

## **A ampliação dos objetivos do ensino de ciências: tensões e perspectivas no campo da educação científica**

Parece consensual que a evolução científica e tecnológica possui impactos significativos sobre as sociedades, comunidades e indivíduos. O ambiente de relações entre política e investigação científica e tecnológica sofreu alterações significativas a partir da Segunda Guerra Mundial, que funda um novo tipo de contrato entre ciência e sociedade. De acordo com Feenberg (2009), a ciência era marginal à política nacional nos países centrais até a segunda grande guerra.

O maior exemplo deste novo tipo de articulação é o Projeto Manhattan, que mudou o curso da guerra e conferiu grande poder político aos seus detentores, com uma série de repercussões sobre as relações entre ciência e sociedade. Do ponto de vista político, os Estados percebem o valor estratégico do conhecimento científico e da pesquisa básica: teorias que aparentemente não tinham conexão alguma com o desenvolvimento de armamentos geraram uma das bombas mais mortíferas que o ser humano inventou. Por outro lado, os cientistas perceberam a necessidade de trabalhar em grupos de investigação interdisciplinares, de buscar financiamentos em grande escala e de reivindicar um lugar na sociedade que até então não lhes havia sido outorgado (CUEVAS, 2008). Obviamente, os impactos desta transição na educação escolar são profundos, e a partir deste momento a educação em ciências adquire um novo lugar nos projetos educacionais dos Estados.

Assim, a disciplina Ciências, embora inaugurada no início do século XX, adquire importância e prestígio no cenário educacional após a Segunda Guerra Mundial. As mudanças ocorridas no período pós-guerra, como a profissionalização da ciência, a crescente industrialização e o desenvolvimento tecnológico e científico impulsionaram mudanças no currículo escolar, que passou a responder a uma nova demanda: a formação do futuro cientista (KRASILCHIK, 1987). O Brasil acompanhou esta tendência, e o ensino de Ciências passou a ter aqui um caráter propedêutico, cujo principal objetivo era a formação de uma elite de cientistas que libertariam o país da dependência estrangeira e impulsionariam o desenvolvimento científico-tecnológico. Este período, decisivo para a história do

ensino de ciências no país, influi fortemente nas tendências curriculares desta disciplina até os dias atuais, em toda a Educação Básica (KRASILCHIK, 2000).

Os objetivos fundadores da educação em ciências, no entanto, mostraram-se fracassados em todo o mundo, seja pela falta de compreensão sobre a ciência e seus processos, amplamente detectada em vários países, ou pelo distanciamento das carreiras científicas pela maioria dos estudantes (FOUREZ, 2003; ANGOTTI e AUTH, 2001; KRASILCHIK e MARANDINO, 2004). A transição nos objetivos do ensino de ciências, contudo, também foi influenciada por uma série de outros fatores, que tentaremos pontuar a seguir.

No cenário pós-guerra, a união entre ciência, governo e, posteriormente, a indústria e o comércio transformam-se numa das principais forças reguladoras do desenvolvimento econômico e social em todo o mundo. A partir deste momento, o contexto no qual as decisões sobre ciência e tecnologia são tomadas muda drasticamente e os interesses econômicos e comerciais passam a ter um papel determinante nas deliberações sobre investigação e desenvolvimento científico e tecnológico. Estas mudanças impactam a forma na qual as pesquisas são conduzidas, bem como a interface entre investigação científica, tecnologia e sociedade:

A aplicação bem sucedida do conhecimento não é mais simplesmente uma parte do processo, mas principalmente uma prerrogativa para os pesquisadores conseguirem obter recursos de forma eficiente. Esta mudança força os pesquisadores a se unirem entre disciplinas e instituições de uma maneira nova e nunca vista anteriormente (CHOPYAK e LEVESQUE, 2002, p. 157).

Este tipo de articulação e colaboração resultou em uma série de preocupações e desconfianças do público sobre ética, responsabilização e conflitos de interesse, uma vez que, aparentemente, muitos pesquisadores vêm desenvolvendo suas pesquisas com base em interesses comerciais. Como resultado, a ciência começa a ser exposta a novas formas de intervenção pública.

Durante a década de 1970, temas como ética, degradação ambiental, qualidade de vida e as implicações sociais da produção científica e tecnológica passam a integrar as discussões sobre os caminhos da ciência em nossa sociedade, refletindo um processo histórico de profundas transformações, em que se configura uma economia internacionalizada e o aumento das desigualdades entre países centrais e periféricos. A noção de que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia

tem como resultado o desenvolvimento social passa a ser questionada, deslocando a posição social que a ciência moderna se encontrava desde a sua fundação:

Não é novidade que a evolução científico/tecnológica tem o seu preço. Também nós pensamos que não se podem iludir tais questões e que elas devem ser abordadas frontalmente ainda que sem fundamentalismos. (...) Por isso mesmo é discutível o conceito dos três pilares clássicos em que assentou a construção da Ciência moderna (aqui entendida como aquela que se constituiu em ruptura com o senso comum) i) o laboratório (sentido lato) como espaço operatório privilegiado de produção do conhecimento; ii) a linguagem não só como instrumento de simbolização (função cognitiva) mas também de veículo de difusão desse conhecimento; e iii) a comunidade científica como instrumento de legitimação desse conhecimento. Não tem sentido falar de Ciência se lhe retirarmos um desses pilares. A questão nova não é do que está a mais, mas sim do que possa estar a menos. Ou seja, a questão que se coloca agora é de saber se não haverá algo mais a inscrever na configuração descrita e de que modo lidar agora com problemáticas ético/sociais que o próprio desenvolvimento científico/tecnológico gerou (CACHAPUZ, PRAIA e JORJE, 2002 p. 97).

A consequência para o ensino de Ciências é que este passa de uma fase de apresentação da ciência como atividade neutra para uma na qual o contexto da pesquisa científica e suas consequências sociais, políticas e culturais são destacados como elementos determinantes desta prática (KRASILCHIK e MARANDINO, 2004).

Somada a essa mudança de perspectiva sobre o desenvolvimento científico, a ampliação do acesso à educação básica também passa a demandar objetivos diversos dos que consagram a disciplina escolar Ciências (DÍAZ, 2002; KRASILCHIK, 2000). Com a expansão do ensino público - que não pretendia formar futuros cientistas - os objetivos do ensino de ciências passam a ter um caráter instrumentalizador, por meio do fornecimento de subsídios às pessoas para que estas pudessem viver melhor. Os alunos agora deveriam estudar conteúdos científicos relevantes para a sua vida, através de temáticas como lixo, poluição, saúde, entre outros. Logo, o caráter elitista dos currículos e metodologias do período inaugural perde, ao menos na esfera normativa, espaço e força no cenário educacional, dando lugar a recomendações de um ensino que possibilite a resolução de problemas e a tomada de decisões responsáveis por parte dos educandos.

Assim como a expansão do número de matrículas nas escolas, as mudanças na estrutura produtiva e nas relações de trabalho passam a demandar novos objetivos para as disciplinas escolares. De acordo com Cazzeli e Franco (2001), as rápidas

mudanças na ordem econômica, política e social mundial criam novas exigências educacionais, seja na interface entre educação e trabalho ou naquela entre educação e o exercício da cidadania, conforme buscamos discutir no capítulo 3.

Nos modelos tradicionais de política científica e tecnológica, na maior parte das vezes a participação do cidadão ocorre, teoricamente, por meio de programas de difusão social das atividades em ciência e tecnologia. Este conceito é bastante amplo, incluindo desde os esforços dos especialistas de tornar compreensíveis suas investigações a um público leigo, até o marketing puro e simples, passando ainda pela implementação de políticas educacionais nas esferas formal e informal. Como resultado, os cidadãos teriam acesso aos rudimentos básicos das tecnologias (e das teorias científicas que as sustentam), e o que é mais importante, seriam persuadidos dos benefícios individuais e sociais que seriam derivados de seu apoio a estas tecnologias (ESCALANTE, 2009).

Uma vez que o modelo da difusão tem mostrado, já há algum tempo, uma série de debilidades, os responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologias emergentes no âmbito público e privado vêm admitindo alternativas mais eficazes e, principalmente, mais democráticas com o objetivo de conquistar uma maior aceitação social. As alternativas passam por uma ou outra modalidade de participação cidadã na ciência e na tecnologia, fundamentadas por três argumentos principais (ESCALANTE, 2009): o primeiro, de cunho instrumental, diz respeito à criação de mecanismos de participação que evitem um rechaço generalizado de certas inovações científicas e tecnológicas, como por exemplo, as nanotecnologias. O segundo argumento é de natureza substantiva: num cenário de riscos e incertezas globais, os cidadãos poderiam colaborar com os especialistas na produção de conhecimentos valiosos e úteis para os projetos em desenvolvimento. Finalmente, um forte argumento normativo, que rechaça a tecnocracia e defende que todos os cidadãos têm direito de participar de decisões que afetem a sua vida.

Esta mudança ocorre sob o lema “Ciência para Todos”, criado na década de 1980 para celebrar um compromisso internacional entre diversos países membros da UNESCO, cuja meta principal era a democratização do acesso ao conhecimento científico. Neste cenário, o objetivo de formação dos futuros cidadãos é colocado em pé de igualdade com o objetivo original da educação formal em Ciências, relacionado com a seleção e a preparação de futuros

cientistas. Esses objetivos passam a dividir espaço em políticas educacionais, currículos, propostas pedagógicas e na formação docente, e esta coexistência, naturalmente, vem acompanhada de uma série de tensões<sup>12</sup>.

Logo, neste momento são legitimados os objetivos voltados para a formação do cidadão e para o desenvolvimento de atividades com implicação social, através de recomendações que valorizam a contextualização e a integração entre as disciplinas. Este movimento de transformações é acompanhado e influenciado por ampla produção acadêmica, em geral vinculada às correntes denominadas letramento científico e ciência-tecnologia-sociedade (CTS), que abordaremos na seção a seguir. Vale destacar, antes de abordarmos essas correntes, algumas pesquisas sobre o nosso tema que encontramos em nossa revisão da literatura.

De acordo com Toti e colaboradores (2009), uma idéia difusa sobre cidadania tem sido assumida e mesmo reforçada em diversos discursos que procuram justificar a necessidade de uma educação científica para todas as pessoas. Para os autores, essa idéia difusa sobre cidadania acaba promovendo um consenso sobre o tema que é apenas aparente. Os autores destacam em sua pesquisa a existência de vários discursos que afirmam que a finalidade da educação científica é a de formar os indivíduos para o exercício da cidadania, e defendem um exame mais acurado dessa proposição.

Acevedo et al (2005) e Praia; Gil-Pérez e Vilches (2007) apresentam justificativas para o Ensino da Natureza da Ciência, que perpassam a formação para a cidadania. Os autores enfatizam que numerosos especialistas em didática das ciências utilizam um argumento democrático para sustentar a idéia uma alfabetização científica e tecnológica para todos, com uma melhor compreensão da natureza da Ciência, “[...] permite tomar decisões mais refletidas sobre questões tecnocientíficas de interesse social, o que contribuiria para tornar mais possível a participação na cidadania.” (p.4).

Auler (2003) considera que em uma alfabetização científico-tecnológica voltada para a construção da cidadania o sentido dos conteúdos científicos mudam, deixando de ter uma finalidade potencial, futura, transformando-se “[...] em meios, em ferramentas para a compreensão de temas socialmente relevantes.” (p.10).

---

<sup>12</sup> Ver seção 4.4

Esta perspectiva é realçada pelo autor ao citar Cachapuz: “No entender de Cachapuz (1999), posição aqui compartilhada, numa educação para a cidadania deve-se ir além dos objetivos centrados nos conteúdos e nos processos da Ciência marcados por ‘epistemologias internalistas’ ”. (p.10).

Cassab (2008) considera que as discussões acerca da Ciência e Tecnologia na democracia precisam ser enfáticas ao evidenciar que os trabalhos científicos e tecnológicos são desenvolvidos em meios sociais com condicionantes humanos, políticos, ideológicos e econômicos. Neste sentido, desautorizar o cidadão comum a agir, tomar decisões e intervir na pauta de trabalho dos especialistas, significa produzir uma forma de compreensão da ciência oposta às formas democráticas de interação da ciência com os cidadãos.

#### 4.1

#### **Letramento Científico e Movimento Ciência – Tecnologia – Sociedade (CTS)**

Nas últimas décadas, o letramento científico (LC) tornou-se objeto de debates no campo da educação em ciências em todo o mundo e o emprego do termo letramento científico vem sendo largamente utilizado em uma série de países, no sentido de expressar o que deveria constituir a educação em ciências para todos os estudantes.

No Brasil, o termo comumente empregado na literatura sobre educação em ciências é o de alfabetização científica, embora o termo letramento possa ser encontrado em alguns textos. Krasilchick e Marandino (2004) consideram que o termo alfabetização científica seja o mais consolidado na comunidade de educadores em ciências, embora seu sentido se aproxime ao de letramento. Chassot (2000, apud SANTOS, 2007), também considera o termo letramento mais adequado, mas acaba por utilizar o termo alfabetização em seu texto, pois o primeiro não é dicionarizado e, na visão do autor, apresenta conotações pernósticas. Neste texto optamos pela utilização do termo letramento científico, por considerarmos que o sentido de letramento está mais próximo das articulações com a educação para a cidadania que pretendemos desenvolver em nossa pesquisa, conforme discutiremos mais adiante.

O movimento ciência – tecnologia – sociedade (CTS) e a corrente do letramento científico surgiram em contextos diferentes, embora pontos em comum

sejam reconhecidos por estudiosos das duas correntes. De acordo com Aikenhead (1997), o movimento CTS surgiu em um contexto marcado pela crítica ao modelo de desenvolvimento científico e tecnológico, já a corrente do letramento científico nasceu por pressões sociais geradas pelas mais diferentes razões, desde as econômicas até as práticas. Estas correntes abrangem uma série de significados, funções e contextos educacionais, que buscamos explorar a seguir.

#### 4.1.1

##### **Letramento científico**

De uma forma geral, o letramento científico pode ser conceitualizado como uma finalidade do ensino da disciplina ciências, como orientação para o desenvolvimento de currículos, como base para o entendimento público da ciência e como tópico de pesquisa. Além disso, está conectado com outros campos da educação, como o da educação para a cidadania e da educação multicultural (MARTINS, 2011). No entanto, uma infinidade de definições de letramento científico podem ser encontradas na literatura, assim como outros termos relacionados, como entendimento público da ciência, engajamento público com a ciência e cultura científica (ROBERTS, 2007).

Uma explicação para esta diversidade pode ser encontrada ao explorarmos o próprio conceito de letramento. De acordo com Soares (2003), o letramento cobre uma vasta gama de conhecimentos, habilidades, capacidades, valores, usos e funções sociais (p. 65). Logo, as diferentes demandas postas para os indivíduos e grupos que vivem em diferentes sociedades impossibilitam a delimitação de um conceito único de letramento, e também de letramento científico.

Segundo Soares (idem), a primeira distinção importante para a compreensão do sentido do letramento diz respeito às suas duas dimensões, quais sejam, a dimensão individual e a social. A primeira diz respeito aos processos complementares de leitura e escrita, e o conjunto de habilidades requeridas para cada um desses processos. A leitura, nessa perspectiva,

estende-se da habilidade de traduzir sons em sílabas sem sentido a habilidades cognitivas e metacognitivas; inclui, dentre outras: a habilidade de captar significados; a capacidade de interpretar sequências de idéias ou eventos, analogias, comparações, linguagem figurada, relações complexas, anáforas; e ainda, a habilidade de fazer previsões iniciais sobre o sentido do texto, de construir significado combinando conhecimentos prévios e informação textual, de monitorar a compreensão e modificar previsões

iniciais quando necessário, de refletir sobre o significado do que foi lido, tirando conclusões e fazendo julgamento sobre o conteúdo. Acrescente-se a essa grande variedade de habilidades de leitura o fato de que elas devem ser aplicadas diferenciadamente a diferentes materiais de leitura (SOARES, 2003 p. 69).

A escrita, por sua vez,

estende-se da habilidade de registrar unidades de som até a capacidade de transmitir significado de forma adequada a um leitor potencial. (...) Desse modo, a escrita engloba desde a habilidade de transcrever a fala, via ditado, até habilidades cognitivas e metacognitivas; inclui a habilidade motora (caligrafia), a ortografia, o uso adequado de pontuação, a habilidade de selecionar informações sobre um determinado assunto e de caracterizar o público desejado como leitor, a habilidade de estabelecer metas para a escrita e decidir qual a melhor forma de desenvolvê-la, a habilidade de organizar idéias em um texto escrito, estabelecer relações entre elas, expressá-las adequadamente (idem, p.70).

A segunda dimensão, social, diz respeito ao que as pessoas fazem com a leitura e a escrita em um determinado contexto social, partindo-se do princípio que essas habilidades são relacionadas a valores, necessidades e práticas sociais. Neste sentido, o letramento seria “o conjunto de práticas sociais ligadas à leitura e à escrita em que os indivíduos se envolvem em seu contexto social.” (SOARES, 2003 p.72). No entanto, a dimensão social do letramento comporta diferentes interpretações, dependendo das perspectivas sobre as relações entre letramento e prática social adotadas, que podem ser “fracas” ou “fortes”.

Na perspectiva de uma relação “fraca”, o letramento pode ser definido como as habilidades necessárias para que uma pessoa seja capaz de engajar-se nas atividades nas quais o letramento é exigido em sua cultura ou grupo. Logo, o uso das habilidades de leitura e escrita estão relacionados ao funcionamento<sup>13</sup> e a participação adequados na sociedade, o que possui como consequência o desenvolvimento cognitivo e econômico, a mobilidade social, o progresso profissional e a cidadania (SOARES, 2003). Logo, na perspectiva funcionalista os cidadãos ajustam-se a sociedade e contribuem para o seu progresso, consolidando e reproduzindo as relações estabelecidas.

A outra perspectiva, emancipatória (MARTINS, 2011), identifica uma relação “forte” entre o letramento e as práticas sociais. Nesta interpretação, o letramento não pode ser considerado um instrumento neutro, uma vez que em uma

---

<sup>13</sup> O conceito de letramento funcional, amplamente utilizado nas recomendações para a educação fundamental surge desta perspectiva, que pode ser denominada funcionalista.

sociedade letrada, os processos de leitura e escrita tomam parte na construção de valores, tradições e nas relações de poder. Assim, o letramento é visto como instrumento da ideologia, e as relações entre linguagem e prática social assumem um papel determinante nos rumos tomados pela sociedade<sup>14</sup>. Nesta perspectiva, os indivíduos engajam-se não só em práticas que transformam sua condição na sociedade, mas também em práticas que podem mudar a própria sociedade (idem).

O campo da educação em ciências, ao incorporar o conceito de letramento, também se apropria das suas diferentes dimensões e perspectivas. Naturalmente, as duas dimensões do letramento (individual e social) coexistem na maioria das propostas de educação em ciências, pois são complementares. As diferentes perspectivas da dimensão social (funcionalista e emancipatória) também dividem espaço em muitas recomendações, com maior ou menor ênfase em cada uma, de acordo com as finalidades a serem atingidas, conforme buscamos exemplificar a seguir.

De acordo com Terneiro-Vieira (2004), as propostas atuais para o ensino de ciências enfatizam a instrumentalização dos estudantes para o desenvolvimento de um pensamento crítico, o que representa uma genuína necessidade em uma sociedade tecnológica e científica, onde cada movimento do homem pode ser influenciado pelos produtos da ciência. Logo, o desenvolvimento destas capacidades permite aos indivíduos se posicionarem em relação às questões da ciência, por meio da detecção de incongruências nas argumentações ou atuar no sentido de suspender certas tomadas de decisão em casos em que não haja evidências suficientes para traçar e sustentar uma conclusão. Nesta mesma direção, Praia e Cachapuz (2005) fazem a seguinte distinção:

São sintomas de “analfabetismo” científico-tecnológico, mais do que um déficit de conhecimentos tecnocientíficos, não saber, por ex., como utilizar os seus conhecimentos para negociar, argumentar e atuar em situações concretas; ter excesso de confiança na tecnociência e ter excesso de desconfiança no seu próprio potencial de compreensão das ciências e das técnicas. Ao contrário, ser cientificamente alfabetizado implica ser capaz de discutir alguns resultados das investigações científicas e as suas possíveis implicações, de modo a poder compreender a sócio-tecnologia de um modo crítico - a ter “consciência-tecnológica” (p. 181).

---

<sup>14</sup> Esta perspectiva mais crítica sobre o letramento será ampliada quando apresentarmos o referencial teórico-metodológico desta pesquisa.

Para Laugksch (2000), um indivíduo cientificamente letrado caracteriza-se por entender as inter-relações entre ciência e sociedade, a ética que rege a produção científica, a natureza da ciência, as diferenças entre ciência e tecnologia, conceitos básicos da ciência e as inter-relações entre a ciência e as humanidades. Neste sentido, o indivíduo cientificamente letrado seria capaz de desenvolver habilidades que o permitiriam utilizar conceitos científicos para a tomada de decisões responsáveis sobre sua própria vida.

Norris e Phillips (2003) identificaram os seguintes significados para o letramento científico:

a) conhecimento do conteúdo científico e habilidade em distinguir ciência de não-ciência; b) compreensão da ciência e de suas aplicações; c) conhecimento do que vem a ser ciência; d) independência no aprendizado de ciência; e) habilidade para pensar cientificamente; f) habilidade de usar conhecimento científico na solução de problemas; g) conhecimento necessário para participação inteligente em questões sociais relativas à ciência; h) compreensão da natureza da ciência, incluindo as suas relações com a cultura; i) apreciação do conforto da ciência, incluindo apreciação e curiosidade por ela; j) conhecimento dos riscos e benefícios da ciência; k) habilidade para pensar criticamente sobre ciência e negociar com especialistas.

De Boer (2000), por sua vez, sumariza os objetivos do letramento científico nos seguintes tópicos:

1. Aprender e ensinar ciência como algo constitutivo da cultura do mundo moderno;
2. Preparar para o mundo do trabalho;
3. Aprender e ensinar a ciência que possui aplicação direta na vida cotidiana;
4. Ensinar os estudantes para que estes sejam cidadãos informados;
5. Aprender que a ciência é um modo particular de examinar o mundo natural;
6. Entender os textos e discussões que aparecem na mídia;
7. Aprender ciência pelo seu apelo estético;
8. Preparar cidadãos que sejam simpáticos à ciência;
9. Entender a natureza e a importância da tecnologia e a relação entre ciência e tecnologia.

Com base nestas definições, é possível perceber que no nível individual, a compreensão da linguagem da ciência destaca-se como uma aptidão fundamental para o letramento científico dos estudantes. A linguagem científica pode ser considerada como parte constitutiva do processo de produção deste conhecimento, sendo impossível separar a ciência do modo como esta é escrita. De acordo com

Martin (1993), na comunicação científica, os textos são formados por conjuntos de conceitos e definições interligados, que juntamente com o vocabulário técnico possuem a função de locar o máximo de informação no menor espaço possível. Neste sentido, a linguagem constituiria uma das mais importantes tecnologias desenvolvidas pelos cientistas. Além disso, nos textos científicos podemos encontrar uma ampla diversidade de relações entre linguagens, como a linguagem verbal, a matemática e a imagética. Segundo o autor, para que um estudante torne-se cientificamente letrado, o mesmo deve ser capaz de ler e escrever sobre os diferentes gêneros que compõem os textos científicos. Logo, a apropriação da linguagem científica torna-se atributo indispensável à compreensão de uma ciência, o que traz implicações para seu ensino e aprendizagem.

No nível social do letramento, em uma perspectiva funcionalista, destaca-se a ênfase da educação em ciências para a resolução de problemas que envolvem a ciência e a tecnologia, com a finalidade de uma instrumentalização para a participação na cultura (FOUREZ, 2003). Muitas propostas vêm destacando a abordagem de temas como ambiente, poluição, tecnologia, medicina, etc., para a promoção deste nível de letramento científico. O despertar de vocações científicas e a preparação para o mundo do trabalho também podem ser encaixados em uma perspectiva funcionalista de letramento.

Finalmente, na perspectiva emancipatória predominam propostas que valorizam a compreensão da natureza da ciência, com destaque para o ensino da história e da sociologia da ciência. Nesta perspectiva, a incorporação da história, da sociologia e da filosofia da ciência nos currículos da educação formal em ciências permitiria uma compreensão mais ampla e acurada, algo essencial para a apreensão das suas implicações sociais. Isto porque tal entendimento promoveria uma visão de ciência como prática social, provisória e incerta, e não uma atividade neutra, que tornaria os estudantes capazes de avaliar os produtos da ciência tendo em vista as opiniões divergentes dos especialistas (SANTOS, 2007).

Nessa perspectiva, no processo de aprendizagem das ciências pelos alunos é importante que a noção de natureza e o propósito da teoria e da sua construção estejam bem claros, sob pena de a aprendizagem se reduzir a pouco mais do que a simples memorização. De acordo com os autores, é importante que a teoria seja apreendida como uma estrutura complexa. Para isso, não podemos dar grande ênfase a um ensino de saberes observacionais separados das construções teóricas,

ou baseado na separação artificial entre processos e produtos em ciência (PRAIA, CACHAPUZ e GIL-PEREZ, (2002).

Deve-se pretender, antes, que os alunos aprendam que a ciência é um luta constante e difícil na busca de mais verdade científica, por definição sempre tentativa que se não confunde com certezas, e os professores devem encorajar os alunos a ganharem confiança nas suas conjecturas racionais, para serem capazes de pôr em causa as hipóteses dos pares e, em última análise, sejam capazes de vivenciar de algum modo o sentido e o espírito da própria construção do conhecimento científico. Os alunos têm que ter consciência que não se chega às teorias de um momento para o outro, por um processo guiado e são, antes, um longo processo de construção. Não se trata de um processo de acumulação, mas de mudança, incluindo mudanças na forma de pensar. Por isso mesmo, o ensino das ciências deve procurar o consenso, mas sem anular o debate (idem, p. 137).

Nos últimos anos, podemos observar algumas iniciativas neste sentido, mas que ainda estão longe de atingir nosso sistema educativo com maior amplitude. Dentre as estratégias e mudanças metodológicas frequentemente apontadas na literatura, podemos citar a abordagem por situações-problema e as questões sócio-científicas.

De acordo com Perrenoud (2000), situações significativas, ou situações problema apresentam-se aos estudantes como desafios a serem resolvidos. Elas não encontram sua significação meramente na curiosidade dos alunos, pois os desafiam a melhor compreender e também a atuar para transformar as situações problematizadas durante o desenvolvimento dos programas de ensino. Uma verdadeira situação-problema obriga a transpor um obstáculo graças a uma aprendizagem inédita, o que implica a necessidade de solicitar cada aluno em sua zona de desenvolvimento proximal, o que traz implicações (e grandes desafios) para a gestão da classe, como a administração da heterogeneidade dos estudantes e o desenvolvimento de cooperação entre os alunos através de formas simples de ensino mútuo.

As questões sócio-científicas (SADLER, 2009; 2004; SANTOS e MORTIMER, 2009), por sua vez, fornecem uma plataforma interessante para experiências de aprendizagem em ciências porque elas envolvem problemas cujas soluções são multifacetadas e indeterminadas. A exploração destas questões requer a negociação de conceitos científicos, princípios e práticas, em um contexto de questões abertas. Diferentemente de muitos problemas encontrados

em situações de educação em ciências tais questões não possuem uma única resposta correta, não podem ser satisfatoriamente conduzidos por meio de respostas memorizadas ou bem ensaiadas. Questões sócio-científicas também tendem a ser controversiais por natureza, em parte por seu status indeterminado, em parte por suas conexões com a sociedade. Essas questões podem ser informadas por dados e teorias científicas, mas também são sujeitas a considerações econômicas, sociais, políticas e/ou éticas. Muitos estudos documentam ganhos nas práticas de argumentação associadas à abordagem destas questões (Driver, Newton e Osbourne, 2000; Sardá e Sanmartí, 2000; Jiménez-Aleixandre e Diaz, 2003).

#### 4.1.2

#### **Ciência – Tecnologia – Sociedade**

No campo do currículo, muitos trabalhos vêm sendo publicados no Brasil destacando as potencialidades de recomendações com ênfase nas questões que relacionam ciência, tecnologia e sociedade. A abordagem CTS preocupa-se com o desenvolvimento de uma visão de ciência em seu contexto social, e com a produção de currículos mais apropriados e relevantes para a vida dos estudantes.

Roberts (1991), define os currículos de ciências com ênfase em CTS como aqueles que tratam das articulações entre explicação científica, usos da tecnologia e tomada de decisão sobre temas práticos de relevância social. Assim, uma proposta curricular com ênfase em CTS pode ser vista como uma integração entre educação científica, tecnológica e social, na qual os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

Tais currículos apresentam uma concepção de: (i) *ciência* como atividade humana que tenta controlar o ambiente e a nós mesmos, e que é intimamente relacionada à tecnologia e às questões sociais; (ii) *sociedade* que busca desenvolver, no público em geral e também nos cientistas, uma visão operacional sofisticada de como são tomadas decisões sobre problemas sociais relacionados à ciência e tecnologia; (iii) *aluno* como alguém que seja preparado para tomar decisões inteligentes e que compreenda a base científica da tecnologia e a base prática das decisões; e (iv) *professor* como aquele que desenvolve o conhecimento

de e o comprometimento com as inter-relações complexas entre ciência, tecnologia e decisões.

Bybee (1987) caracteriza a orientação curricular de CTS como pesquisa e desenvolvimento de currículos que contemplem, entre outros: (i) a apresentação de conhecimentos e habilidades científicos e tecnológicos em um contexto pessoal e social; (ii) a inclusão de conhecimentos e habilidades tecnológicos; (iii) a ampliação dos processos de investigação de modo a incluir a tomada de decisão e (iv) a implementação de projetos de CTS no sistema escolar.

Segundo Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988), CTS pode ser caracterizado como o ensino do conteúdo de ciências no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências do dia-a-dia. A proposta curricular de CTS corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-econômicos (LÓPEZ e CERESO, 1996).

Os currículos CTS diferenciam-se significativamente dos convencionais, pois se preocupam com a formação de atitudes e valores, são organizados em temas - em contraposição aos extensos programas tradicionalmente oferecidos - e valorizam as opiniões dos estudantes (SANTOS E MORTIMER, 2000). A abordagem em temas, segundo Auler e Delizoicov (2001) permite a instrumentalização do aluno para sua maior compreensão e atuação na sociedade contemporânea. Neste trabalho, os autores destacam ainda a influência de Paulo Freire e George Snyders na dimensão filosófica desta abordagem do ensino, entendida como problematizadora e feita em sintonia com as crenças e contradições dos alunos (AULER e DELIZOICOV, 2001).

Segundo Auler e Delizoicov (2006), as aproximações entre os referenciais ligados ao movimento Ciência – Tecnologia – Sociedade e os pressupostos ligados à obra de Paulo Freire na educação escolar podem ser estabelecidas em três das suas finalidades: (1) problematização do modelo de decisões tecnocráticas; (2) superação da perspectiva salvacionista e redentora atribuída à ciência e à tecnologia e (3) superação do determinismo tecnológico, expressando uma concepção de não neutralidade das ciências. Esta visão busca a ruptura, no ensino das Ciências, da concepção de um modelo linear do progresso, que

pressupõe que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia gerariam um maior desenvolvimento econômico, e por consequência, um maior desenvolvimento social. Os autores destacam ainda que o pensamento de Paulo Freire vem contribuindo para a elaboração de currículos de ciências mais sensíveis ao entorno, e mais abertos às questões contemporâneas que são fortemente marcadas pela dimensão científico-tecnológica.

### 4.1.3

#### **Educação em ciências e cidadania**

Numa abordagem mais específica das relações entre educação em ciências e cidadania na perspectiva do letramento científico, Kolstø (2008) defende que no caso desta disciplina, a educação para a cidadania busca preparar os estudantes para uma participação ativa, informada, crítica e responsável em situações nas quais uma visão sobre diferentes aspectos da ciência pode melhorar a qualidade da participação dos estudantes. O autor afirma que um dos principais argumentos em defesa da educação em ciências para a cidadania é o da democracia, e enfatiza o papel da ciência na sociedade, como por exemplo, as questões pessoais, sociais e políticas relacionadas a problemas ambientais e de saúde humana. Afirma ainda que para a maioria das pessoas o contato com a ciência se dá por meio das diversas questões sócio-científicas que estas confrontam enquanto indivíduos e como membros da sociedade e, por esta razão, um currículo de ciências para a cidadania idealmente incluiria, entre outras questões, a ênfase na participação democrática, no sentido de fornecer bases psicológicas e morais para este fim.

Além disso, a educação em ciências para a cidadania democrática pressupõe conhecimentos relevantes somados a habilidades e atitudes. O autor defende a relevância da compreensão da Natureza da Ciência e das interações entre ciência e sociedade para uma argumentação racional sobre questões sócio-científicas.

Nesta perspectiva, a consciência dos aspectos sociais da ciência pode ajudar os cidadãos a se engajarem em questões sócio-científicas apoiados em uma maior compreensão da legitimidade do debate científico e ainda, a perceber o caráter incerto e o papel da argumentação no trabalho científico. Além disso, a consciência da existência de diferentes modalidades de pesquisa científica e o

papel de interesses conflitantes na ciência pós-acadêmica é importante (KOLSTØ, 2008).

No entanto, os profissionais que atuam nas diferentes esferas da área deparam-se com uma série de problemas de ordem prática ao articular educação em ciências e cidadania. Um deles refere-se à questão da seleção de conteúdos com o objetivo de aumentar a competência dos estudantes em interpretar situações relacionadas com a ciência no cotidiano, quando os conteúdos de caráter humano, (os valores, os limites e as táticas de tomada de decisão da ciência) são muito amplos para servir como referência para a sala de aula (KOLSTØ, 2000). Neste sentido, torna-se importante especificar que valores e que limites enfatizar, e ainda que tópicos seriam mais relevantes. Outra questão preocupante é a definição da relevância do conhecimento incluído nos currículos de ciências, no que diz respeito ao cotidiano dos alunos. De acordo como autor, o que parece faltar é uma discussão de como cada tópico sugerido pode contribuir com os problemas que os estudantes vão se deparar na sua vida adulta. O terceiro ponto apontado por Kolstø (2000) refere-se ao volume de conteúdo científico necessário para lidar com uma questão sócio-científica:

É importante tentar identificar uma estrutura básica que esteja ao alcance da maioria dos estudantes. A tomada de decisão sobre questões sócio-científicas é baseada em valores e até o presente, nós não sabemos até que ponto o conhecimento da ciência pode melhorar o processo de tomada de decisão. É importante, no entanto, que os estudantes não julguem seu conhecimento insuficiente para o engajamento em questões de seu interesse (KOLSTØ, 2000 p.293).

A partir desta perspectiva, o autor propõe alguns tópicos a serem enfatizados na educação em ciências, com base no argumento de que este conhecimento fornece aos estudantes instrumentos para o exame e posicionamento sobre questões sócio-científicas controversas. São eles:

#### 1. Ciência como processo social

O entendimento da diferença entre a “ciência pronta” e a “ciência em ação”, termos cunhados por Latour (2000) para distinguir o produto de um consenso relativamente estável sobre algum objeto de pesquisa daquela que está sendo produzida nos laboratórios, apresentada e debatida em conferências e periódicos especializados e na qual divergências e disputas são vistas como naturais e

legítimas. Esta separação, no entanto não é nítida e é justamente nesta zona intermediária que residem relações sociais baseadas na competição ou colaboração, no estabelecimento de consensos e ainda, no surgimento de conflitos de interesse<sup>15</sup>. Aikenhead (1985) destaca que:

a idéia que a informação técnica por si só carregue uma bagagem político-ideológica fornece razões para questionar a “objetividade” da ciência. A neutralidade política e ética do empreendimento científico é considerada por muitos um mito, propagado de uma geração para a outra por meio de uma educação em ciências convencional imbuída de uma visão empirista/positivista da ciência (p. 458).

Algum entendimento das diferenças entre a “ciência pronta”, presente nos livros didáticos, e a “ciência em ação” pode representar uma importante ferramenta na compreensão das discordâncias e disputas entre pesquisadores como algo inerente à produção deste tipo de conhecimento e ainda, que em muitos casos, as decisões relativas a questões sócio-científicas precisam ser tomadas com base no conhecimento disponível.

## 2. Limitações da ciência

Neste tópico a ênfase está nas relações entre a ciência e outros domínios do conhecimento, em especial entre o conhecimento científico e os julgamentos de valor e entre o conhecimento científico e a política. Nestas relações, a ciência representa um entre diversos domínios sociais relevantes para as decisões de caráter sócio-científico, e em muitos casos, não é o mais importante, uma vez que muitas questões apresentam aspectos econômicos, sociais e culturais que são cruciais para determinadas escolhas e decisões. Além disso, os valores de neutralidade e objetividade da “ciência pronta” em geral apresentados nos livros didáticos de ciências estão fora da zona de interesse da maior parte dos estudantes, e freqüentemente são de menor importância na tomada de decisões. Pois é quando o conhecimento é colocado em uso num contexto social que as questões relativas às evidências, à objetividade e à neutralidade tornam-se relevantes.

Uma coisa parece certa. O conhecimento científico, por si mesmo – mitose/meiose, fisiologia embrionária ou o papel do RNA na diferenciação celular – não vão modificar expectativas errôneas em relação à ciência. Uma pessoa pode ter sido excelente em resolver problemas de física, em balancear equações redox ou em memorizar termos anatômicos; mas ao

---

<sup>15</sup> Para uma discussão ampliada sobre o assunto, ver Latour (2000), Latour e Woolgar (1997) e Stengers (2002).

interpretar o mundo real num momento crucial de decisão, ele ou ela pode ser ignorante. De maneira geral, este tipo de pessoa não compreende as características e limitações da ciência e da tecnologia (Aikenhead, 1985 p. 451).

O conhecimento e a consciência desta idéia podem servir como uma ferramenta para o engajamento dos cidadãos, tanto no sentido da produção de argumentações mais fundamentadas como na identificação de argumentações de cunho tecnocrático em debates sobre questões controversas.

Ainda no escopo das limitações da ciência, o conhecimento de que, em situações nas quais os cientistas estão lidando com problemas do mundo real os modelos científicos estão articulados a um contexto pode contribuir para a participação dos estudantes em dois sentidos: como ferramenta para a interpretação de situações sobre previsões científicas que falham e também por meio da percepção que é legítimo fazer objeções e discutir a relevância da aplicação de modelos científicos a situações novas e/ou complexas.

### 3. Valores na ciência

A ciência possui um conjunto próprio de valores e normas que norteiam as decisões e os rumos dos seus empreendimentos, em âmbitos disciplinares diversos. Esses valores guiam os cientistas, por exemplo, na escolha entre teorias em disputa e na definição de metodologias experimentais, representando uma faceta importante da matriz disciplinar dos cientistas (Aikenhead, 1985). Este conjunto de valores, denominados *constitutivos* por Longino (1983, apud Aikenhead, 1985) coexiste com um outro, formado por valores relacionados com a ética, a ideologia e a cultura. Este grupo foi denominado por Longino de valores *contextuais*. De acordo com Aikenhead (1985),

Aqueles que acreditam na neutralidade da ciência defendem que a ciência é livre de valores contextuais, e não constitutivos. No entanto, a posição da “ciência livre de valores” admite que valores contextuais afetam o empreendimento científico e tecnológico (1) por influenciar os campos de pesquisa a serem fundados, (2) por influenciar as decisões políticas sobre a implementação tecnológica da ciência (debates sobre energia nuclear, por exemplo) e (3) por influenciar metodologias de pesquisa que possam ser incompatíveis com valores éticos (p. 457).

A objetividade científica é um dos principais valores constitutivos comunicados aos estudantes (Aikenhead, 1985). Podemos destacar ainda a demanda por evidência – e os critérios do que conta como evidência, e o valor suspensão da crença, que comentaremos mais adiante.

A objetividade da ciência é destacada por Aikenhead como um dos principais valores inscritos nos livros didáticos de ciências. O autor aponta que em muitos casos, os livros mascaram mensagens relacionadas aos valores contextuais ao lidar com conteúdos de cunho societal.

Outro valor constitutivo central à ciência é a demanda por evidência, e os critérios do que conta como evidência em um problema científico. Este valor choca-se freqüentemente com as evidências apresentadas pelos cidadãos, que são denotadas como anedóticas pelos cientistas. No entanto, este tipo de evidência vem sendo considerada relevante, uma vez que estas podem indicar a existência de problemas mesmo nos casos em que a evidência estatística seja necessária na distinção das explicações em disputa.

A evidência científica e a evidência anedótica possuem seus campos e limitações. Neste sentido, parece necessário um entendimento mútuo a respeito das limitações e potenciais de diferentes tipos de evidência. Por esta razão, o discernimento desses dois tipos de evidência pode ser interessante para os estudantes por servir como ferramenta para o discernimento dos casos nos quais a rejeição da evidência anedótica é apropriada daqueles que a negação da evidência é feita por simples arrogância.

Outro valor constitutivo considerado relevante para a educação em ciências é o da “suspensão da crença”<sup>16</sup>, que está relacionado com a prática de esperar que evidência suficiente seja acumulada para que se tome uma decisão. Situações nas quais cientistas evitam delinear conclusões ou fornecer respostas diretas são bem conhecidas por todos.

Este valor emerge especialmente no contexto da “ciência pronta”<sup>17</sup>, pois em diversas situações de pesquisas em andamento um valor antagônico – a “suspensão da descrença” - se legitima, ou seja, pode-se investir em uma idéia apesar das evidências se mostrarem contraditórias.

---

<sup>16</sup> Holton, 1978, apud Kolstø 2001.

<sup>17</sup> Holton utiliza os termos ciência pública e privada (KOLSTO, 2001).

O conhecimento deste valor, no contexto das diferenças entre a ciência pronta e a ciência em ação, pode ajudar na interpretação das informações científicas. Pode ainda ser útil no entendimento de que em muitos casos a informação oferecida é a única disponível e que em diversas situações as decisões são tomadas em informações desta natureza.

#### 4. Atitude crítica

Crítica e argumentação são práticas comuns nas disputas científicas. Para alguns comentaristas, tais práticas podem ser consideradas como as maneiras nas quais a “ciência em ação” transforma-se em “ciência pronta”, ou seja, por meio destas atividades algumas teorias são consolidadas ganhando credibilidade e atingindo relativo consenso, e outras são abandonadas.

De fato, a inserção de noções sobre as práticas de crítica e argumentação científica em projetos educacionais vem sendo tema de uma série de debates e possui um lugar de destaque nas discussões atuais sobre educação em ciências (KUHN, 1993; DRIVER, NEWTON e OSBOURNE, 2000; SARDÁ E SANMARTÍ, 2000; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE e DÍAZ, 2003). No que tange a articulação entre educação em ciências e cidadania, este conhecimento vem sendo reconhecido como importante por ampliar as possibilidades de uma atitude crítica frente à informação, ao conhecimento e às linhas de argumentação.

Embora haja consenso de que algum tipo de compreensão da dinâmica de argumentação científica seja relevante para os objetivos de participação política em assuntos que envolvem a ciência, parecem existir muitos limites. Muitas dificuldades podem ser identificadas, em especial no que diz respeito às habilidades necessárias para o engajamento nesta forma de argumentação. Neste sentido, a busca por uma argumentação nas mesmas bases parece pouco razoável.

Isto não significa, obviamente, que o debate entre os diferentes segmentos não possa ocorrer. O que parece ser importante aqui, mais do que a capacidade de argumentar cientificamente é a formação de uma disposição para o questionamento e a crítica dos empreendimentos científicos. Kolstø (2001) destaca a habilidade de formulação de “perguntas epistemológicas”, que englobam as evidências e as questões sociais:

A noção de perguntas epistemológicas inclui questões como evidência e sua relevância e também questões para informação social, como as fontes das evidências, os possíveis interesses envolvidos, a competência dos envolvidos e o nível de consenso entre os cientistas. As respostas a estas questões podem contribuir para elucidar aspectos obscuros ou frustrantes e perguntas deste tipo implicam a prática de uma atitude crítica (p. 305).

O foco na habilidade questionar possui, de acordo com o autor, uma série de vantagens, principalmente no sentido de despertar uma demanda por uma argumentação aberta, explícita e transparente, auxiliando, desta forma, para uma maior visibilidade das evidências, dos valores e das formas de documentação que influenciam as decisões que afetam a vida dos indivíduos.

## 4.2

### **O lugar do livro didático de ciências: polêmicas, políticas e consumo**

O livro didático, enquanto objeto de pesquisa, vem sendo estudado por uma série de autores, por diferentes perspectivas teóricas e metodológicas. Sua produção e utilização vêm sendo alvo, há muitos anos, de severas críticas, seja em relação à erros conceituais, às ideologias veiculadas por ele ou ao seu uso em sala de aula, a conhecida crítica sobre o livro didático como “muleta do professor”.

Apesar de todas as críticas, sem dúvida pertinentes, o livro didático se estabeleceu como um elemento estruturante da educação escolar, representando uma das principais formas de documentação e consulta, influenciando o trabalho docente e discente e o cotidiano da sala de aula (BRASIL, 2003; SANDRIN, PORTO e NARDI, 2004; CALDAS, CUNHA e MAGALHÃES, 2000; NUNES-MACEDO, MORTIMER e GREEN, 2004; NASCIMENTO e MARTINS, 2005).

Em pesquisa realizada pelo grupo FORMAR-Ciências, da Faculdade de Educação da Unicamp, os usos que os professores alegam fazer do livro didático em suas atividades docentes puderam ser aglutinados em três grandes grupos. No primeiro, os professores indicam uso simultâneo de várias coleções didáticas, de editoras ou autores distintos, para elaborar o planejamento anual de suas aulas e para a preparação das mesmas ao longo do período letivo. O segundo grupo compreende a utilização como apoio às atividades de ensino-aprendizagem, seja no magistério em sala de aula, seja em atividades extra-escolares, visando especialmente a leitura de textos, a realização de exercícios e de outras atividades ou, ainda, como fonte de imagens para os estudos escolares, aproveitando fotos,

desenhos, mapas e gráficos existentes nos livros. No terceiro grupo, os professores salientaram que o livro didático é utilizado como fonte bibliográfica, tanto para complementar seus próprios conhecimentos, quanto para a aprendizagem dos alunos, em especial na realização das chamadas pesquisas bibliográficas escolares (MEGID NETO e FRANCALANZA, 2003).

Lajolo (1996) destaca, no entanto, que a importância do livro didático não se restringe aos seus aspectos pedagógicos e às suas possíveis influências na aprendizagem e desempenho dos alunos. O livro didático também é importante por seu aspecto político e cultural, na medida em que reproduz e representa os valores em relação a uma dada visão da ciência, da história, da interpretação dos fatos e do próprio processo de transmissão de conhecimento.

Nesta seção pretendemos desenvolver um pequeno panorama sobre o lugar do livro didático na educação brasileira, no sentido de mapear algumas idéias sobre sua produção e consumo. Privilegiaremos dois aspectos que consideramos relevantes para o desenvolvimento desta pesquisa: (1) o livro didático como objeto de políticas públicas e (2) o livro didático de ciências e suas especificidades.

#### **4.2.1**

##### **O livro didático como objeto de políticas públicas**

A primeira ação governamental sobre a produção dos livros didáticos data do ano de 1929. Neste ano, foi criado o Instituto Nacional do Livro que estimulou, por meio de suas ações, o crescimento da produção e da circulação de livros didáticos nacionais (BRASIL, 2003). A distribuição de livros didáticos vem, desde então, sendo executada por diferentes órgãos do governo, por meio de iniciativas diversas. Em 1938, é criada, por meio do Decreto-Lei nº 1.006, a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), estabelecendo a primeira política nacional de legislação e controle de produção e circulação do livro didático no país. No ano de 1945, pelo Decreto-Lei nº 8.460, o Estado consolida a legislação sobre as condições de produção, importação e utilização do livro didático, restringindo ao professor a escolha do livro a ser utilizado pelos alunos (BRASIL, 2003).

Na década de 1970, a Portaria nº 35, de 11/3/1970, do Ministério da Educação implementa o sistema de co-edição de livros com as editoras nacionais, com recursos do Instituto Nacional do Livro (INL). Em 1971, o Instituto Nacional do Livro (INL) passa a desenvolver o Programa do Livro Didático para o Ensino

Fundamental (Plidef). Em 1976, pelo Decreto nº 77.107, o governo assume a compra de boa parcela dos livros para distribuí-los a parte das escolas e das unidades federadas. Neste ano, com a extinção do INL, a Fundação Nacional do Material Escolar (Fename) torna-se responsável pela execução do programa do livro didático. Os recursos provêm do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) e das contrapartidas mínimas estabelecidas para participação das Unidades da Federação. Devido à insuficiência de recursos para atender todos os alunos do ensino fundamental da rede pública, a grande maioria das escolas municipais é excluída do programa (BRASIL, 2003).

No ano de 1983 a Fename é extinta, sendo criada a Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), que incorpora o Plidef. Na ocasião, o grupo de trabalho encarregado do exame dos problemas relativos aos livros didáticos propõe a participação dos professores na escolha dos livros e a ampliação do programa, com a inclusão das demais séries do ensino fundamental. Em 1985, com a edição do Decreto nº 91.542, o Plidef dá lugar ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (BRASIL, 2003). O PNLD atualmente é financiado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), com recursos do Tesouro Nacional e do Salário-Educação<sup>18</sup>. É, de fato, um programa de proporções gigantescas, que distribui livros na escala dos milhões, dado que o coloca o PNLD entre um dos programas mais amplos em níveis mundiais (HÖFLING, 2006).

O PNLD se desenvolve de forma centralizada ou descentralizada<sup>19</sup>. No esquema a seguir são apresentadas as etapas do modo centralizado, que vigora na grande maioria dos estados brasileiros<sup>20</sup>.

---

<sup>18</sup> No ano de 2007 foram gastos R\$ 661 milhões no PNLD e R\$ 221 milhões no PNLEM, o programa de livros didáticos para o Ensino Médio. Neste mesmo ano a alfabetização de jovens e adultos passou a receber verbas do Programa Nacional do Livro Didático para a Alfabetização de Jovens e Adultos (PNLA), com uma previsão de R\$ 10 milhões (BRASIL, 2003).

<sup>19</sup> Atualmente somente o estado de São Paulo utiliza a operacionalização descentralizada, que ocorre por meio do estabelecimento de repasses por Convênio e fica sob a responsabilidade da Secretaria de Educação do Estado (HÖFLING, 2006).

<sup>20</sup> A seta cheia representa a transição dos eventos situados na esfera do MEC para os eventos situados nas escolas.



**Esquema 3: operacionalização do PNLD.**

A escolha decorrente desse processo determina os livros didáticos utilizados pela escola por um período de três anos, tempo de vigência do PNLD. Os livros devem ser reutilizados a cada um desses três anos, com exceção dos livros do primeiro ano do Ensino Fundamental (EF), que são distribuídos anualmente.

Uma das críticas a esta política de compra de livros consiste na acentuada centralização da participação de um grupo de editoras. Entre os diferentes grupos envolvidos no processo de escolha (técnicos, gestores, professores e alunos), os grupos editoriais podem ser considerados os mais atuantes e organizados para fazer valer suas posições e seus interesses, situação que poderia colocar em choque interesses privados e o caráter de política social do programa (HÖFLING, 2006).

Sobre os livros de ciências, Amaral (2006) destaca a dificuldade do programa de estabelecer critérios de avaliação específicos para a análise de coleções didáticas de ciências. De acordo com o autor, os critérios do PNLD não contemplam satisfatoriamente os fundamentos teórico-metodológicos subjacentes ao ensino da disciplina, questão que acarreta problemas relevantes:

Com a atenção voltada somente para alguns outros aspectos importantes e para muitas “perfumarias”, todos de correção ou superação relativamente fácil, abre-se um canal para a aceitação de obras cujos reais fundamentos mereceriam sérias restrições. (...) uma vez omitidos nas avaliações, os fundamentos do ensino de ciências deixam de orientar as reformulações das coleções didáticas existentes, bem como as novas produções, retardando a real melhoria do LD (AMARAL, 2006 p. 97).

Com relação ao conhecimento científico veiculado nos livros didáticos de ciências, Megid Neto e Fracalanza (2006) destacam que pouco mudou nos últimos trinta anos, e o mesmo se aplica para a estrutura programática e teórico-metodológica dos mesmos. De acordo com os autores, as coleções didáticas não conseguiram acompanhar as mudanças nos princípios educacionais construídas pelos estudos acadêmicos e pelos currículos oficiais.

Nesta pesquisa nosso foco está voltado para a dinâmica discursiva que se estabelece no contexto das regulações entre o Programa Nacional do Livros Didáticos de ciências e a produção desse instrumento didático. A seguir, apresentamos algumas considerações sobre as peculiaridades do livro didático a partir das contribuições de estudos da linguagem, no sentido de apresentar algumas perspectivas sobre as características específicas destes textos, bem como suas relações com diferentes elementos reguladores da sua produção.

#### **4.2.2**

##### **O livro didático de ciências, suas características e especificidades**

Nos últimos anos, a perspectiva dos estudos da linguagem vem contribuindo de forma significativa para a compreensão dos textos didáticos de ciências e suas peculiaridades, no que tange sua produção e utilização. Em uma revisão de pesquisas sobre o livro didático na perspectiva dos estudos do discurso, Martins (2006) aponta para algumas considerações sobre este recurso relevantes para o seu entendimento. A primeira delas consiste na concepção do livro didático como um artefato cultural. Isto significa que sua produção, circulação e consumo estão vinculados a uma rede de práticas sociais, que são socialmente e historicamente localizadas (MARTINS, 2006). Esta concepção coloca o livro didático (LD) no centro de uma série de relações entre elementos reguladores, como demonstrado no Quadro 3:

Instituições	Segmentos	Ações
INSTITUIÇÕES PÚBLICAS (Executivo-Legislativo)	Políticos – Governantes – Membros de Equipes Técnicas	ELABORAM E/OU EXECUTAM AÇÕES DE: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleção de títulos e censura</li> <li>• Padronização editorial</li> <li>• Financiamento à produção/distribuição de obras</li> <li>• Financiamento de estudos e pesquisas</li> </ul>
EDITORAS	Editores e autores	EXECUTAM AÇÕES DE: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção editorial</li> <li>• “Marketing”</li> <li>• Pressão para a definição de normas, políticas e ações públicas</li> </ul>
ESCOLAS	Técnicos Professores Alunos e pais	EXECUTAM AÇÕES DE: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleção/avaliação</li> <li>• Utilização</li> <li>• Produção de propostas alternativas ao LD ou ao seu uso no ensino</li> </ul>
GRUPOS/IES OU INSTITUIÇÕES DE PESQUISA	Pesquisadores	EXECUTAM AÇÕES DE: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção de propostas metodológicas e/ou de material alternativo</li> <li>• Assessoria à elaboração de propostas curriculares</li> <li>• Atualização de professores em conteúdos e metodologias</li> </ul> EXECUTAM TAMBÉM AÇÕES DE: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análise e divulgação de diversos aspectos relacionados ao LD</li> </ul>

**Quadro 3: Descrição dos diferentes elementos reguladores que influenciam a produção das coleções didáticas de ciências no Brasil.** Fonte: Megid Neto e Francalanza (2003).

Esta perspectiva permite vincular o formato dos livros didáticos a diferentes práticas sociais, o que possibilita o entendimento de questões relacionadas, por exemplo, às condições de trabalho nas escolas, aos critérios e procedimentos na

sua escolha, a abordagem aos temas, projetos gráficos, a sua linguagem, entre outros.

A linguagem dos livros didáticos de ciências, por sua vez, representa uma das suas características mais específicas. A linguagem científica pode ser considerada como parte constitutiva do processo de produção deste conhecimento, sendo impossível separar a ciência do modo como esta é escrita. Na comunicação científica, os textos são formados por conjuntos de conceitos e definições interligados, que juntamente com o vocabulário técnico possuem a função de locar o máximo de informação no menor espaço possível. Neste sentido, linguagem constitui uma das mais importantes tecnologias desenvolvidas pelos cientistas (MARTIN, 1993). Além disso, nos textos científicos podemos encontrar uma ampla diversidade de relações entre linguagens, como a linguagem verbal, a matemática e a imagética. Estas relações podem envolver a subordinação de uma por outra, a complementação, a oposição ou a elaboração. Esta configuração dos textos é caracterizada como multimodal e demanda uma série de habilidades dos leitores para a sua compreensão. Segundo Martin (1993), para que um estudante torne-se cientificamente letrado, o mesmo deve ser capaz de ler e escrever sobre os diferentes gêneros que compõem os textos científicos. Logo, a apropriação da linguagem científica torna-se atributo indispensável à compreensão de uma ciência, o que traz implicações para seu ensino e aprendizagem (BRAGA E MORTIMER, 2003).

A análise dos gêneros discursivos que circulam nos livros didáticos de ciências também vem contribuindo para o entendimento do papel desta ferramenta na educação em ciências. Alguns estudos apontam para o entendimento do livro didático como uma construção híbrida, na perspectiva bakhtiniana, entendida como a mistura de linguagens sociais em um único enunciado (BRAGA e MORTIMER, 2003). Nesta perspectiva, construções híbridas não representam uma soma de diversos gêneros do discurso, e sim um gênero construído nas relações estabelecidas no encontro dos diferentes discursos, como o científico, o jornalístico e o do cotidiano. Estas relações configuram o que podemos chamar de um discurso científico-escolar, que circula nas mais diversas esferas de atuação na educação em ciências (SILVA e SCHNETZELER, 2006; REZENDE e OSTERMANN, 2006; NASCIMENTO e MARTINS, 2005; CAJAS, 2001) Segundo Martins (2006, p.125),

O texto do livro didático não é uma simples adaptação do texto científico para efeito do ensino escolar, exclusivamente por meio de transposições didáticas e conteúdos de referência. Ele reflete complexas relações entre ciências, cultura e sociedade no contexto da formação dos cidadãos e se constitui a partir de interações situadas em práticas sociais típicas do ensino na escola.

Com base nestas perspectivas, podemos situar o livro didático de ciências no centro de uma série de tensões, que vão desde as pressões do mercado editorial às tensões presentes no interior do próprio campo da educação em ciências.

De acordo com Delizoicov et al (2002), o objetivo de formar cientistas ainda é fortemente presente no Ensino de Ciências (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002). Segundo Krasilchik (1987), apesar da lei e dos profissionais da área defenderem os objetivos da formação em ciências para um pleno exercício da cidadania, o modelo educacional e a realidade da sala de aula não vão de encontro a estes objetivos, incoerência que dificulta a implementação de propostas que efetivamente transformem a educação científica. Neste sentido, os limites colocados pelo sistema educacional brasileiro para uma educação científica com foco no letramento são profundos, e vêm sendo reforçados em diversos elementos da ação educativa: currículos, avaliações, instrumentos didáticos e outros.

Santos (2007) aponta para questões sócio-históricas que posicionam as finalidades de letramento da educação científica em um local muito distante da nossa realidade educacional:

Na prática, o que se tem é ainda um sistema dual: uma escola para a elite e outra para as camadas populares. Enquanto existem escolas, em sua maioria de caráter privado, que têm destino determinado socialmente para a preparação para o acesso aos melhores cursos superiores, existem outras escolas, geralmente públicas, destinadas às classes populares que anseiam exclusivamente pela certificação básica para garantir o acesso ao mercado de trabalho. Em ambos os casos, o parâmetro de referência para os currículos não inclui o que é essencial para o letramento científico (SANTOS, 2007 p. 486).

De acordo com Barros (1998), o efeito do currículo formal de ciências parece ser desprezível. No entanto, nestas recomendações, as finalidades do letramento científico e da educação para a cidadania representam uma mudança discursiva, perpassada por uma série de disputas e tensões.

### 4.3

#### Os níveis do debate

Tentamos ilustrar, até aqui, o caráter multifacetado de uma educação em ciências voltada para o letramento científico, o que também parece ser válido para as propostas CTS. Uma crítica significativa sobre tamanha variedade de escopos e interpretações do letramento científico é apresentada por Morris Shamos (1995), que argumenta que os esforços para a promoção do letramento científico são fúteis e um desperdício de recursos, uma vez que é irreal imaginar que os estudantes possam aprender a pensar como cientistas. Shamos afirma que as questões sócio-científicas interessantes para os estudantes, de maneira geral apresentam muito pouco conteúdo científico, e quando o possuem, este apresenta um nível de complexidade que os alunos não são capazes de compreender.

Em contraposição a essa concepção, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), Gil-Pérez e Vilches (2005) e Cachapuz et al. (2005) destacam algumas reflexões sobre a educação científica que consideram da maior importância. Para esses autores, a formação científica para a cidadania se justifica pela necessidade de ampliar a participação dos indivíduos em decisões de natureza tecnocientífica. Daí também a importância da discussão sobre a natureza da ciência e do trabalho científico na educação científica, visando a preparação para a participação em decisões tecnocientíficas de interesse social.

Ainda segundo Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007), é preciso analisar com cuidado os argumentos contrários à possibilidade de uma educação científica capaz de tornar os cidadãos melhor preparados para a participação em decisões que envolvem a ciência e a sociedade, citando exemplos reais desse processo em que a participação de cidadãos com alguma visão da ciência norteou caminhos que se mostraram promissores e adequados. Os autores ressaltam que a educação científica para a cidadania “se impõe como uma dimensão essencial de uma cultura de cidadania, para fazer frente aos graves problemas com que há de enfrentar-se a humanidade hoje e no futuro” (p. 145).

O que vem sendo admitido, nos últimos anos, é que uma série de definições e redefinições conflitantes do que seria o letramento científico tem sido desenvolvidas, com pouco consenso por parte da comunidade de pesquisadores e educadores. Com uma exceção: a maioria parece concordar que os estudantes não podem ser cientificamente letrados se não conhecerem algum conteúdo científico

(SCHULZ, 2009). De acordo com o autor, este tem sido o principal fator a contribuir para as atuais disputas sobre políticas públicas, currículo e avaliação na educação em ciências.

Roberts (2007) sugere que esta diversidade seria mais bem compreendida se considerarmos a tensão política e intelectual inerente ao campo da educação em ciências, no que diz respeito principalmente às suas bases curriculares. De um lado da disputa estaria o conteúdo científico propriamente dito e de outro, as situações nas quais a ciência é vista como desempenhando um papel legítimo em outras práticas humanas (ROBERTS, 2007). Considerando esta tensão, o autor propõe categorias mais amplas que a de definições para a análise dos sentidos do letramento científico na educação em ciências. Em ampla revisão sobre o letramento científico, o autor propõe a distinção dos propósitos desta prática em duas categorias, denominadas Visão I e Visão II. A Visão I produz sentido para o letramento científico focalizando os produtos e processos da própria ciência. A Visão II, por sua vez, prioriza o conjunto de situações sociais que envolvem a ciência, com as quais os indivíduos podem se deparar enquanto cidadãos. Roberts (2007) ressalta que estes são extremos idealizados como um artifício acadêmico: embora as duas visões possuam pontos de partida e finalidades bem diferentes, dividem espaço nos currículos, projetos e políticas educacionais e são, inegavelmente, complementares. No entanto, em muitos casos as discussões sobre a educação científica acabam por priorizar um domínio em relação ao outro, especialmente no que diz respeito à educação formal (SANTOS, 2007). Nesta mesma direção, Schulz (2009) aponta que embora ninguém se posicione exclusivamente a favor de uma ou de outra perspectiva, as propostas de reforma, de uma maneira geral, tendem a enfatizar um ou outro domínio, dependendo da definição de crise e dos interesses dos diferentes grupos sociais. Por esta razão, para este autor as tentativas de alcançar um equilíbrio são ilusórias, e tendem a solapar os pontos fortes de uma ou de outra corrente.

Com base nestas discussões, é possível distinguir dois níveis neste debate relevantes para esta pesquisa: o primeiro diz respeito a uma tensão entre duas perspectivas, uma de cunho predominantemente humanista e outra prioritariamente científicista. Estas perspectivas, ou Visões, como propõe Roberts (2007), encontram-se em permanente disputa sobre a definição dos objetivos, dos currículos e das diretrizes políticas da educação em ciências.

O segundo nível do debate é concernente à variedade de definições, propósitos e escopos da educação em ciências que chamamos de caráter humanista. Conforme buscamos discutir nas seções anteriores, esta diversidade é inerente ao próprio conceito de letramento e ao caráter interdisciplinar das propostas C-T-S. Uma série de movimentos (letramento científico, ciência-tecnologia-sociedade, conhecimento público da ciência, engajamento público com a ciência, entre outros) vem surgindo nas últimas décadas, cada qual com suas prioridades e perspectivas de ciência e de educação em ciências. No entanto, as articulações entre o ensino de ciências e a educação para a cidadania parecem representar um eixo comum a todas as correntes, embora os sentidos produzidos sejam bastante diversos.

Para além dos textos que se limitam a reiterar a importância de se educar para a cidadania, é possível encontrar uma variedade de princípios, funções e propostas para o que podemos chamar de uma *cidadania científica* (BARRY, 2000). Por esta razão, e de acordo com as finalidades desta pesquisa, consideramos relevante explorar os fundamentos de tais propostas. No capítulo a seguir, com o apoio do arcabouço teórico da filosofia política contemporânea, buscamos mapear algumas interfaces e esclarecer os possíveis sentidos que a cidadania adquire no pensamento sobre o ensino da disciplina ciências.