de material educativo, acompanhamento e avaliação).

Síntese

Caro (a) estudante,

Na unidade 3, você aprendeu que:

- A crise ambiental tem sua origem em desequilíbrios das relações entre CTS, que podem ser expressas nos problemas ligados à população, aos recursos naturais e à poluição.
- Para compreender as diversas relações entre CTS e demografia é fundamental: entender as causas e consequências do crescimento populacional, conhecer as teorias demográficas (malthusianismo, neomalthusianismo e teoria reformista) e interpretar o processo de transição demográfica.
- Há uma grande relação entre CTS e recursos naturais, uma vez que há três condições para algo se tornar um recurso natural: interesse, tecnologia e meio ambiente. Além disso, seus usos também devem ser analisados em uma perspectiva CTS.
- A poluição, em suas diversas formas, é um dos grandes problemas do mundo atual. Suas possíveis soluções (dentre elas o próprio Protocolo de Kyoto) passam por um amplo debate CTS.
- O desenvolvimento sustentável representa uma alteração não apenas no modelo de desenvolvimento adotado (linear, com ênfase apenas na economia), mas uma redefinição nas próprias relações CTS.
- Como noção norteadora, a sustentabilidade apresenta grande contribuição para a CTS, assim como a própria discussão (e educação) CTS podem ser formas de promover a sustentabilidade.
- Através de sua visão socioambiental, a EA pode contribuir para a discussão e para a Educação CTS, pois, além de sua incorporação no

currículo escolar estar prevista por lei, a EA representa uma tentativa de ruptura da visão tradicional das relações sociedade-natureza.

Na próxima unidade, vamos voltar nossa abordagem diretamente para as relações entre CTS e a educação, cuja compreensão é essencial para o trabalho do professor de Ciências em sala de aula. Vamos em frente!

CTS e educação

Unidade

4

Competências

Ao final do estudo desta unidade, você será capaz de:

- Compreender as relações entre cotidiano e Ensino CTS.
- Saber o que é alfabetização científica e tecnológica e letramento científico e tecnológico, compreendendo suas importâncias para os indivíduos e para a sociedade, bem como a importância da CTS para o processo de alfabetização e letramento científicos e tecnológicos.
- Compreender as bases do Ensino CTS, sua relação com o currículo escolar e as condições para que este Ensino CTS se efetive (formação do professor, seleção/redefinição dos conteúdos, desenvolvimento de materiais didático-pedagógicos e discussão acerca do perfil de saída do estudante).

4 CTS e educação

Caro (a) estudante,

Nas três unidades anteriores, discutimos as relações CTS em um âmbito mais amplo. No entanto, se faz necessária a discussão destas relações na escola, na sala de aula, no currículo e nas unidades curriculares (ou disciplinas). Tal discussão, feita nesta unidade, não tem a pretensão de ser definitiva, mas sim uma sistematização do que foi trabalhado nas três primeiras unidades, no contexto do Ensino CTS. Para tal, trabalharemos com três conceitos principais: a) alfabetização científica e tecnológica (ACT) (capacidade de ler a Ciência como linguagem); b) letramento científico e tecnológico (LCT) (que, muitas vezes, se confunde com a ACT, mas possui uma dimensão de prática social); c) Ensino CTS (baseado no tripé Educação Científica, Educação Tecnológica e Educação em Questões Sociais). Para promover o LCT e o Ensino CTS, propomos uma breve reflexão acerca de formação do professor; seleção/redefinição dos conteúdos; desenvolvimento de materiais didático-pedagógicos; e discussão sobre o perfil de saída do estudante.

4.1 CTS no cotidiano e cotidiano na CTS

Vimos, nas três unidades anteriores, algumas relações e alguns temas em CTS. Pudemos perceber que estas discussões são pertinentes ao nosso cotidiano. Será, porém, que o inverso é verdadeiro? Em outras palavras, qual a importância do nosso cotidiano nas relações CTS? Eu diria que esta importância é imensa e pode ser observada em diferentes escalas e em diferentes contextos. No entanto, vamos nos ater em específico às relações entre cotidiano e CTS no contexto escolar.

A educação bancária, denunciada e combatida por Paulo Freire (1987), se pautava na pura transmissão de conhecimentos (científicos) do professor

para os alunos. Não havia qualquer preocupação com estabelecimento de relações entre esses conhecimentos e o cotidiano dos alunos. Apesar deste tipo de prática ainda existir, há uma tendência nas últimas décadas de se trazer o cotidiano para a sala de aula, de se partir da realidade do aluno, de valorizar os saberes primevos (CHASSOT, 2008), etc.

Um ensino de Ciências dentro da perspectiva da CTS pressupõe o rompimento com a educação bancária e um avanço não somente para a valorização do cotidiano, mas também para abordagens integradoras, para a reformulação de currículos, para o letramento científico e tecnológico, entre outras medidas práticas.

4.2 Alfabetização e letramento científicos e tecnológicos

Antes de discutirmos a questão da alfabetização/letramento científico e tecnológico, precisamos fazer uma breve distinção entre os termos *alfabetização* e *letramento*. Realizando uma análise acerca do ensino de língua materna, Magda Soares (2004) atribui a criação do termo *letramento* aos anos 1980. Este termo pressupõe não apenas o domínio do sistema grafônico (relações fonemas-grafemas), tradicionalmente entendido como *alfabetização*, mas também o domínio de “práticas sociais de leitura e escrita mais avançadas e complexas que as práticas do ler e do escrever resultantes da aprendizagem do sistema de escrita” (SOARES, 2004, p. 6). A autora também alerta acerca de uma necessidade de reinvenção da própria alfabetização.

No contexto da CTS, estes termos, algumas vezes, são utilizados como sinônimos, devido às traduções de textos em inglês. Nesta língua, o termo utilizado é *literacy*, que pode ser traduzido como *letramento* ou como *alfabetização*. Alguns autores procuram fazer esta distinção, baseados em Soares (2007), como é o caso de Wildson dos Santos (2007), que apresenta um amplo levantamento das principais contribuições acerca do tema. Para este autor a alfabetização científica (AC) se refere ao domínio da linguagem científica, enquanto letramento científico (LC) está ligado à prática social (aplicação dos conhecimentos científicos em contexto escolar e não escolar). Já Attico

Chassot (2007) prefere o termo alfabetização científica, mesmo que sua idéia de AC esteja fortemente relacionada com a prática social. No trecho a seguir, entenderemos melhor a concepção deste autor.

A *alfabetização científica* pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida. É recomendável enfatizar que esta deve ser uma preocupação muito significativa no ensino fundamental, mesmo que se advogue a necessidade de atenções quase idênticas também para o ensino médio. Sonhadoramente, ampliaria a proposta para incluir também, mesmo que isso possa estar ao arrepio de alguns, o ensino superior. Gostaria de ver esta inclusão privilegiada nas discussões que este texto possa desencadear.

Mesmo que adiante discuta o que é *alfabetização científica*, permito-me antecipar que defendo, como depois amplio, que a Ciência seja uma linguagem; assim, ser alfabetizado cientificamente é saber fazer ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo.

Atualmente, a alfabetização científica está colocada como uma linha emergente na didática de Ciências, que comporta um conhecimento dos fazeres cotidianos da Ciência, da linguagem científica e da decodificação das crenças aderidas a ela (AGUIAR, 1999). Há aqueles que advogam que se deva procurar especialmente conhecimentos que estão no dia-a-dia do grande público, em particular os que são apresentados com imprecisão pelos meios de comunicação à opinião pública (PUIGCERVER & SANS, 2002). Estas são propostas que vêem a alfabetização científica como uma possibilidade de fazer com que alunos e alunas, ao entenderem a Ciência, possam compreender melhor as manifestações do universo. Aqui se defende esta postura mais ampla, mesmo que se reconheça válida a outra tendência, de fazer correções em ensinamentos que são apresentados distorcidos.

Quando retomo e amplio os comentários acerca da alfabetização científica que estão em outro livro (CHASSOT, 2000), trago, uma vez mais, uma descrição de Ciência que, mesmo que possa parecer reducionista, serve para os propósitos das discussões que se quer fazer aqui. A Ciência pode ser considerada como *uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o mundo natural*. Compreendermos esta linguagem (da Ciência) como entendemos algo escrito numa língua que conhecemos (por exemplo, quando se entende um texto escrito em português) – é podermos compreender a linguagem na qual está (sendo) escrita a natureza. Por exemplo, é provável que alguns dos leitores deste texto não saibam distinguir se uma página de um livro ou de uma revista está escrita em sueco ou em norueguês, assim como deve haver nórdicos que talvez não reconheçam a diferença entre um texto em português e um em espanhol. Essa é a analogia que busco quando falo na Ciência como uma linguagem.

Entender a Ciência nos facilita, também, contribuir para controlar e prever as transformações que ocorrem na natureza. Assim, teremos condições de fazer que estas transformações sejam propostas, para que conduzam a uma melhor qualidade de vida. Isso é, se quer colaborar para que estas transformações que envolvem o nosso

cotidiano sejam conduzidas para que tenhamos melhores condições de vida. Isso é muito significativo. Aqueles que se dedicam à Educação Ambiental têm significativos estudos nessa área.[...]

Aliás, é preciso dizer o quanto a divisão em Ciências Naturais e Ciências Humanas parece inadequada, pois a Química, a Física, a Biologia e mesmo a Matemática são também Ciências Humanas, porque são constructos estabelecidos pelos humanos. Lateralmente ainda, vale referir também o quanto a divisão em *Ciências hard* e *Ciências soft* é uma classificação no mínimo enviesada e, muito provavelmente, de autoria de um assim chamado cientista *hard*. [...]

A elaboração dessa explicação do mundo natural – diria que isso é fazer Ciência, como elaboração de um conjunto de conhecimentos metodicamente adquirido – é descrever a natureza numa linguagem dita científica. Propiciar o entendimento ou a leitura dessa linguagem é fazer alfabetização científica.

Há, todavia, uma outra dimensão em termos de exigências: propiciar aos homens e mulheres uma alfabetização científica na perspectiva da inclusão social. Há uma continuada necessidade de fazermos com que a Ciência possa ser não apenas medianamente entendida por todos, mas, e principalmente, facilitadora do estar fazendo parte do mundo.

Sei o quanto estou laborando em (quase) utopias. Mas é por crer que estas mesmas utopias possam se transmutar em realidade que fazemos Educação. Diria mais, é quase apenas por isso. Mas agora deixemos um pouco os sonhos. Há que tentar convertê-los em realidades. [...]

É acerca desta concepção de Ciência como uma linguagem, que busco ampliar interrogações, pois quando discuto *alfabetização científica*, insisto na necessidade de considerá-la “como um conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem” (CHASSOT, 2000, p. 19). [...]. O mundo *é (existe)* independente da Ciência. Esta o torna inteligível e a tecnologia, como aplicação da Ciência, modifica esse mundo. [...].

Amplio mais a importância ou as exigências de uma *alfabetização científica*. Assim como se exige que os alfabetizados em língua materna sejam cidadãos e cidadãos críticos, em oposição, por exemplo, àqueles que Bertolt Brecht classifica como analfabetos políticos, seria desejável que os *alfabetizados cientificamente* não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-lo, e preferencialmente transformá-lo para melhor. Tenho sido recorrente na defesa da exigência de com a Ciência melhorarmos a vida no Planeta e não torná-la mais perigosa, como ocorre, às vezes, com maus usos de algumas tecnologias. (CHASSOT, 2007, p. 29-37).

Como pudemos observar no texto, Chassot trabalha com a ideia de que a Ciência se constitui como uma linguagem. Conforme vimos na unidade 1, a Ciência é uma forma de se explicar o mundo, de representá-lo. Assim, não apenas produz uma linguagem própria, mas também pode ser entendida como linguagem (no sentido de representação). Desta forma, segundo Chassot (2007), é necessário que a escola alfabetize os alunos para

que como estudantes e como cidadãos sejam capazes de *ler* a Ciência como linguagem. Em um primeiro momento, o autor trabalha, portanto, com a noção de AC de maneira muito próxima à ideia de alfabetização de Magda Soares (2007). No entanto, em um segundo momento, quando se refere às utopias da Educação, trabalha o conceito de AC de maneira muito próxima à noção de letramento de Soares (2007). Assim, o que Chassot (2007) chama de AC se aproxima, quando ele fala no uso desta capacidade de ler a linguagem científica para transformar o mundo, do que Santos (2007) chama de Letramento Científico e Tecnológico (LCT).

Partindo da argumentação de Chassot, defendemos a busca de um letramento não apenas científico, mas também tecnológico, no sentido de que são indissociáveis, como também a partir da ideia de que se pode estar alfabetizado cientificamente e não tecnologicamente e vice-versa. Por exemplo, uma pessoa pode dominar os conhecimentos científicos (alfabetizado cientificamente) e não saber utilizar o computador (analfabeto tecnológico). Assim como pode haver quem saiba manusear computadores e equipamentos eletrônicos (alfabetizado tecnologicamente), mas não compreende as leis da natureza (analfabeto científico).

Portanto, a noção LCT vai além da AC, da AT ou da ACT, pois estar letrado em ciência e tecnologia pressupõe a ACT e uma prática social consciente quanto a esta capacidade de *ler* a Ciência e utilizar a tecnologia. Sendo assim, o LCT se baseia no domínio das relações CTS e não apenas na C&T, uma vez que a compreensão da sociedade é fundamental para que os conhecimentos técnico-científicos sejam aplicados de forma cidadã. E para tal a Educação, como defende Chassot (2007; 2008), possui papel fundamental. Mas como? É nesta linha que tentaremos argumentar, sem a ambição de uma resposta definitiva e conscientes de que esta nem sequer existe, mas procurando contribuir com sugestões e questionamentos que podem, na prática escolar, contribuir para responder esta questão, mesmo que parcialmente.

4.3 Ensino CTS e currículo

Acreditamos que proporcionar o LCT aos alunos, de Ensino Fun-

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), no Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias abrange as unidades de Matemática, Biologia, Física e Química (BRASIL, 2000).

Segundo os PCNs, no Ensino Médio, além da Informática Básica, a área de Linguagens, Códigos e suas Tecnologias compreende Língua Portuguesa, Línguas Estrangeiras Modernas, Educação Física e Artes (BRASIL, 2000).

De acordo com os PCNs, no Ensino Médio, a área de Ciências Humanas e suas Tecnologias engloba Geografia, História, Sociologia e Filosofia (BRASIL, 2000).

damental e Ensino Médio, passa necessariamente pela CTS, seja como uma unidade curricular específica seja como uma abordagem ampla. Isto porque a **área do conhecimento de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, se trabalhada isoladamente das demais (Linguagens, Códigos e suas Tecnologias e Ciências Humanas e suas Tecnologias), dá conta apenas da AC. Entretanto, isto não significa que as unidades curriculares da área não contribuam para o LCT, mas que sem o suporte das outras duas a abordagem CTS se torna incompleta, justamente porque se faz necessária a discussão acerca da sociedade. As Ciências da Natureza abordam as relações sociais (aqui também se referindo às relações econômicas, políticas, culturais), mas de maneira transversal, pois seu objetivo primeiro é a Educação Científica e, em segunda medida, a Educação Tecnológica. Esta, conforme os nomes das áreas do conhecimento (que terminam todos com *e suas Tecnologias*), é de responsabilidade de todas, mesmo estando a Informática (não a única, mas a mais aplicada das unidades que tratam de tecnologia) alocada em **Linguagens, Códigos e suas Tecnologias**. Já a Educação em Questões Sociais – que completaria o tripé do Ensino CTS, conforme o esquema abaixo retirado de Santos (2007, p. 482) – deve ser contemplada nas três áreas do conhecimento, mas recebe mais específica atenção e aprofundamento das **Ciências Humanas e suas Tecnologias**.

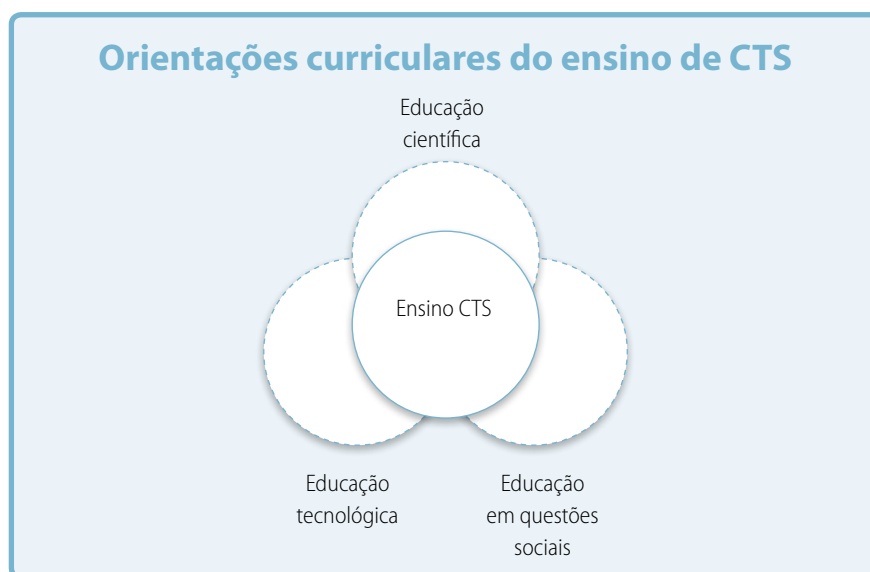


Figura 3: Orientações curriculares do ensino de CTS.
Fonte: Adaptado de Santos (2007, p. 482).

Se a CTS for concebida como uma unidade curricular específica (sobretudo nos ensinos fundamental e médio), o ideal é que seja trabalhada por professores de diferentes áreas do conhecimento, em conjunto. Isto porque, conforme vimos, a CTS por definição é interdisciplinar, assim como deve ser seu ensino. Sabemos da dificuldade de tornar este cenário viável, pois representaria problemas operacionais (alocação de carga horária, aumento dos custos com o pagamento de hora-aula, etc.), mesmo havendo exemplos de sucesso de unidades curriculares integradoras que trabalham com vários professores simultaneamente (SILVA; COSER, 2010).

Por outro lado, nos cursos de graduação em engenharia e técnicos pós-médios, a unidade de CTS, que geralmente é ministrada por apenas um professor, tem sido fundamental para expandir a visão dos alunos acerca da Educação em Questões Sociais, normalmente negligenciadas nestes cursos (BAZZO, 2010). Nos dois cenários, é essencial que seja criado um horário específico para esta unidade (por exemplo, a entrega de trabalho ao final de um bimestre ou semestre não é suficiente) e que a CTS seja valorizada (por exemplo, que seja ministrada por um professor qualificado para tal e não por aquele que tenha menor carga horária, horário disponível, etc.).

No entanto, se opção for trabalhar a CTS de forma transversal, é fundamental a criação de condições para que este trabalho se efetive na prática, não ficando apenas no plano discursivo. Para tal, deve haver um planejamento com todos os professores de determinada série que trabalharão os temas. As ações podem ser as mais diversas: trabalhar com projetos, temas geradores, cada professor focar as relações CTS pertinentes aos seus conteúdos, as diversas unidades abordarem um mesmo tema com diferentes perspectiva (cuidando para que não este trabalho não seja repetitivo e fragmentado), etc.

Conforme vimos, para que qualquer uma das propostas de trabalho do Ensino CTS se efetive é necessário que se crie condições para tal. Estas condições passam por: 1) formação do professor para trabalhar com CTS; 2) seleção/redefinição dos conteúdos a serem trabalhados; 3) desenvolvimento

de materiais didático-pedagógicos que propiciem o Ensino CTS; 4) discussão acerca do perfil de saída do estudante dos cursos. Falaremos sobre cada um destes temas nos próximos itens.

4.3.1 Formação de professores no contexto da CTS

Qual seria a formação ideal de um professor para trabalhar com CTS? Não há uma, justamente pela característica interdisciplinar da própria CTS. Assim, independente da formação (graduação) do professor, o fundamental é que ele tenha a capacidade de transitar pelas diversas áreas do conhecimento e que possa assegurar o Ensino da CTS – calcado no tripé Educação Científica, Educação Tecnológica e Educação em Questões Sociais. Não há necessidade que o professor seja especialista nas três áreas, mas que possua conhecimentos básicos (conhecimentos científicos básicos de sua área; compreensão do cenário técnico-científico; base em tecnologia, sobretudo informática; entendimento das conjunturas social, política, econômica e cultural) e que tenha condições de buscar novas informações.


Sabemos que a formação dos cursos de licenciatura, na maioria dos casos, é bastante fragmentada, com pouco conhecimento dos egressos sobre outras áreas do conhecimento e mesmo das demais unidades de sua área. Isto dificulta, mas não impossibilita que um professor de qualquer área possa se tornar um professor de CTS. Para tal não há uma fórmula pronta, mas alguns pontos fundamentais são: ter conhecimento do currículo do curso; ser capaz de dialogar com os conhecimentos de sua formação com os das demais unidades curriculares (não há necessidade de dominar os conteúdos das outras); procurar constante atualização sobre temas em CTS; acompanhar as questões atuais através dos MCM e possuir uma postura crítica; entre outras características.

4.3.2 Seleção/redefinição dos conteúdos em CTS

A inserção da CTS, como unidade curricular específica ou como abordagem transversal, pode representar a necessidade/oportunidade de redefinição dos conteúdos/conhecimentos a serem trabalhados em cada uma das unidades curriculares. Isto acontece porque o caráter interdisciplinar dos conhecimentos da CTS permite um constante diálogo da unidade CTS com as demais ou mesmo entre as diferentes unidades curriculares. Para ilustrar isso, vejamos dois cenários:

- Neste primeiro cenário, a CTS seria uma unidade curricular específica. O professor de CTS poderia trabalhar o conteúdo acerca do desenvolvimento sustentável. Este conteúdo é tradicionalmente abordado na Biologia e na Geografia, de maneira mais direta (apesar das outras unidades poderem, de diferentes formas, abordar tal conteúdo). Estas duas unidades poderiam continuar trabalhando tal conteúdo, mas de maneira integrada com a unidade CTS, que poderia contribuir com a sistematização dos conhecimentos acerca do tema na Biologia (conhecimentos de Ecologia, ciclos biogeoquímicos, etc.) e na Geografia (conferências e fóruns internacionais sobre o tema, conhecimentos de Geografia Econômica e de Geopolítica, etc.). Assim, o professor de CTS não precisaria dominar os conteúdos de Geografia e de Biologia, mas possuir noções básicas sobre desenvolvimento sustentável para promover reflexões, discussões e até realizações de projetos. Essas ações poderiam representar algumas mudanças na ordem em que os conteúdos seriam trabalhados nas unidades de Biologia e Geografia, na abordagem destas unidades sobre o tema e até no número de aulas destinadas à temática.
- Neste segundo cenário, a CTS seria uma abordagem transversal. Se pensarmos numa proposta de trabalho também sobre o desenvolvimento sustentável, os professores de Geografia e Biologia poderiam coordenar projetos interdisciplinares (envolvendo as duas ou mais unidades) sobre o tema. Isto também representaria uma necessidade de ajustar os conteúdos das diferentes unidades. Se a opção não for trabalhar com projetos, é possível também que os professores de Biologia e Geografia trabalhem de forma integrada planejando (e até ministrando, se possível) suas aulas (e até suas avaliações) em conjunto, para assegurar o Ensino CTS.

O exemplo do desenvolvimento sustentável pode ser estendido para diversos outros conteúdos convencionais (transgenia, produção/transmissão/distribuição de energia, tecnologia nuclear, emprego/desemprego, questão da água, etc.) e pouco convencionais (**discussão acerca dos meios de comunicação de massa** ↗, conta de luz/água, entre outros).



Um tema fundamental que pode ser trabalhado em CTS e/ou de maneira transversal é a Educação para a Mídia. Para conhecer um pouco deste tema, algumas indicações de leitura são: Siqueira (2008), Pedroso (2008), Atem (2008) e Mancebo (2002).

4.3.3 CTS e produção de material didático-pedagógico

O Ensino CTS exige uma abordagem integradora, que não é contemplada na maioria dos materiais didático-pedagógicos (sobretudo dos livros didáticos e apostilas, que por mais que incentivem a interdisciplinaridade, são desenvolvidos para trabalhar uma unidade curricular específica). Assim sendo, se faz necessário a elaboração de material didático específico para a CTS. Conforme vimos, a CTS não possui conteúdos próprios, mas sim representa uma abordagem mais ampla sobre conteúdos que normalmente já são trabalhados em outras unidades. Nesse sentido, um material didático em CTS deve ser construído em conjunto por professores das mais diversas unidades curriculares.

Apesar de isto representar um grande desafio, pode representar também uma forma de operacionalizar a integração da CTS (tanto como unidade específica quanto como abordagem transversal). Por exemplo, neste material, para o assunto da produção e destinação de resíduos, diversas unidades curriculares poderiam trabalhar conjuntamente: Biologia (processo de reciclagem, impactos ambientais do lixo); Química (fórmula de determinados resíduos, processo de incineração); Língua Portuguesa (trabalho com algum texto sobre o assunto); Sociologia (discussão das relações sociais produzidas a partir da geração, destinação e tratamento dos resíduos); Geografia (discussão sobre o consumismo e geração de resíduos, análise de mapas e dados sobre o assunto); Matemática (proposta de confecção de gráficos com dados coletados); etc.

4.3.4 Perfil de saída dos estudantes em um contexto de Ensino CTS

Muitas vezes, o perfil de saída dos estudantes do ensino fundamental e médio é algo que apenas consta no projeto do curso e não um norteador do trabalho pedagógico. Acreditamos, portanto, que seja necessária uma mudança de mentalidade e que as ações didático-pedagógicas estejam de acordo com o perfil de saída.

Sendo assim, propomos que, em um contexto de Ensino CTS, uma das características do perfil de saída dos alunos é estar alfabetizados científica e tecnologicamente (se possível, letrados). Nessa condição, daríamos um caráter mais operacional ao objetivo de preparar o egresso aos desafios da sociedade (mercado de trabalho, etc.). Entretanto, é fundamental que não se deposite toda a responsabilidade na unidade curricular de CTS (se esta existir em separado), mas que seja compartilhada por todos os professores, uma vez que cada um deve contribuir (do seu jeito, mas de acordo com um currículo pensado por todos) para o Ensino CTS.

No ensino médio, há uma grande preocupação com os exames de seleção das universidades, pois um de seus objetivos é assegurar a possibilidade dos alunos continuarem seus estudos. Assim, o Ensino CTS também pode apresentar grande contribuição, sobretudo no que diz respeito aos vestibulares atuais e ao Enem, porque estimula nos alunos a capacidade de resolução de problemas, de interpretação, de transitar por diferentes unidades curriculares e áreas do conhecimento, etc.

Síntese

Caro(a) estudante,

Na unidade 4, você aprendeu que:

- Há uma diversidade de concepções quanto à ACT e à LCT. Enquanto a primeira se refere à capacidade de ler a Ciência como linguagem, a segunda está ligada à prática social decorrente da condição de estar alfabetizado em Ciência e Tecnologia. Ambas são objetivos da Educação na perspectiva da CTS.
- Ensino CTS está calcado no tripé Educação Científica, Educação Tecnológica e Educação em Questões Sociais, sendo fundamental a articulação das áreas do conhecimento.
- O Ensino CTS procura romper a educação bancária e valorizar o cotidiano dos alunos.
- Para o Ensino CTS se efetivar é necessário que se discuta algumas questões, como: formação dos professores; seleção/redefinição dos conteúdos; desenvolvimento de materiais didático-pedagógicos; e discussão acerca do perfil de saída do estudante.

Considerações finais

Caro (a) estudante,

Chegamos ao final do livro, mas não ao final das discussões sobre CTS - acredito que estas jamais podem ter um fim. Vimos o quão rico é o movimento CTS e as possibilidades (e desafios) que essa abordagem permite para uma educação mais significativa, integrada, crítica e próxima à realidade e expectativa dos alunos. Entretanto, o Ensino CTS ainda está em seus primeiros passos no Brasil, o que significa que temos todos, em nossas diferentes unidades curriculares (Matemática, Física, Biologia, Química) e nas nossas práticas interdisciplinares e integradoras, um longo caminho a percorrer a fim de desenvolvermos teorias e práticas dentro desta perspectiva. Espero que esteja empolgado para tal. No início do livro eu havia ressaltado a importância desta unidade curricular e expressado a esperança de que você se interessasse pela CTS. E então?

Espero ter ajudado com o pontapé inicial nas discussões sobre CTS, mas o restante do jogo é com você (apesar da necessidade de constante diálogo com seus colegas, alunos, professores, etc.). Levar esta perspectiva para a sala de aula ou mesmo fazer pesquisa sobre CTS e seus possíveis temas é um grande desafio. Mas tenho certeza de que, se esse desafio for encarado com vontade, com muito estudo e muitas reflexões, trará enormes recompensas. Sendo assim, acredito que possamos, em um futuro próximo, compartilhar as experiências em CTS e as recompensas advindas da pesquisa e do Ensino CTS.

Um grande abraço,

Professor Fernando Rosseto Gallego Campos

Referências

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ADORNO, Theodor W; HORKHEIMER, Max. **Dialética do esclarecimento**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1985.

ANGOTTI, José André Peres; AUTH, Milton Antonio. Ciência e Tecnologia : implicações sociais e o papel da educação. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.

ATEM, Guilherme Nery. **Semiocapitalismo e mídia na modulação das afecções**: de McLuhan a Todd Gitlin. In: Rumores, (USP), v. 1, p. 1-12, 2008.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2001.

AULER Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. **Las relaciones CTS en la educación científica**, 2006.

BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, Tecnologia e Sociedade e o contexto da educação tecnológica**. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/bazzocts.htm#a>>. Acesso em: 14 jun. 2010.

BENAKOUCHE, Tamara. Tecnologia é sociedade: contra a noção de impacto tecnológico. In: **Cadernos de Pesquisa**, (PPGSP/UFSC) n. 17, p. 1-28, set. 1999

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

_____. **Questões de sociologia**. Rio de Janeiro: Marco Zero, 1983b.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental**: o desafio do desenvolvimento sustentável. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 abr. 1999 (28 abr. 1999). Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm>. Acesso em: 05 jun. 2010.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2000.

CHASSOT, Attico. **Educação consciência**. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2007.

_____. **Sete escritos sobre educação e ciência**. São Paulo: Cortez, 2008.

CLAVAL, Paul. **A geografia cultural**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

ECO, Umberto. **Apocalípticos e integrados**. São Paulo: Perspectiva, 1993.

FOUCAULT, Michel. **As palavras e as coisas**: uma arqueologia das ciências humanas. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

HARVEY, David. **Condição pós-moderna**: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural. São Paulo: Loyola, 2003.

LUCCI, Elian Alabi et al. **Território e sociedade no mundo globalizado**: geografia geral e do Brasil. São Paulo: Saraiva, 2005.

MAGNOLI, Demétrio. **Geografia para o ensino médio**. São Paulo: Atual, 2008.

MANCIBO, Deise. Globalização, cultura e subjetividade. In: **Psicologia**: teoria e pesquisa, (UnB), v. 18, n. 3, set-dez, 2002, p. 289-295.

MASSEY, Doreen. **Pelo espaço**: uma nova política da espacialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

MILLER JR., G. Tyler. **Ciência ambiental**. São Paulo: Cengage Learning, 2008.

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

ORTIZ, Renato. **Um outro território**: ensaios sobre a mundialização. São Paulo: Olho d'Água, 2000.

PEDROSO, Leda Aparecida. **Indústria cultural**: algumas determinações políticas, culturais e sociais na educação. In: Cadernos Cedes, (Unicamp), ano XXI, n. 54, ago. 2001. p. 54-68.

PROGRAMA de Gestão Ambiental. **O que é educação ambiental?**. Disponível em: <<http://pga.pgr.mpf.gov.br/pga/educacao/que-e-ea/o-que-e-educacao-ambiental>>. Acesso em: 11 jun. 2010.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: Editora da USP, 2006.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, (ANPEd), v. 12, n. 36, set/dez, 2007.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, Adriano Larentes; COSER, Joni. **A experiência do projeto integrador no curso de PROEJA Eletromecânica do IF-SC, Campus Chapecó**. 2010. Disponível em: http://www.chapeco.ifsc.edu.br/~adriano.silva/wp-content/uploads/2009/09/artigo-projeto-integrador_0902101.pdf. Acesso em: 16 jun. 2010.

SIQUEIRA, Alexandre Bujokas de. **Educação para a mídia**: da inoculação à preparação. In: Cedes, (Unicamp), v. 29, set/dez, 2008. p. 1043-1066.

SOARES, Magda. Letramento e alfabetização: as muitas facetas. **Revista Brasileira de Educação**, (ANPEd), n. 25, jan-abr, 2004.

UNITED Nations. **Kyoto Protocol reference manual on accounting of emissions and assigned amount**. UNFCCC, 2008.

Sobre o autor

Fernando Rosseto Gallego Campos é professor do Instituto Federal de Santa Catarina (IF-SC), Campus Chapecó. Possui doutorado em Geografia (2009) pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) e mestrado em Geografia (2006) pela mesma instituição. Tem ainda graduações em Geografia (2004) pela Universidade Tuiuti do Paraná (UTP) e em Comunicação Social, com habilitação em Jornalismo, pela UFPR (2004). Atua no curso de Eletromecânica (PROEJA), no qual trabalha com Ciências Humanas e Projetos Integradores, e no curso técnico pós-médio de Eletroeletrônica, no qual trabalha com a unidade curricular de Tópicos em Ciência, Tecnologia e Sociedade.