

QUAL DESENVOLVIMENTO QUEREMOS PARA O SUL GLOBAL? EM BUSCA DE NOVOS CAMINHOS PARA A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

¿QUÉ DESARROLLO QUEREMOS PARA EL SUR GLOBAL? EN BUSCA DE NUEVOS CAMINOS PARA LA EDUCACIÓN EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Cristine Saibert

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC), Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lina, s/nº, Trindade, Florianópolis, SC, CEP: 88040-900, crisaibert@gmail.com.

Walter Antonio Bazzo

Professor Titular, Doutor em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lina, s/nº, Trindade, Florianópolis, SC, CEP: 88040-900, walter.bazzo@ufsc.br.

Resumo

Qual é o papel do conhecimento científico na compreensão e superação dos problemas sociais presentes nas sociedades atuais? Qual a relevância do aprendizado em ciência e tecnologia para estudantes da educação básica? Este ensaio teórico tem por objetivo refletir sobre a importância de compreendermos a ciência e a tecnologia enquanto construtos humanos que carregam em si valores e características das sociedades nas quais são produzidos. Compreende-se que, com a globalização, muitas estratégias tecnológicas adotadas para a solução de problemas nos países desenvolvidos acabaram por refletir em soluções para os países do Sul global. No entanto, essas soluções ignoram o contexto social, político e econômico sobre o qual esses países se constituíram. Nesse sentido, no presente trabalho debate-se sobre o critério de *imparcialidade* atribuído ao conhecimento científico e se o mesmo poderia ser aplicado ao desenvolvimento tecnológico. Por fim, algumas questões pertinentes ao ensino das ciências são elaboradas tendo em vista a construção teórica desenvolvida ao longo do ensaio. Defende-se a importância de um ensino das ciências, e também de um ensino sobre tecnologia, que inclua aspectos da história e da filosofia como modo de fomentar uma melhor compreensão e uma maior participação social em decisões que envolvam questões tecnocientíficas.

Palavras-chave: Educação Científica e Tecnológica, Tecnologia, Desenvolvimento

Resumen

¿Cuál es el papel del conocimiento científico en la comprensión y superación de los problemas sociales presentes en las sociedades actuales? ¿Cuál es la relevancia del aprendizaje en ciencia y tecnología para los estudiantes de educación básica? Este ensayo teórico tiene como objetivo reflexionar sobre la importancia de comprender la ciencia y la tecnología como construcciones humanas que llevan consigo valores y características de las sociedades en las que se producen. Se entiende que, con la globalización, muchas estrategias tecnológicas adoptadas para la solución de problemas en los países desarrollados terminaron por reflejarse en soluciones para los países del Sur global. Sin embargo, estas soluciones ignoran el contexto social, político y económico sobre el cual estos países se constituyeron. En este sentido, en el presente trabajo se debate sobre el criterio de *imparcialidad* atribuido al conocimiento científico y si el mismo podría ser aplicado al desarrollo tecnológico. Por último, se elaboran algunas cuestiones pertinentes a la enseñanza de las ciencias teniendo en cuenta la construcción teórica desarrollada a lo largo del ensayo. Se defiende la importancia de una enseñanza de las ciencias, y también de una enseñanza sobre tecnología, que incluya aspectos de la historia y la filosofía como modo de fomentar una mejor comprensión y una mayor participación social en decisiones que involucren cuestiones tecnocientíficas.

Palabras clave: Educación Científica y Tecnológica, Tecnología, Desarrollo.

1. INTRODUÇÃO

Qual é o papel do conhecimento científico na compreensão e superação dos problemas sociais presentes nas sociedades atuais? De que forma o conhecimento científico se estabelece como hegemônico na produção de soluções para a melhoria da condição de vida de uma população? A resposta a essas perguntas, obtida dentro dos moldes da própria ciência, poderia ser algo como: a ciência contribui ao produzir conhecimento sólido e útil, capaz de servir de base para soluções tecnológicas, que levam ao progresso e ao desenvolvimento. Para alguém pertencente ao coletivo de pensamento científico, essa pode ser uma resposta plausível, mas um olhar mais atento e crítico nos leva a questionar: de que progresso estamos falando? O desenvolvimento pautado em inovações científico-tecnológicas é o único possível?

Com o avanço da globalização, muitos conceitos e estratégias adotados para a solução de problemas nos países desenvolvidos acabaram por refletir, por extensão, em soluções para os ditos países subdesenvolvidos. No entanto, esse tipo de estratégia ignora o contexto social, político e econômico sobre o qual estes últimos se constituíram. Assim, as soluções tecnológicas adotadas por países do Norte global nem sempre representam boas estratégias para o desenvolvimento dos países do Sul¹, uma vez que os contextos sobre os quais essas estratégias foram desenvolvidas e aplicadas são muito diferentes.

A partir do cenário exposto, no presente trabalho buscamos discutir o critério de *imparcialidade* atribuído à construção de conhecimentos científicos e se é possível igualmente aplicá-lo ao desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, debatemos sobre o papel que os valores sociais têm no processo de elaboração de novas tecnologias, tendo em vista a possibilidade de que soluções tecnológicas sejam concebidas associadas a outros conhecimentos que não os científicos. Compreendemos que, ao expandir o conceito de tecnologia, não o vinculado estritamente à ciência, podemos visualizar outras soluções para os problemas socioambientais da atualidade. Por fim, trazemos algumas considerações sobre o ensino científico e tecnológico na educação básica, levando em conta as elaborações teóricas feitas no decorrer do ensaio.

¹ Entende-se por países do Sul o “conjunto de países e regiões do mundo que foram submetidos ao colonialismo europeu e que, com exceções como Austrália e Nova Zelândia, não atingiram níveis de desenvolvimento econômico semelhantes aos do Norte global [Europa e América do Norte]” (Santos & Menezes, 2010, p. 19).

2. COLONIALISMO² E COLONIALIDADE

Quando os europeus chegaram às terras americanas, se depararam com povos que possuíam costumes, crenças, valores e culturas absolutamente diferentes dos hábitos culturais e sociais europeus. Nesse contexto, a chegada desses homens a esses territórios foi marcada pela minimização e/ou destruição da cultura e do modo de vida dessas sociedades. Houve imposição da fé cristã, de hábitos e, ao longo do tempo, da própria ideia de *civilidade*. Culturas locais foram ignoradas e, uma vez que a *ciência* assumiu o lugar da religião na produção de conhecimento da Europa, também ganhou espaço em território americano. Associada ao modelo econômico capitalista que se instalava, a ciência passou a deslegitimar os saberes populares das comunidades nesse continente – tidos como primitivos ou não modernos (Santos, 2010). Valores e conhecimentos científicos e culturais europeus foram impostos sobre tais populações durante anos, caracterizando, nos dias de hoje, o que Aníbal Quijano chama de *colonialidade*.

A colonialidade é um dos elementos constitutivos e específicos do padrão mundial do poder capitalista. Sustenta-se na imposição de uma classificação racial/étnica da população do mundo como pedra angular do referido padrão de poder e opera em cada um dos planos, meios e dimensões, materiais e subjectivos, da existência social cotidiana e da escala societal. Origina-se e mundializa-se a partir da América. (Quijano, 2010, p. 84).

Nesse contexto, a adoção da ciência³ como única fonte de conhecimento válido para a resolução de problemas sociais e ambientais é um processo acrítico, incorporado historicamente pelos países do Sul global que almejam o desenvolvimento tal qual se deu nos países do Norte. A escolha por esse modelo de progresso, como única possibilidade acessível, desconsidera o longo processo de exploração e dominação dos territórios e dos povos que aqui viviam. Ignora, inclusive, a imposição da modernidade⁴ enquanto padrão de civilidade, assim como outras formas de ser, estar e produzir. No contexto brasileiro, ainda desconsidera todo o processo de diáspora forçada das pessoas negras, deslocadas de seus locais de origem para serem escravizadas em terras americanas. Atentos a esse processo, podemos nos questionar: a ciência é um conhecimento neutro e/ou imparcial? Sob quais influências o conhecimento científico se constitui?

² Colonialismo é o termo utilizado para descrever os processos de controle político e econômico de um território (colônia) por outro (metrópole). É a situação colonial em si. Para melhor compreensão ver *Discurso sobre o colonialismo*, de Aimé Césaire (2010).

³ Neste artigo, o termo “ciência” refere-se à Ciência Moderna.

⁴ Segundo Ramón Grosfoguel: “a ‘modernidade’ é a civilização que se cria a partir da expansão colonial europeia em 1492 e que se produz na relação de dominação do ‘Ocidente’ sobre o ‘não Ocidente’” (Grosfoguel, 2019, p. 62).

3. NEUTRALIDADE, IMPARCIALIDADE E AUTONOMIA NA CIÊNCIA

A descontextualização do objeto de estudo é prática recorrente da atividade científica, uma vez que, conforme expõe Lacey (2008), esse tipo de conhecimento está pautado em estratégias *materialistas* de investigação⁵. A escolha dessa estratégia investigativa encontra-se fortemente associada ao que o autor chama de “valorização moderna do controle”, segundo a qual “qualquer perspectiva de valor racionalmente sustentada hoje em dia deve incluir certos valores ligados ao controle dos objetos naturais e ao avanço tecnológico”. Percebe-se, assim, que a ciência se desenvolve de acordo com valores sociais⁶ estabelecidos por uma sociedade específica. É, portanto, um conhecimento historicamente construído sob uma lógica de pensamento europeia, na qual a formação da sociedade civil vem acompanhada da desconexão do ser humano com a natureza (Santos, 2010).

De todo modo, a ciência é uma forma de obtenção de conhecimento que se faz ampla e nos auxilia na compreensão do mundo em que vivemos. Entretanto, como bem expõe Lacey (2008), não é neutra nem se sustenta autonomamente. Fortes interesses políticos e econômicos sustentam suas práticas, em uma rede de apoio mútua baseada em financiamento e ampliação do repertório de conhecimento que possibilita a criação de dispositivos que expandem o controle sobre o mundo natural, a tecnologia moderna. Esse controle pode ser benéfico para a população, mas também pode levar a caminhos não tão vantajosos, mas que se fazem valer pela associação com o lucro-eficácia de um determinado processo produtivo. Podemos citar o modelo científico-tecnológico de produção agrícola como exemplo.

Na modernidade, as técnicas agrícolas seguem um avanço associado à mecanização da prática agrícola. É um modelo fundamentado no plantio concentrado em grandes áreas (latifúndios) e que, em geral, prevê a obtenção de apenas um gênero alimentício (monocultura). Esse modo de cultivo esteve, historicamente, associado à exaustão do solo, devido ao desrespeito aos ciclos de uso e descanso da terra. Do ponto de vista ambiental, trata-se de uma prática predatória que encontrou alguns entraves ao longo do tempo, em especial pela necessidade de grande utilização de fertilizante para impedir o desgaste do solo.

⁵ “Nas estratégias materialistas, (...) uma teoria aceitável sintetiza as possibilidades materiais das coisas, aquelas que podem ser caracterizadas como origináveis das leis, estruturas e processos subjacentes às coisas; também proporciona um entendimento abrangente de fenômenos presentes em muitos espaços definidos por condições de contorno que vigoram onde a atuação humana não é relevante” (Lacey, 2008, p. 103).

⁶ Segundo Lacey (2008, p. 60), os valores sociais são aqueles “manifestados nos programas, leis, e políticas de uma sociedade, e expressos nas práticas cujas condições eles proporcionam e reforçam. Estes são os valores que se tornam articulados nas tradições explicativas da sociedade acerca das espécies de instituições que tem sustentado, e na retórica de sua liderança”.

Assim, *técnicas* de modificação da matéria foram utilizadas para fomentar a fabricação dos fertilizantes químicos sintéticos. Igualmente, o plantio de apenas uma cultura em uma grande área é uma condição propícia para o surgimento e ampla propagação de pragas em geral (Paschoal, 2019). De tal forma, foi necessário incorporar ao cultivo agrícola o uso de substâncias inseticidas e pesticidas sintéticas (agrotóxicos), o que tem desencadeado diversos problemas ambientais e relativos à saúde humana (Carneiro, Rigotto, Augusto, Friedrich & Búrigo, 2015; Lopes & Albuquerque, 2018).

Por fim, para minimizar o uso de agrotóxicos nas plantações, justificou-se a investigação e uso de culturas geneticamente modificadas (transgênicos), a partir de avanços nos estudos do campo da biologia molecular. Hoje, sabe-se que grandes empresas se utilizam das culturas transgênicas em associação com agrotóxicos (Carneiro et al., 2015), visando o aumento da produtividade e, por consequência, do lucro obtido. De toda forma, associado a essas técnicas desenvolvidas no escopo das sociedades modernas está um valor central que é o controle da natureza (Lacey, 2008). Essas técnicas têm, assim, como objetivo último o controle total das propriedades naturais, com a meta de submeter o ambiente natural às vontades de alguns seres humanos. Essa construção envolve estudos de áreas como a química, a biologia e a física/mecânica (construção de máquinas para o plantio).

Logo, questiona-se: pode o desenvolvimento científico ser aceito como imparcial, ainda que a aplicação do conhecimento esteja claramente associada a um fim econômico evidenciado pela não neutralidade e autonomia do empreendimento científico? Para Lacey (2008) a escolha de uma pesquisa em detrimento de outra é, em geral, permeada por influências políticas, econômicas e sociais externas à ciência e, com isso, depreende-se que a ciência não é neutra, nem tampouco autônoma. Entretanto, no que tange à escolha da *melhor teoria* explicativa para um determinado fenômeno, podemos fazer uso de valores cognitivos específicos tendo em vista uma escolha *imparcial* (Lacey, 2008). Assim, a imparcialidade seria uma possibilidade nesse segundo momento, de escolha e/ou validação de uma teoria, onde não há espaço para valores sociais e a escolha deve ser feita apenas pela aplicação de valores cognitivos de grau elevado⁷.

4. IMPARCIALIDADE E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

⁷ Lacey (2008) elenca alguns “valores cognitivos que desempenham (ou, na história da ciência, desempenharam) algum papel na escolha de teorias”: adequação empírica, consistência, simplicidade, fecundidade, poder explicativo, certeza (p. 84-86, nota de rodapé)

Toda essa construção nos parece coerente quando julgamos o desenvolvimento do conhecimento científico. Porém, ao olharmos para a aplicabilidade desses conhecimentos, podemos realmente dizer que há imparcialidade? Sobre esse ponto, Andrew Feenberg defende uma *teoria crítica da tecnologia* que “ênfatiza o impacto dos aspectos contextuais da tecnologia sobre o seu projeto, que são ignorados pela visão dominante” (Feenberg, 2017, p. 77). O autor defende que valores sociais e culturais permeiam o desenvolvimento tecnológico, tanto em seu projeto, quanto em sua aplicação. Aqui, reproduzo o exemplo do autor sobre o desenvolvimento da bicicleta, para tentar expor melhor a questão: uma bicicleta é um aparato tecnológico construído com base em conhecimentos científicos; no entanto, ao ser desenvolvida, valores sociais distintos entram em conflito para definir qual seria o melhor design para o dispositivo, uma vez que diferentes grupos discordam em relação à sua finalidade (objeto de locomoção vs. objeto de competição) (Feenberg, 2017).

Nesse exemplo, percebemos que, mesmo que o conhecimento científico por trás da idealização da bicicleta possa ser interpretado como imparcial, a aplicação desse conhecimento não o é. Isso se deve ao fato de que os dois modelos de bicicleta propostos assumem uma funcionalidade operacional, sendo que sua determinação última é feita exclusivamente com base em sua função social que, à época, foi definida como transporte. Assim, podemos compreender que, embora seja possível conceber conhecimentos científicos como imparciais, o desenvolvimento de tecnologias a partir desses conhecimentos, em geral, não pode ser igualmente aceito como imparcial pois incorpora valores sociais específicos.

Desse modo, tendo em vista o que defende Feenberg (2017, p. 77), de que “a tecnologia não é só o controle racional da natureza; tanto o seu desenvolvimento como o seu impacto são intrinsecamente sociais”, não deveríamos nos preocupar em definir sobre quais valores sociais deveriam ser constituídas as novas tecnologias? Nesse sentido, valores como benefício social e baixo impacto ambiental, que poderíamos resumir como *sustentabilidade*, deveriam constar como eixos orientadores no desenvolvimento de novos aparatos tecnológicos. No entanto,

No momento atual, as práticas de controle da natureza estão nas mãos do neoliberalismo e, assim, servem a determinados valores e não outros. Servem ao individualismo em vez da solidariedade; à propriedade particular e ao lucro em vez dos bens sociais; ao mercado em vez do bem-estar de todas as pessoas; à utilidade em vez do fortalecimento da pluralidade de valores; à liberdade individual e à eficácia econômica em vez de à liberação humana; os interesses dos ricos em vez de os direitos dos pobres [...] A primeira é uma lista de valores neoliberais; a segunda, de valores do movimento popular. (Lacey, 2008, p. 43)

Embora a ciência possa ser dotada de imparcialidade, valor que auxilia na escolha de uma melhor teoria dentro de seus limites internos, sua autonomia e neutralidade são facilmente contestadas ao assumir que esse tipo de produção de conhecimento está fortemente associado a uma perspectiva específica de desenvolvimento. Da mesma forma, e em maior grau, a tecnologia originada a partir dos conhecimentos científicos também está atrelada a essa perspectiva, reforçando os princípios da valorização moderna do controle. Assim, uma compreensão mais ampla sobre tecnologia só seria possível se viesse acompanhada de uma maior gama de conhecimentos, de origem não apenas científica, visando a garantir a disputa de mais formas de conceber o desenvolvimento. Esse cenário se aproxima do que Lacey (2008) entende por neutralidade, que, na impossibilidade de ser concebida por seres humanos com determinantes sociais variados (cor, gênero, classe social), é tida pelo autor como a consideração das mais diversas estratégias de solução de problemas. Afinal, “as possibilidades das coisas não são esgotadas por suas possibilidades materiais, (...) existem formas de investigação empírica sistemática nas quais possibilidades não materiais podem ser exploradas” (Lacey, 2008, p. 183).

Como exemplo de estratégias não materialistas, destacamos o modelo de cultivo em terraços, operado pelos povos andinos, que resultava em um melhor aproveitamento da água e facilitava a irrigação do plantio. Desse modo, era um sistema eficiente na minimização da erosão, no amplo aproveitamento da água para irrigação e na possibilidade de obtenção de cultivos geneticamente diversos (Earls et al., 1990). É, pois, a criação de uma técnica de cultivo adaptada ao meio natural, que não fomenta o controle, e sim uma vivência em harmonia com o ambiente. São valores que apenas em décadas recentes passaram a ser reconhecidos pelas sociedades modernas, mas que sustentam as diferentes culturas indígenas presentes no território hoje conhecido como América.

*Esto se compatibiliza con la cosmovisión holística, totalizadora, que es propia de las culturas andinas y que tiene una de sus expresiones más cabales en el hecho de que los recursos agropecuarios: fuerza de trabajo, suelo, agua, cultivos, crianzas y clima, no se conciben en uno separado del otro sino tan sólo en su interrelación múltiple, esto es, en la síntesis constituida por la actividad agropecuaria concreta. **La cultura andina concibe a la naturaleza como si fuera un animal (...), lo que significa reconocerle atributos de ser vivo y altamente sensible, capaz de responder positivamente al bueno trato, y, por tanto, domesticable. Muy diferente es la concepción de la naturaleza por la cultura occidental, que la asimila a un mecanismo; esto es, la considera como un objeto insensible, inerte y desechable luego de haberse usado.** (Earls et al., 1990, p. 40-41, grifo nosso)*

Encontramos outro exemplo nas práticas de cultivo e de preservação de sementes oriundas dos povos Guarani (Mariano & Onçay, 2020). Ainda, estudos recentes têm apontado para a ação dos povos pré-colombianos no cultivo e plantio de diversas culturas na região

amazônica, demonstrando que a biodiversidade presente no território também é fruto de intervenção humana (Clement et al., 2015). Sendo assim, não restam dúvidas que esses povos foram tecnológicos, pois desenvolveram técnicas eficientes e duráveis de adaptação ao meio natural que garantiram a vida nessa região durante séculos/milênios. Tais técnicas carregam os valores sociais partilhados por essas sociedades, que são opostos aos valores hegemônicos associados à modernidade. São estratégias não materialistas de compreensão e intervenção no ambiente.

Desse modo, no que diz respeito à tecnologia, defendemos que não se deva restringir seu desenvolvimento apenas tendo como base os valores científicos de imparcialidade, que garantem eficácia e, por consequência, maior lucro nos processos econômicos. Compreendemos ser válido considerar a incorporação de outros valores para *sulear*⁸ o desenvolvimento tecnológico, de forma que o estabelecimento de critérios para a criação, uso e aplicação de novas tecnologias seja objeto de disputa por grupos com valores sociais distintos. Todavia, essa nova perspectiva constitui-se um desafio, tendo em vista que a hegemonia da ciência, no que tange à solução de problemas, direciona o desenvolvimento tecnológico sempre sob a ótica da *valorização moderna do controle*, impedindo a entrada de outros princípios nos processos de decisão sobre os rumos das políticas sobre tecnologia.

5. POSSIBILIDADES OUTRAS PARA UM DESENVOLVIMENTO OUTRO

A ampliação de valores atribuídos ao desenvolvimento de novas tecnologias deveria abarcar valores sociais externos à ênfase moderna do controle. Assim, é necessário questionar os limites externos da própria ciência no que se refere à resolução de problemas ecológicos e sociais, uma vez que o conceito de tecnologia está intimamente ligado ao conhecimento científico no contexto da modernidade. Desse modo, surge a questão: a produção de soluções tecnológicas só é possível a partir da ciência?

Ao buscarmos uma definição para o termo *tecnologia* nos principais dicionários, encontramos algo como “conjunto de conhecimentos, especialmente princípios científicos, que se aplicam a um determinado ramo de atividade” (Ferreira, 1999) ou “1. Conjunto de processos, métodos, técnicas e ferramentas relativos à arte, indústria, educação etc.; 2. Conhecimento técnico e científico e suas aplicações a um campo particular; 3. Tudo o que é novo em matéria de conhecimento técnico e científico” (Michaelis, 2019). Interessante notar

⁸ Termo advindo dos estudos denominados Epistemologias do Sul, que se contrapõe ao conhecimento centrado no norte global (nortear).

que tais definições sempre associam ciência e tecnologia, porém, se buscarmos a origem da palavra, podemos perceber que os termos *tekne* (arte, técnica ou ofício) e *logos* (“conjunto de saberes”) não necessariamente direcionam para uma aproximação entre tecnologia e o conhecimento científico. Sobre esse ponto, Veraszto, Silva, Miranda e Simon (2009), ao fazerem uma revisão histórica sobre a utilização do termo *tecnologia*, concluem que:

(...) colocadas as diferentes ideias e concepções que se tem acerca da tecnologia, neste trabalho assumimos a ideia de que tecnologia é um conjunto de saberes inerentes ao desenvolvimento e concepção dos instrumentos (artefatos, sistemas, processos e ambientes) criados pelo homem através da história para satisfazer suas necessidades e requerimentos pessoais e coletivos. O conhecimento tecnológico é o conhecimento de como fazer, saber fazer e improvisar soluções, e não apenas um conhecimento generalizado embasado cientificamente. (Veraszto et al., 2009, p. 38)

A aproximação entre ciência e tecnologia tem relação com os valores da perspectiva de valorização moderna do controle (Lacey, 2008). Nesse caso, a tecnologia é pensada como aplicação de conhecimentos científicos buscando uma maior eficácia dos processos produtivos. Um entendimento mais amplo sobre tecnologia exigiria uma ruptura com esses valores, assumindo que a tecnologia é a aplicação de conhecimentos diversos, buscando resolver problemas de um determinado grupo social. Sobre esse aspecto, é importante ter em mente que “sendo o desenvolvimento um elemento dentro de uma cultura, a tecnologia se torna produto da sociedade que a cria. Daí o fato de que, ao ser importada, ela pode levar a uma dominação cultural, pois traz consigo valores de avaliação e eficiência criados em outra sociedade” (Veraszto et al., 2009, p. 38).

Para pensarmos uma política de desenvolvimento tecnológico para os países do Sul global, é crucial compreender que os valores e as necessidades sobre as quais se assentam a produção de tecnologia nos países desenvolvidos são diferentes daqueles presentes nos países periféricos, dado que o processo histórico de constituição dessas sociedades é distinto. Sobre essa questão, faz-se necessário reconhecer a validade dos conhecimentos não-científicos, oriundos dessas regiões marginalizadas pela hegemonia da ciência, de modo que desses conhecimentos também possam emergir soluções tecnológicas para a superação dos problemas regionais que estas populações enfrentam. Essa concepção está alinhada com o que Boaventura de Souza Santos define como *ecologia de saberes*, na qual

(...) o conhecimento como intervenção no real – não o conhecimento como representação do real – é a medida do realismo. A credibilidade da construção cognitiva mede-se pelo tipo de intervenção no mundo que proporciona, ajuda ou impede. Como a avaliação dessa intervenção combina sempre o cognitivo com o ético-político, a ecologia de saberes distingue a objetividade analítica da neutralidade ético-política. (Santos, 2010, p. 57)

Assim, ao assumirmos um desenvolvimento tecnológico considerando uma maior pluralidade de conhecimentos, rompemos com os valores determinados pela valorização moderna do controle e podemos conceber novos princípios para a produção de tecnologia, agora baseados na real necessidade dos grupos sociais que a irão desenvolver e utilizar.

6. EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, PARA QUÊ?

O aprendizado em ciências, nas escolas brasileiras, está fundamentado em uma visão tecnicista de ensino. Muitas vezes, a forma como esse campo de conhecimento é apresentado aos estudantes se dá de modo simplório e mecânico, tornando a ciência um conhecimento de difícil apreensão para muitas pessoas. Mesmo as e os estudantes que conseguem compreender o que é ensinado, o fazem com as limitações impostas pelo modelo de ensino. Por exemplo, percebemos que muitos estudantes conseguem resolver um problema matemático utilizando a fórmula adequada e chegando ao resultado correto. Ou ainda, são capazes de dar uma resposta correta a uma pergunta objetiva como “qual a fórmula química do hidróxido de sódio?”. No entanto, qual a relevância desse aprendizado? Quais conexões esses estudantes estão fazendo entre o aprendizado escolar e a vida fora da escola? Se o conteúdo apresentado é demasiadamente abstrato, sem conexões com a realidade sociocultural na qual estão inseridos, para que serve tal conteúdo?

Podemos começar a conjecturar que um ensino de ciências mecanizado e pautado na aplicação de fórmulas e resolução de problemas desconexos da realidade traz consigo algumas implicações, tais como:

1) *a compreensão da ciência como algo semelhante a uma ficção*: evidencia-se pelo modo como o desenvolvimento da ciência é apresentado nos livros didáticos, sempre de forma linear e com grandes nomes à frente de grandes descobertas; o que dá a ideia de que uma pessoa é capaz de mudar os rumos da ciência a qualquer momento, sem debates, confrontação de ideias ou justificação empírica. Esse tipo de visão afasta o conhecimento científico de sua dimensão social e cultural, o que dificulta a sua identificação como um conhecimento carregado de valores, que influencia política e economicamente o mundo em que vivemos. Ainda, dificulta a identificação das e dos estudantes com a figura do cientista, como se tal ofício não fosse exercido diariamente por pessoas comuns, mas sim por “gênios”. Essas distorções da atividade científica podem ser também promovidas pela prática docente, como bem apontam Gil-Pérez, Montoro, Alís, Cachapuz e Praia (2001) em seu artigo: *Para uma imagem não*

deformada do trabalho científico. Nesse trabalho, os autores buscam apreender as principais visões deformadas do trabalho científico transmitidas pelo ensino das ciências. A partir desse entendimento, identificam alguns aspectos que consideram essenciais para a caracterização da atividade científica e como se poderia estimular uma compreensão mais realista (e menos deformada) da ciência aos estudantes nos ambientes de ensino básico e superior.

2) *a compreensão da ciência como algo socialmente inútil*: nesse caso, a falta de conexão dos conteúdos científicos com a realidade social pode dar a ideia de que os cidadãos comuns pouco têm a contribuir nos processos de decisão envolvendo assuntos científicos. Logo, se as pessoas não conseguem estabelecer relações entre a ciência e os problemas vividos por elas e pela sociedade na qual estão inseridas, é mais fácil que se afastem dos processos de decisão, o que pode facilitar um modelo de decisão tecnocrático. Sobre essa questão, Praia, Gil-Pérez e Vilches (2007) apontam para a importância do ensino das ciências no que se refere ao exercício da cidadania em sociedades modernas. Os autores defendem que uma educação científica básica, que inclua aspectos relativos à natureza da ciência e à abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), poderia proporcionar uma maior participação das pessoas na tomada de decisões envolvendo questões tecnocientíficas. Essa discussão é realizada com maior profundidade na obra *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências* (Cachapuz, Gil-Perez, Carvalho, Praia & Vilches, 2005).

As reflexões acima apontadas (compreensão da ciência como uma ficção e/ou como socialmente inútil) podem levar a uma visão dogmática da ciência, em que as soluções científicas e suas aplicações tecnológicas são vistas como neutras e imparciais, atendendo unicamente à melhoria da qualidade de vida das pessoas – seguindo um modelo de desenvolvimento linear (Auler & Delizoicov, 2006) no qual o bem-estar social advém do desenvolvimento científico e tecnológico⁹. Igualmente, é interessante notar que nosso ensino de ciências pouco explora criticamente a relação entre conhecimento científico e sua implicação no desenvolvimento de novas tecnologias. Tampouco esse ensino nos faz questionar sobre os *valores* associados ao desenvolvimento científico e tecnológico ao qual estamos submetidos. Nesse sentido, podemos conceber que o ensino de ciências que estamos oferecendo aos nossos estudantes está em consonância com uma certa alienação associada à valorização moderna do controle.

⁹ No modelo linear de desenvolvimento, o desenvolvimento científico gera o desenvolvimento tecnológico; este gera o desenvolvimento econômico que determina, por sua vez, o desenvolvimento social (bem-estar social).

Tal padrão também pode ser percebido na abordagem sobre *tecnologia* presente em livros didáticos da área de ciências. Sobre esse ponto, Santos (2017), ao analisar livros didáticos de química do PNLD 2015, concluiu que o termo está majoritariamente associado a ciência aplicada e, embora haja aberturas para a compreensão dos aspectos negativos associados a ela, ainda traz em sua maioria a ideia salvacionista da tecnologia enquanto promotora de bem-estar, apenas. O trabalho também aponta para a escassez das discussões sobre a origem, história e significado da tecnologia, destacando que “a tecnologia foi apresentada nos livros mais como fonte de exemplificação do que como fonte de conteúdo”, sendo também utilizada como “uma forma de justificar a aprendizagem em ciências” (Santos, 2017, p. 150).

Diante do exposto, sem ter um papel enquanto conteúdo programático, a tecnologia aparece apenas em determinados tópicos do ensino de ciências, associada a alguma aplicação prática de um conteúdo científico. Na verdade, o papel maior da tecnologia dentro do ambiente escolar parece ser enquanto *meio* de ensino. Então, sendo o ensino de ciências pobre e desconexo da realidade vivida (Macedo & Silva, 2010), cabe à tecnologia o papel de aumentar a “motivação” das e dos estudantes em aprender algo percebido como pouco útil. Nesse sentido, apaga-se a função social da tecnologia, restando a ela um papel de simples entretenimento educacional. Essa constatação traz duas implicações negativas para o ensino: 1) a falta de discussão crítica sobre ciência nas escolas pode caracterizar este conhecimento como pouco útil para muitos estudantes. Tal fator preocupa, pois se não há identificação da importância de um conhecimento por parte do estudante, tampouco haverá qualquer aprendizado significativo no processo; e 2) a não visualização da tecnologia enquanto um conteúdo igualmente relevante de ser trabalhado e discutido de forma crítica no ambiente escolar. Nesse ponto, a utilização da tecnologia como meio educacional acrítico assume importância fundamental na manutenção dos valores associados à valorização moderna do controle, não havendo espaço para a discussão de um desenvolvimento pautado em valores diferenciados, de acordo com o contexto social.

Partindo dessa breve exposição, defendemos que a inclusão de discussões sobre valores sociais, imparcialidade e neutralidade da ciência e da tecnologia na educação básica pode resultar em uma maior aproximação desses conhecimentos com a realidade concreta vivida pelos estudantes. Também, em consonância com os trabalhos de Gil-Pérez et al. (2001) e Praia et al. (2007), defendemos que uma maior discussão a respeito da história e filosofia da ciência e da tecnologia se faz válida para que os estudantes percebam o contexto sociocultural

sob o qual tais conhecimentos foram elaborados. Um foco maior no significado histórico da ciência e da tecnologia, e nas etapas do processo de estruturação desses campos de conhecimento, abre oportunidades para que os alunos entendam a importância do diálogo, do confronto de ideias e da argumentação na construção de uma visão crítica da realidade. Tal percepção pode auxiliar as e os estudantes a compreenderem que os conhecimentos científicos e tecnológicos são construídos sob influências sociais diversas, incluindo aspectos políticos e econômicos. Desse modo, ciência e tecnologia passam a ser vistos como algo produzido por pessoas comuns, regidos pelas mesmas relações sociais, culturais, políticas e econômicas que influenciam nosso cotidiano. Temos então a percepção de ciência e tecnologia como *parte* da dinâmica social, e não enquanto conhecimentos externos a esta.

Por conseguinte, a exploração dos *valores* associados ao desenvolvimento científico e tecnológico é de extrema importância, uma vez que apenas compreendendo sob quais valores esses conhecimentos se estabelecem na atualidade é possível pensar criticamente sobre o modelo de desenvolvimento social e cultural ao qual estamos submetidos. A reflexão se faz urgente no ambiente educacional se buscamos uma educação verdadeiramente libertadora, pois apenas com uma compreensão ampla da realidade vivida é possível que as pessoas entendam seu lugar no mundo e, conseqüentemente, possam agir para modificá-lo (Freire, 2019). Nesse sentido, é pertinente difundir aos estudantes a mensagem de que a ciência e a tecnologia são ferramentas úteis, que podem auxiliar nosso desenvolvimento, mas esses conhecimentos não deveriam ser encarados como ferramentas que moldam a forma como *devemos* nos desenvolver.

Aqui, a possibilidade de uma abordagem sobre ciência e tecnologia como pertencentes a uma ecologia de saberes, onde outros conhecimentos também são explorados como válidos para a resolução de problemas da realidade concreta/social, levaria a uma maior aproximação entre estudantes e o conhecimento científico. Isso porque, em uma realidade social e cultural tão diversa como a brasileira, a ciência aparece como uma obrigação para aquelas e aqueles que estão imersos em ambientes onde outros conhecimentos são entendidos como verdadeiros. A não consideração desses conhecimentos, por vezes tidos apenas como saberes populares (e, portanto, não válidos), pode resultar em um afastamento dos estudantes em relação ao aprendizado em ciências. Por outro lado, tendo o conhecimento científico não como único, mas sim como um conhecimento a mais para a explicação e possibilidade de intervenção na realidade, abre-se a possibilidade para pensarmos sobre outras formas de

desenvolvimento, não necessariamente vinculadas aos valores da valorização moderna do controle.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assim como a ecologia de saberes não se trata de ignorar a importância do conhecimento científico, mas de ampliar a gama de conhecimentos válidos para a resolução de problemas dados pela realidade concreta, também este ensaio não visa a demonizar a tecnologia. A ideia é expandir a compreensão que se tem a respeito do termo, de modo a abarcar outros conhecimentos e valores necessários a um desenvolvimento mais digno para a maior gama de grupos sociais possível. Nesse sentido, a possibilidade de discutir sobre os valores que regem o desenvolvimento da ciência e da tecnologia nas escolas poderia resultar em grande contribuição para o ensino e, conseqüentemente, para um desenvolvimento mais justo e democrático de toda a sociedade.

Ainda, a noção de cidadania como algo para o futuro, a ser alcançado com a finalização da etapa básica de ensino formal, necessita ser repensada. Não formamos cidadãos, pois, sendo os estudantes sujeitos de direito, eles já são cidadãos, e deveríamos ter um ensino voltado ao *exercício* cotidiano da cidadania. Sobre esse aspecto, a importância de uma compreensão crítica acerca do processo de construção histórico, social e cultural das tecnologias que permeiam nossa vivência cotidiana é de extrema relevância, visto que o conhecimento tecnológico permeia nosso *ser* cidadão. Defendemos, portanto, um ensino científico e tecnológico crítico, voltado para a transformação e não apenas para a adaptação social, em que possamos ter maior respeito pelos conhecimentos diversos produzidos pelas diferentes comunidades e grupos sociorraciais brasileiros.

REFERÊNCIAS

- Auler, D. & Delizoicov, D. (2006). Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2), 337-355.
- Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A. M. P., Praia, J. & Vilches, A. (Orgs.). (2005). *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. São Paulo: Cortez.
- Carneiro, F. F., Rigotto, R. M., Augusto, L. G. S., Friedrich, K. & Búrigo, A. C. (Orgs.). (2015). *Dossiê ABRASCO: um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV; São Paulo: Expressão Popular.
- Césaire, A. (2010). *Discurso sobre o colonialismo*. 2ª ed. Florianópolis: Letras Contemporâneas.

- Clement, C. R. C., Denevan, W. M., Heckenberger, M. J., Junqueira, A. B., Neves, E. G. N., Teixeira, W. G. & Woods, W. I. (2015). The domestication of Amazonia before European conquest. Publishing *Royal Society*.
- Earls, J., Grillo, E., Araujo, H. & Kessel, J. (1990). *Tecnologia Andina: una introducción*. La Paz - Bolívia: Hisbol.
- Feenberg, A. (2017). *Racionalização democrática: tecnologia, poder e liberdade*. Portugal: MIT Press.
- Ferreira, A. B. H. (1999). *Novo Aurélio do século XXI: o dicionário da língua portuguesa*. 3ª ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Freire, P. (2019). *Pedagogia do Oprimido*. 69ª ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra.
- Gil-Pérez, D., Montoro, I. F., Alís, J. C., Cachapuz, A. & Praia, J. (2001). Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, 7 (2), 125-153.
- Grosfoguel, R. (2019). Para uma visão decolonial da crise civilizatória e dos paradigmas da esquerda ocidentalizada. In: J. Bernadino-Costa, N. Maldonado-Torres & R. Grosfoguel, (Orgs.), *Decolonialidade e pensamento afrodiaspórico*. (p. 55-77). Belo Horizonte: Autêntica.
- Lacey, H. (2008). *Valores e atividade científica 1*. São Paulo: Associação Filosófica Scientiae Studia/Editora 34.
- Lopes C. V. A. & Albuquerque, G. S. C. (2018) Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. *Saúde em Debate*, 42 (117), 518-534.
- Macedo, C. C., Silva, L. F. (2010). Contextualização e visões de ciência e tecnologia nos livros didáticos de física aprovados no PNLEM. *Alexandria*. 3 (3), 1-23.
- Michaelis (2019). *Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa*.
- Paschoal, A. D. (2019). *Pragas, Agrotóxicos e a crise ambiente: problemas e soluções*. São Paulo: Expressão Popular.
- Praia, J., Gil-Pérez, D. & Vilches, A. (2007). O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. *Ciência & Educação*, 13 (2), 141-156.
- Quijano, A. (2010). Colonialidade do poder e classificação social. In: B. S. Santos & M. P. Meneses. *Epistemologias do Sul*. (p. 84-130). São Paulo: Cortez.
- Santos, B. S. (2010). Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. In: B. S. Santos & M. P. Meneses (Orgs.). *Epistemologias do Sul*. (p. 31-83). São Paulo: Cortez.
- Santos, B. S. & Meneses, M. P. (Orgs.). (2010). *Epistemologias do Sul*. São Paulo: Cortez.
- Santos, D. B. S. (2017). *Abordagens de tecnologia presentes nos livros didáticos de química*. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Mariano, E. T. & Onçay, S. T. V. (2020). A prática de preservação das sementes tradicionais do povo indígena Guarani. In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe, 15 (2).
- Veraszto, E. V., Silva, D., Miranda, N. A. & Simon, F. O. (2009). Tecnologia: buscando uma definição para o conceito. *Prisma.com (Portugal)*. 1 (8), 19-46.