



O DEBATE DOS TRANSGÊNICOS, EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA, ANALISADOS A PARTIR DE ELEMENTOS DA FILOSOFIA DE HUGH LACEY

THE DEBATE OF TRANSGENICS, IN CHEMISTRY SCHOOL BOOKS, ANALYZED BASED ON ELEMENTS OF HUGH LACEY'S PHILOSOPHY

Vanderlei José Valim Vieira Filho  

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

✉ gosavalimvieira@gmail.com

Patricia Link Rüntzel  

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

✉ patriciaruntzel@gmail.com

RESUMO: O presente estudo analisou o tema transgênico, no contexto de produção de alimentos, nos livros didáticos de Química do Programa Nacional do Livro Didático de 2018. Para isso, foram utilizados elementos da filosofia de Hugh Lacey, visando problematizar a atividade científica relacionada à produção de alimentos transgênicos. O processo de análise dos fragmentos de texto, que abordavam o tema transgênico no contexto de produção de alimentos, foi realizado através da Análise Textual Discursiva, o que resultou em três categorias emergentes: i) Possibilidades para se problematizar valores e interesses subjacentes à atividade científica relacionada às pesquisas dos transgênicos; ii) Princípio de precaução; iii) Possibilidades e alternativas para uma agricultura sustentável. De maneira geral, foi possível observar uma relativa ausência da abordagem dos transgênicos nos livros didáticos analisados. Destaca-se que o livro “Química Cidadã” de Santos e Mól (2016), é o que aborda de forma mais significativa o tema. Essa coleção, entre outros aspectos, aborda distintas perspectivas sobre o debate em torno dos transgênicos, problematizando a visão de desenvolvimento predominante da prática agrícola nacional, a qual tem se pautado majoritariamente em valores neoliberais em detrimentos de outros tipos de valores.

PALAVRAS-CHAVE: Transgênicos. Hugh Lacey. Livros Didáticos de Química.

ABSTRACT: This study problematizes the debate about transgenics food production in Chemistry textbook from the 2018 National Textbook Program. Elements of Hugh Lacey's philosophy were used. One of the goals is to discuss the scientific activity related to the production of transgenic foods. Hugh Lacey studies the relationship between values and scientific activity, which allows for debate on the possible manifestations of social values in the process of producing transgenic seeds. The analysis process of the text fragments was carried out through Discursive Textual Analysis, which resulted in three emerging categories: i) Possibilities of discussion of values and interests underlying the scientific activity related to research on transgenics; ii) Precautionary principle; iii) Possibilities and alternatives for sustainable agriculture. It was possible to observe a relative absence of the approach to transgenics in the analyzed textbooks. It is noteworthy that the book “Química Cidadã” by Santos and Mól (2016) is the one that addresses the topic in the most significant way. This collection addresses different perspectives on the debate around transgenics, questioning the prevailing view of development of national agricultural practice, which has been based mostly on neoliberal values in favor of other types of values.

KEY WORDS: Transgenics. Hugh Lacey. Chemistry Textbooks.

Introdução

Os transgênicos, ou Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), são aqueles com material genético alterado pelo homem através da transferência de um gene de uma espécie para outra. Eles surgiram na década de 1970 e rapidamente alcançaram o mundo (Alves, 2004).

O debate em torno das polêmicas acerca dos transgênicos não é recente. Há de se considerar que por trás do tema existem diversas questões a serem discutidas, tais como, os aspectos éticos dos processos de desenvolvimento dos conhecimentos de engenharia genética e biotecnologia, áreas que fornecem suporte para os estudos sobre transgênicos, os valores que direcionam as pesquisas, as possíveis consequências dos transgênicos à saúde humana e ao meio ambiente e a possibilidade do desenvolvimento de processos efetivos de participação popular. O estudo de Rowe e Frewer (2000) considera, entre outros aspectos, de que forma países como Estados Unidos, França, Reino Unido e países da União Européia, desenvolveram legislações e métodos que possibilitam o maior grau de participação popular nos processos de decisões de temas controversos, como por exemplo, decisões em torno dos OGM's. Já Guivant (2006), cita como exemplo de participação popular, um modelo de pesquisa, sobre a percepção públicas dos OGM's, realizado na Nova Zelândia, num programa de pesquisa que durou 3 anos. Mesmo que o ideário de participação popular, na orientação de políticas públicas brasileiras, nos pareça distante, se mostra pertinente no processo de construção de uma sociedade democrática, a problematização de questões, como por exemplo, as que envolvem o debate em torno dos transgênicos. Entende-se que o grau de democracia de uma sociedade relaciona-se diretamente com o fortalecimento dos dispositivos de participação popular nos processos decisórios desta sociedade.

Compreende-se que os OGMs, mostram que os “objetos” da ciência e seu desenvolvimento, estão estreitamente relacionados a um modelo econômico e técnico de uma agricultura industrial, além disso, estes organismos podem modificar, de maneira considerável, os ecossistemas e as condições de vida do planeta. Nesse contexto, a ciência é instrumentalizada em nome de interesses comerciais (Apoteker, 2011). Diversos meios de comunicação contribuem no fortalecimento de uma concepção hegemônica referente aos aspectos que circundam os processos agrícolas, esvaziando o debate que considera formasⁱ alternativas para se produzir alimentos. A tecnociênciaⁱⁱ envolvida nos processos de produção de alimentos em larga escala se insere numa lógica comercial direcionada, quase que exclusivamente, para obtenção das maiores taxas de lucro possíveis. Nesse sentido, é importante reconhecer que a atividade científica, envolvida nesse contexto, não é isenta de interesses, os quais expressam determinados valores em detrimentos de outros, sendo a educação científica, uma ferramenta importante para um entendimento crítico da dinâmica da produção do conhecimento científico.

A educação é sempre baseada em valores e a educação científica não é uma exceção (Echeverría, 2002). Uma educação científica que fortaleça a concepção crítica de estudantes, também envolve a problematização da atividade científica, no que tange a forma que esta se relaciona com os valores de uma sociedade. Tal consideração torna-se imprescindível se a pretensão é não perpetuar, nas diversas formas de se ensinar ciência, uma visão que fortaleça os valores e os interesses de grupos privados e de grandes corporações.

Visando à construção de uma compreensão crítica referente à atividade científica, temas sociocientíficos, como por exemplo, os que abordam o estudo em torno dos transgênicos, considerados numa abordagem que compreenda as relações existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), podem fornecer aos docentes subsídios para o desenvolvimento de debates de temas controversos. Por exemplo, o estudo de Cardoso (2017) analisou as relações de associação entre a filosofia de Hugh Lacey e o campo educacional CTS. O estudo usufruindo das categorias encontradas em Laceyⁱⁱⁱ avaliou como está sendo direcionado o tema

da “nanotecnologia”, um tema sociocientífico importante para o campo CTS, por meio dos estudos da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI).

Assim, este estudo objetiva selecionar e analisar fragmentos de texto de livros de Química do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018, usufruindo de elementos relacionados às reflexões axiológicas, propostas por Hugh Lacey, sobre a atividade científica relacionada ao contexto de produção de alimentos transgênicos. Nessa análise serão considerados fragmentos de textos que abordem o tema transgênico relacionado ao contexto de produção de alimentos, pois esse contexto se insere diretamente no cotidiano brasileiro, tendo em vista o número de produtos alimentares, de origem transgênica, que são comercializados.

Corroborando com essa perspectiva, Lacey (2008a, p.187) compreende que a “[...] tarefa da educação científica é também desenvolver a *autoconsciência crítica* sobre o caráter da atividade científica e de suas aplicações e sobre as escolhas com as quais se defrontam seus participantes responsáveis.” Para desenvolver uma autoconsciência crítica é necessário “[...] estudar a relação da ciência (a sua busca, o conhecimento por ela obtido e as suas aplicações) com o bem-estar humano e avaliar o valor da ciência com relação a outros valores sociais e humanos significativos” (Lacey, 2008a, p.187-188).

Nessa direção, o estudo aqui proposto pretende problematizar uma concepção tecnocientífica, que engloba valores neoliberais, atrelados às práticas de controle da natureza, e que perpassa um fazer científico influenciado por interesses de grandes corporações. Hugh Lacey realiza uma comparação entre valores neoliberais e os valores do movimento popular ao se referir às práticas de controle da natureza da ciência moderna. Considera que este controle serve aos valores neoliberais. Assim, servem

[...] ao individualismo em vez de à solidariedade; à propriedade particular e ao lucro em vez de aos bens sociais; ao mercado em vez de ao bem-estar de todas as pessoas; à utilidade em vez de ao fortalecimento da pluralidade de valores; à liberdade individual e à eficácia econômica em vez de à libertação humana; aos interesses dos ricos em vez de aos direitos dos pobres; a democracia formal em vez de à democracia participativa; aos direitos civis e políticos sem qualquer relação dialética com os direitos sociais, econômicos e culturais (Lacey, 2008a, p. 43).

É importante frisar também a significativa existência de estudos que consideram o tema transgênico na análise de livros didáticos de Biologia (Giraldi, Cassiani & Linsingen, 2007; Salla, 2016; Xavier, Freire & Moraes, 2006). Os transgênicos, em muitos livros didáticos de Biologia^{iv}, estão inseridos nas seções de Biotecnologia e/ou Engenharia Genética e geralmente se relaciona ao conceito de DNA recombinante. Dessa forma, isso justificaria o fato de estudos sobre organismos transgênicos serem considerados majoritariamente nos livros didáticos de Biologia. Entretanto, livros didáticos de Química (por exemplo: Feltre, 2004; Usberco & Salvador, 2006; Santos & Mól, 2010) gradativamente estão inserindo o debate sobre transgênicos numa perspectiva temática. O estudo de Takahashi, Martins e Quadros (2008), investiga como alunos e professores do Ensino Médio se posicionam em relação aos transgênicos. Também apontam que na área de Química alguns autores de livros didáticos do Ensino Médio, como por exemplo, Feltre (2001), Lembo (1999) e Mortimer e Machado (2003) vem considerando tópicos relacionados ao debate da biotecnologia. Já a pesquisa realizada por Costa, Costa, Murito, Carvalho e Pereira (2006), analisou livros didáticos de Química, Biologia e Física, utilizados no Ensino Médio, objetivando verificar se as palavras biossegurança, proteção, risco, perigo, acidente e transgênicos, as quais se relacionam ao contexto de biossegurança, se faziam presente nesses livros, concluindo que essas palavras pouco se faziam presentes.

O artigo aqui desenvolvido se inicia pelo debate sobre transgênicos, seguido de uma discussão sobre valores e atividade científica, considerando predominantemente a perspectiva de Hugh

Lacey. Na seção seguinte, apresenta-se a metodologia do trabalho, posteriormente os resultados da pesquisa com análise dos fragmentos dos livros didáticos de Química do PNLN 2018 e por fim as considerações finais.

O Debate sobre Transgênicos no Brasil

O plantio da soja transgênica no Brasil começou ilegalmente em 1997, no Rio Grande do Sul, através de contrabando vindo da Argentina, onde a mesma já era plantada em larga escala (Menasche, 2005; Ribeiro & Marin, 2012; Miranda, Moreira, Carvalho & Peres, 2007). Em junho de 1998, a soja Roundup Ready, cuja patente pertence à empresa norte-americana Monsanto, seria objeto da primeira solicitação de autorização para cultivo transgênico em escala comercial no país, recebendo parecer favorável da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança (CTNBio) (Menasche, 2005, Ribeiro & Marin, 2012). Após a autorização concedida pela CTNBio, o Greenpeace e o Instituto de Defesa do Consumidor (IDEC), entraram com um processo contra a Monsanto e o governo federal. “Esse processo marcou o início da moratória judicial para liberações comerciais de transgênicos no Brasil e fez com que as variedades transgênicas permanecessem fora do mercado entre 1998 e 2003” (Ribeiro & Marin, 2012, p.361). Em 26 de março de 2003, cedendo à pressão por parte da Monsanto, do Estado do Rio Grande do Sul e dos produtores que haviam plantado soja ilegalmente no Brasil, o Governo Federal através da Medida Provisória nº113, estabelecia normas para a comercialização da soja (Ribeiro & Marin, 2012). Desde então, segundo Apoteker (2011), os defensores da ideologia transgênica apropriaram-se da CTNBio^v e como resultado disto, muitas plantas transgênicas já foram liberadas comercialmente.

Em 2005, a Lei de Biossegurança (Lei n.º 11.105), referente à regulamentação dos transgênicos no Brasil, estabelecia normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam OGMs e seus derivados, criando o Conselho Nacional de Biossegurança (CNBS) e reestruturando a CTNBio (Lei n.º 11.105, 2005).

No cultivo e comercialização de plantas transgênicas, Miranda, Moreira, Carvalho e Peres, (2007) destacam aspectos que têm sido negligenciados a saúde humana e meio ambiente, pois não é considerada a ameaça a biodiversidade tampouco a possibilidade dos agricultores se tornarem dependentes das empresas fabricantes de químicos e de biotecnologia através do comércio de sementes estéreis e de produtos químicos que tenham que ser adquiridos anualmente. Também não se considera as incertezas sobre as consequências dos transgênicos a saúde humana, como por exemplo:

[...] alergenicidade, transferência de genes, especialmente de genes de resistência a antibióticos dos produtos geneticamente modificados para bactérias e células no trato intestinal, ou troca de genes entre as plantas geneticamente modificadas e plantas não modificadas trazendo ameaças indiretas à segurança alimentar. Ou seja, ignora-se o “Princípio da Precaução” adotando-se como justificativa aspectos econômicos e de comércio internacional. Prevalece, então, os interesses do capital em detrimento da saúde das populações e da preservação do meio ambiente (Miranda *et al.*, 2007, p.10).

Visando a tomada de decisões de forma responsável o Princípio da Precaução versa, entre outros aspectos, sobre a possibilidade do adiamento de decisões finais, acerca da implementação de uma inovação tecnocientífica, quando esta não possui uma gama de dados suficientes que forneça informações sobre as consequências de sua aplicação (Lacey, 2006).

De acordo com Nodari (2011) existe um reducionismo na avaliação dos riscos realizada pelos interessados. Para o autor “[...] as empresas que desenvolvem plantas transgênicas para fins

comerciais realizam de fato estudos cuja qualidade científica é discutível” (Nodari, 2011, p.52). O autor cita como exemplo os estudos realizados pela CTNBio para liberação do milho transgênicos Mon 810.

Exemplo disso são os estudos aportados à CTNBio para a liberação do milho transgênico Mon 810 (Processo 01200.002925/99-54). Dois dos estudos, um com a vespa *Brachymeria intermedia* (Himenóptero) e outro com a joaninha (*Hippodamia convergens*), foram feitos com apenas duas repetições de 25 insetos. O primeiro com sete dias e o segundo com nove dias de duração de exposição à toxina produzida pelo gene *Cry1Ab* (NODARI, 2009). Este caso exhibe um duplo reducionismo. De um lado, o reducionismo científico e descontextualizado, por meio de um ensaio com apenas duas repetições de 25 insetos expostos a um perigo por 7 ou 9 dias, de modo isolado e não no âmbito de uma cadeia trófica. Isto impede que qualquer resultado seja considerado conclusivo do ponto de vista científico. De outro lado, a não publicação dos resultados impossibilita que a comunidade científica tome conhecimento dos resultados ou mesmo os valide ou rejeite, por meio da realização de novos ensaios. Contudo, órgãos governamentais (ex.: CTNBio) têm aceito como científicos tais tipos de estudos que dificilmente estudantes de iniciação científica teriam coragem de realizar (Nodari, 2011, p.52-53).

Essas pesquisas são fortemente influenciadas pelos valores neoliberais, os quais na atualidade se fazem hegemônicos nas sociedades contemporâneas. López *et al.* (2012) afirmam que é fundamental redirecionar as pesquisas científicas, superando o reducionismo e o pragmatismo que dominaram a agricultura nas últimas décadas, assim, uma agricultura sustentável que satisfaça as necessidades sociais, não será possível se não forem priorizadas políticas que melhorem a segurança ambiental e a segurança alimentar em detrimento dos interesses das indústrias agroquímicas privadas e dos mercados econômicos globais.

As possibilidades das abordagens do tema transgênico, em sala de aula, se relacionam com problematizações nem sempre evidentes num primeiro momento, como as que envolvem o contexto histórico de inserção e comercialização das sementes transgênicas em nosso país e os aspectos, no mínimo controversos, que circundam o debate^{vi}. Mesmo que áreas relacionadas aos estudos dos transgênicos, como a engenharia genética no caso do desenvolvimento da insulina humana sintética, por exemplo, tenham contribuído em muitos aspectos para a melhora da qualidade de vida, faz-se necessário refletir sobre as consequências de uma percepção, quase que exclusiva, da forma de se compreender o fazer científico. Tal compreensão até hoje se encontra fortemente vinculada ao ideário moderno de controle da natureza. No atual estágio de desenvolvimento do capitalismo, os processos de mercantilização^{vii}, reconfiguram as relações humanas e sociais em todas as esferas. A neutralidade e autonomia da atividade científica se apresentam, cada vez mais, como um objetivo inatingível tornando a atividade científica também submissa ao *modus operandi* do neoliberalismo.

Nesse sentido, mostra-se imprescindível pensar a atividade científica de forma não descontextualizada da sociedade na qual ela se insere. O estudo sobre os transgênicos possibilita reflexões sobre os valores que direcionam a produção de conhecimento nessa área. Uma educação científica crítica se relaciona diretamente com a desconstrução de percepções ingênuas a respeito do fazer científico. Considerar que a atividade científica não é totalmente isenta de interesses não significa desqualificá-la, mas sim, compreendê-la enquanto ação humana. Dessa forma, o estudo sobre valores tende a contribuir para qualificar esse debate.

O Estudo dos Valores na Perspectiva de Hugh Lacey

O debate sobre transgênicos possui potencial para a abordagem de diversos temas que ultrapassam conceitos das disciplinas da área de ciência da natureza. Por exemplo, é possível a discussão em torno de questões éticas, que circundam a pesquisa e o uso de sementes transgênicas na agricultura para a produção de alimentos, além dos valores que perpassam essas questões. Para Lacey (2006a, p.40) os “[...] valores éticos dizem respeito, antes e primeiramente, aos constituintes de uma vida digna, do bem-estar humano ou do florescimento humano e das relações entre os seres humanos que são desejáveis para o cultivo do bem-estar de todos”. Muitas vezes, esses valores não são evidenciados/considerados, quando abordados a partir de uma educação científica pautada numa concepção positivista^{viii}.

A palavra “valor^{ix}” pode assumir diferentes significações em diferentes contextos. Este estudo destaca concepções, que entre outros aspectos, explora os diversos papéis que os valores desempenham em conexão com a atividade científica. Dessa forma, não são plausíveis reflexões que considerem a atividade científica totalmente isenta de valores. Autores como Thomas Kuhn, Ernan McMullin, Larry Laudan, Helen Longino e Hugh Lacey abordam e problematizam questões axiológicas da ciência. Esta abordagem se contrapõe ao logicismo, o qual pautava a percepção epistêmica dominante enaltecida pela tradição filosófica positivista (Salvi & Batista, 2008).

Durante séculos, empiristas e racionalistas sustentavam que o juízo científico correto era proveniente de sua conformidade a certas regras como as indutivas, as hipotético-dedutivas ou as passíveis de formalização segundo o cálculo das probabilidades (Lacey, 2008a). A compreensão do fazer científico correto, segundo esses critérios, ainda se faz fortemente presente. Considerando estes aspectos, não se pode descartar a importância desses movimentos em seus contextos históricos. Entretanto, a demasiada ênfase destas concepções do fazer científico, na contemporaneidade, tende a fortalecer uma visão anistórica, o que contribui para um entendimento da atividade científica como isenta de influências. Não se pode desconsiderar que a atividade científica é uma atividade humana, e não está descolada do meio social e do período histórico na qual se insere, assim sendo, se desenvolve num contexto social fortemente influenciado pelo modo de produção capitalista.

Esta pesquisa compactua com Lacey (2008a, p.15), considerando que a:

[...] racionalidade da escolha de teorias na ciência deriva-se não de regras ou algoritmos, mas do uso de um conjunto de “valores cognitivos” (por exemplo, adequação empírica, poder explicativo e preditivo), cuja a manifestação numa teoria em grau suficiente constitui o critério pelo qual ela é racionalmente aceitável (Lacey, 2008a, p.15).

Nessa direção, estudos axiológicos a respeito da atividade científica, realizados por pesquisadores como Thomas Kuhn, propõem que a ciência se desenvolve através do diálogo entre os membros de uma determinada comunidade científica. Assim, o que definiria a escolha de uma teoria, seria o maior grau de manifestação dos valores cognitivos, dessa teoria, em relação a outras teorias e não a aplicação de um algoritmo ideal por cientistas individuais (Lacey, 2008a).

Os valores citados por Hugh Lacey não são os únicos e nem os mesmos a serem reconhecidos em todas as teorias e conceitos científicos. A expressão desses valores depende das características epistemológicas peculiares de cada ciência (Batista & Lucas, 2013). É importante salientar que os valores cognitivos não são os únicos que possuem relação com a atividade científica, sendo que outros tipos de valores, também se fazem presentes.

Nesse momento, sem a pretensão de esgotar o assunto, e compreendendo a profundidade e complexidade das ideias de Hugh Lacey, serão abordadas algumas reflexões que podem contribuir para o entendimento da dinâmica da relação entre valores não cognitivos e atividade científica e que pode servir de ferramenta para se problematizar o tema transgênico. Segundo Salvi e Batista (2008, p.46),

As reflexões que o autor desenvolve a partir desta virada valorativa consistem em uma análise da tese de que a ciência é livre de valores, seguida da refutação dessa tese. Há nesta base uma distinção fundamental que é aquela entre os valores cognitivos (tais como a adequação empírica, a consistência interna, o poder explicativo, a simplicidade, entre outros) e os valores não cognitivos, sociais ou morais. Como ponto de partida, interpreta-se a tese em pauta como afirmando ser a ciência livre de valores não-cognitivos.

Hugh Lacey entende que, a concepção de que a ciência é livre de valores, é constituída por três teses: imparcialidade, neutralidade e autonomia. O filósofo ao problematizar essas três teses, demonstra o quanto a concepção de que a ciência é livre de valores é idealizada e passível de refutação, demonstrando que não são apenas os valores cognitivos que direcionam a atividade científica. “Cada uma delas, a imparcialidade, a neutralidade e a autonomia, é em si mesma um valor, um valor institucional da ciência e, portanto, pode manifestar-se mais ou menos no decorrer da atividade científica” (Lacey, 2008a, p.16).

A imparcialidade pressupõe uma distinção entre valores cognitivos e valores não cognitivos (valores sociais, morais, entre outros). Para o autor, a imparcialidade expressa o valor de aceitar uma teoria, a respeito de um domínio de fenômenos se, e somente se, ela manifestar os valores cognitivos em grau elevado à luz dos dados empíricos relevantes, e de rejeitar uma teoria se, e somente se, ela for inconsistente com outra teoria corretamente aceita. Dessa forma, não há um papel apropriado para os valores sociais, ao lado dos valores cognitivos, quando está em jogo a aceitação de uma teoria (Lacey, 2010). “De acordo com a imparcialidade, as relações que uma teoria mantém com qualquer perspectiva de valor são irrelevantes para a sua legítima aceitação” (Lacey, 2008a, p.21). Assim, caso haja influências de valores sociais durante o processo de aceitação de uma teoria, esta não obedeceria aos critérios de imparcialidade. “O impacto da *imparcialidade* não é manter os valores sociais fora da atividade científica, mas apenas negar que eles tenham um lugar próprio, ao lado dos valores cognitivos, no processo que leva a aceitação ou rejeição de teorias” (Lacey, 2010, p.18). “A *imparcialidade* é uma tese sobre as razões epistêmicas ou cognitivas para aceitar ou rejeitar teorias” (Lacey, 2008a, p.20).

Referente à neutralidade, Lacey (2008a, p.15) compreende que: “[...] nenhum conjunto particular de valores é especialmente bem servido por uma teoria científica aceita”. Nesse caso, a “[...] *neutralidade* é uma tese sobre as conseqüências das teorias científicas” (Lacey, 2008a, p.20). Compreende-se assim, que:

A neutralidade estabelece que as teorias não implicam nenhum enunciado sobre valores e, em princípio, podem ser adotadas em práticas realizadas no interior de qualquer esquema de valor; além disso, a aceitação de uma teoria não tem nenhuma implicação para os valores fundamentais adotados (Lacey, 2008a, p.180).

A tese da neutralidade, que inclui a compreensão de que a aplicação de teorias aceitas, segundo os critérios de imparcialidade, pode ser feita igualmente não havendo pontos de vistas, valores e interesses priorizados em detrimentos de outros, é problematizada por diversos estudos de Hugh Lacey. Compreendendo que o momento da aplicação do conhecimento científico também faz parte da atividade científica, destaca-se que a concepção de neutralidade de Lacey (2006a), entre outros aspectos, reflete sobre o fato de que “[...] a neutralidade concerne às conseqüências – inclusive na aplicação – da aceitação de teorias” (Lacey, 2006a, p.14).

As práticas científicas, na tese da autonomia, não estão sujeitas a fatores externos. Segundo essa tese, as agendas da pesquisa científica “[...] são adaptadas e institucionalizadas pelo interesse em produzir teorias que manifestem imparcialidade e neutralidade e em descobrir novos fenômenos que favoreçam esse interesse” (Lacey, 2008a, p.180). Tais interesses não dependeriam do contexto social e político (Lacey, 2006a).

Para Lacey (2006a) a autonomia compreende que a pesquisa científica e as metodologias que lhe dão forma são conduzidas pelo interesse de entender e conhecer fenômenos, além da descoberta de novos fenômenos, sendo estes interesses independentes dos contextos sociais e políticos. Esses interesses compreendem o objeto enquanto objeto do mundo como ele é ao invés de objeto constituído por interesses sociais nas estratégias que estruturam a pesquisa.

Após transcorrer sobre as teses de imparcialidade, neutralidade e autonomia, para melhor compreensão dos processos nos quais os valores não cognitivos (sociais, morais, entre outros), se relacionam com a atividade científica, é importante se considerar a ideia de estratégia de pesquisa, pois para o autor, é no momento da escolha da estratégia de pesquisa que os valores sociais se manifestam de forma mais evidente. Para Lacey (2006a), a pesquisa científica sempre é conduzida de acordo com uma estratégia. Esta estratégia tem como principais papéis:

[...] primeiro, prescrever restrições sobre os tipos de teorias e os tipos de categorias que elas podem desenvolver, que podem ser considerados e investigados e, assim, especificar os tipos de possibilidades que podem ser identificados no curso da pesquisa; e, segundo, selecionar os tipos relevantes de dados empíricos a serem procurados e relatados e, também, os fenômenos e seus aspectos que devem ser observados e experimentados (Lacey, 2006a, p.17).

Segundo Lacey (2008a), as estratégias adotadas por um indivíduo ou por uma comunidade científica são suscetíveis à influência de valores sociais. Assim, os valores sociais influenciam as estratégias a serem adotadas em uma pesquisa e os valores cognitivos possuem um papel apropriado na escolha de teorias.

Os valores sociais tendem a influenciar, em menor ou maior grau, a adoção de estratégias nas mais diversas pesquisas. Nesse contexto, a autonomia e a neutralidade da atividade científica se tornam um ideal distante, praticamente inatingível. Considerando o papel das estratégias e o quanto ela pode ser influenciada pelos valores sociais é importante destacar que a ciência contemporânea adota, quase que exclusivamente, estratégias materialistas, cuja base para adoção inclui o valor social de expansão da capacidade humana de exercer o controle sobre os objetos naturais. No que tange as estratégias adotadas nas pesquisas sobre transgênicos, Lacey (2006a, p.18) compreende que:

A pesquisa que conduziu a produção de transgênicos e que explora as possibilidades da engenharia genética, das sementes agrícolas é conduzida segundo as “estratégias biotecnológicas”, as quais são instâncias das estratégias materialistas. As possibilidades da engenharia genética, derivadas da pesquisa sobre a genômica subjacente e a estrutura molecular das sementes, são exemplos das possibilidades descontextualizadas. Identificá-las imparcialmente nada nos diz sobre os riscos (para a saúde humana ou para o ambiente) que elas podem implicar ou sobre as possibilidades da agricultura “sustentável”.

Esse tipo de estratégia descontextualizada (materialista), pouco considera as situações de riscos à saúde humana, bem como as implicações socioeconômicas, culturais e ambientais que esse tipo de tecnologia pode acarretar. Atualmente a ciência e o aumento da nossa capacidade de controlar a natureza, majoritariamente, servem aos valores do neoliberalismo (Lacey, 2008a). Ou seja:

A valorização moderna do controle refere-se a um conjunto de valores especificamente modernos conectados com o controle dos objetos naturais, que se relaciona com a expansão do alcance do controle tecnológico, sem que seu valor esteja subordinado sistematicamente a outros valores de ordem ética e social, e ao grau de penetração nas vidas, experiências e instituições modernas (Lacey, 2006a, p.19).

Os fenômenos representados segundo estratégias materialistas são descontextualizados, dissociados de qualquer lugar que eles possam ter nas ordenações sociais, nas vidas e experiência humanas (Lacey, 2006a). Como alternativa à adoção, quase que exclusiva, de estratégias materialistas, Lacey (2008a) propõe a adoção de estratégias agroecológicas, que se associam a um conjunto de valores distintos aos das estratégias materialistas de pesquisa, tais como, o de proteção a biodiversidade e o de participação social.

O estudo de Lantiman (2017) compreende que na busca de contribuir para o bem-estar de todos a ciência deve considerar em suas atividades, uma pluralidade de estratégias. É importante considerar que o pluralismo estratégico não rejeita as estratégias materialistas, mas sim, permite a utilização destas estratégias com as de outro tipo, o que contribui para o resgate do ideal de neutralidade, o qual terá uma maior probabilidade de se tornar, de fato, presente nas práticas científicas (Lantiman, 2017).

Além do exposto, para completar o quadro teórico, que servirá de base para a análise de fragmentos de textos contidos nos livros didáticos de Química do PNL 2018, serão consideradas algumas ideias subjacentes ao princípio da precaução. Segundo Cezar e Abrantes^x (2003, p.237) “o Princípio da Precaução, nas suas diversas formulações, interpretações e aplicações, regula a participação do conhecimento de senso comum e/ou técnico-científico em casos envolvendo potencial dano ao meio ambiente”. Outra perspectiva referente ao princípio da precaução é apresentada pelo Protocolo sobre a Biodiversidade de Cartagena, citado por Lacey (2006a). É importante considerar que existe um conflito entre a precaução abordada pelo Protocolo e as regras da Organização Mundial do Comércio (OMC). É importante destacar também que existem diversas compreensões desse princípio^{xx}. A seguir é apresentado a compreensão do Protocolo de Cartagena que está contida no decreto nº 5.705 de 2006, o qual, promulga o Protocolo de Cartagena no Brasil.

A ausência de certeza científica devida à insuficiência das informações e dos conhecimentos científicos relevantes sobre a dimensão dos efeitos adversos potenciais de um organismo vivo modificado na conservação e no uso sustentável da diversidade biológica na Parte importadora, levando também em conta os riscos para a saúde humana, não impedirá esta Parte, a fim de evitar ou minimizar esses efeitos adversos potenciais, de tomar uma decisão, conforme o caso, sobre a importação do organismo vivo modificado destinado ao uso direto como alimento humano ou animal ou ao beneficiamento (Decreto nº 5.705, 2006, p.5).

Hugh Lacey é contrário à tese que argumenta o envolvimento ilegítimo do princípio da precaução na ética da ciência, acusando-o de anti-ciência, ao alegar que este princípio incorporaria uma agenda política que impediria a pesquisa científica. Pelo contrário, o filósofo compreende que quando desenvolvido de maneira apropriada, este princípio serve efetivamente para opor-se às intromissões dos valores sociais e políticos e aos interesses especiais que afeta constantemente a pesquisa científica produzindo, em muitos momentos, sua subordinação aos interesses de corporações e governos. Destarte, longe de impedir a pesquisa científica, o princípio de precaução visa reforçar os valores da imparcialidade, neutralidade e autonomia (Lacey, 2006b). As reflexões subjacentes ao princípio de precaução serão mais detalhadamente abordadas na categoria de análise “Princípio de precaução”.

Após as considerações dos elementos da filosofia de Hugh Lacey sobre a atividade científica e sua relação com valores, segue o percurso metodológico adotado nesse trabalho.

Percurso Metodológico

Foi realizada uma investigação dos livros didáticos de Química do PNLD de 2018 que abordassem o tema transgênico^{xxi}. Esta análise considerou as seis coleções (vide Quadro 1) do PNLD 2018. Assim, a pesquisa constitui-se das seguintes etapas:

1ª etapa: Escolha e Justificativa dos Materiais de Análise

Investigou-se o conjunto de livros de Química do PNLD de 2018, como demonstrado no Quadro 1. A justificativa para a escolha dos livros de Química do PNLD de 2018 considera que essas seis coleções representam os últimos livros exclusivos da disciplina de Química que foram utilizados no Ensino Médio, tendo em vista a reconfiguração curricular proveniente da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o Novo Ensino Médio e o novo PNLD 2021. Entretanto, como a implementação do Novo Ensino Médio ocorre de forma gradativa, os livros de Química do PNLD 2018 ainda estão sendo utilizados durante esse processo.

Quadro 1: Livros didáticos do PLND 2018

Livros didáticos de Química analisados do PNLD 2018	Código
Ciscato, Carlos Alberto M., Pereira, Luis Fernando, Chemello, Emiliano, & Proti, Patrícia B. (2016). <i>Química</i> . (Vols. 1-3). São Paulo: Moderna.	L1-V1, L1-V2, L1-V3
Reis, Martha. (2016). <i>Química: ensino médio</i> . (2ª ed.). (Vols. 1-3). São Paulo: Ática.	L2-V1, L2-V2, L2-V3
Mortimer, Eduardo F., & Machado, Andréa H. (2016). <i>Química: ensino médio</i> . (3ª ed.). (Vols. 1-3). São Paulo: Scipione.	L3-V1, L3-V2, L3-V3
Novais, Vera Lúcia D., & Antunes, Murilo T. (2016). <i>Vivá: Química</i> . (Vols. 1-3). Curitiba: Positivo.	L4-V1, L4-V2, L4-V3
Lisboa, Julio Cezar F. (2016). <i>Ser Protagonista: química</i> . (3ª ed.). (Vols. 1-3). São Paulo: Edições SM.	L5-V1, L5-V2, L5-V3
Santos, Wildson Luiz P., & Mól, Gerson S. (2016). <i>Química Cidadã</i> . (3ª ed.). (Vols. 1-3). São Paulo: AJS.	L6-V1, L6-V2, L6-V3

Fonte: Dos autores.

A letra L seguida do número se refere ao livro. A letra V seguida do número indica o volume do livro (por exemplo: L1-V1= Livro 1, Volume 1).

2ª etapa: Identificação nos Livros de Química do PNLD 2018 de Fragmentos que Abordam o Tema Transgênico sem Relação ao Contexto de Produção de Alimentos

Em muitos casos, os fragmentos de texto encontrados não relacionavam os transgênicos ao contexto de produção de alimentos. Dessa forma, esses fragmentos que abordavam o tema transgênico, porém, não possuíam relação direta ao contexto de produção de alimentos, foram considerados no Quadro 2. Cabe destacar que, no processo de identificação desses fragmentos de texto, outros termos foram evidenciados. Termos como, engenharia genética, biotecnologia, geneticamente modificados, entre outros, estão sinalizados como palavras chaves no Quadro 2. Desta forma, mostra-se pertinente possibilitarmos ao leitor uma visão mais ampla dos livros analisados.

É importante evidenciar que o debate sobre os OGM's se faz presente em outros contextos diferentes dos relacionados a produção de alimentos. Entretanto, o objetivo desse estudo visa contemplar a análise dos fragmentos de texto que abordam o tema "transgênicos" apenas no contexto de produção de alimentos.

3ª etapa: Identificação nos Livros de Química do PNLD 2018 de Fragmentos que Abordam o Tema Transgênico Relacionado ao Contexto de Produção de Alimentos

Após a análise, verificou-se que dos livros didáticos do PNLD 2018, os livros L2-V3, L4-V3, L5-V3, L6-V1, L6-V2 e L6-V3 apresentaram fragmentos de texto abordando, de maneira significativa, o tema transgênico relacionado ao contexto de produção de alimentos. Por esse tema se associar as pesquisas nas áreas de biotecnologia e engenharia genética, essas áreas quando relacionadas ao contexto de produção de alimentos, também foram consideradas no processo de identificação dos fragmentos.

4ª etapa: Análise dos Fragmentos Identificados nos Livros que Abordam o Tema Transgênico Relacionado ao Contexto de Produção de Alimentos

Ressalta-se que, além de evidenciar fragmentos de texto nos livros didáticos de Química do PNLD 2018, que abordam o tema transgênico (L2-V3, L4-V3, L5-V3, L6-V1, L6-V2 e L6-V3), esse estudo se dispõe a analisar e problematizar, a partir de elementos da filosofia de Hugh Lacey, os fragmentos de texto, que abordam o tema transgênico quando relacionados ao contexto de produção de alimentos. É importante evidenciar que se optou pelo aprofundamento dos transgênicos no contexto de produção de alimentos, pois esse contexto permeia o cotidiano da sociedade brasileira devido à alta comercialização desses tipos de alimentos para alimentação humana. Além disso, o cultivo de sementes transgênicas é responsável por ocupar grandes^{xxii} extensões de terras no país.

Nesse processo, de análise de L2-V3, L4-V3, L5-V3, L6-V1, L6-V2 e L6-V3 foi utilizado como instrumento a Análise Textual Discursiva (ATD) caracterizada por Moraes (2003). De acordo com Moraes (2003), o processo de análise textual inicia-se pela unitarização do material do *corpus* da pesquisa, seguida dos elementos de categorização e comunicação (metatexto).

Resultados e Discussão

Resultados da 2ª Etapa do Percurso Metodológico

Os fragmentos de texto que não abordam o tema transgênico no contexto de produção de alimentos são explicitados no Quadro 2 que segue:

Quadro 2: Capítulos e páginas dos livros de Química do PNLD 2018 que evidenciam a abordagem do tema transgênico sem relação ao contexto de produção de alimentos.

Referência do livro	Vol.	Palavras-chaves	Capítulos do livro e página	Livro do professor
Ciscato, Carlos Alberto M., Pereira, Luis Fernando, Chemello, Emiliano, & Proti, Patrícia B. (2016). <i>Química</i> . (Vols. 1-3).	V1	-	-	-
	V2	-	-	-
	V3	- Geneticamente modificadas	- Questão 4 referente ao tópico "Questões para fechamento do tema" (Capítulo 1,	-

O Debate dos Transgênicos, em Livros Didáticos de Química, Analisados a Partir de Elementos da Filosofia de Hugh Lacey

São Paulo: Moderna. (L1)			página 54).	
		- Modificadas geneticamente - Engenharia genética	- Discussão sobre insulinas no tópico "Ligação peptídica, peptídios e as proteínas" (Capítulo 5, página 249).	-
		- Organismos geneticamente modificados	-	- Comentários e sugestões do texto "Brasileiras no MIT estudam novo combustível obtido de CO ₂ " (Capítulo 2, página 309). - Comentários e sugestões do Tema 2: "Os carboidratos na alimentação" (Capítulo 5, página 336).
		- Biotecnologia	- Exemplo da produção de isopropanol de cana-de-açúcar no tópico "Biotecnologia e a produção de isopropanol" (Capítulo 2, páginas 88 e 89).	- Referente ao tópico "Texto de abertura do capítulo e respectivas questões" (Capítulo 1, página 300).
		- Modificações genéticas	- Discussão sobre a síntese do paclitaxel, no tópico "Síntese de medicamentos" (Capítulo 3, página 131).	- Tópico "Texto de abertura do capítulo e respectivas questões" (Capítulo 2, página 308).
Reis, Martha. (2016). <i>Química: ensino médio</i> . (2ª ed.). (Vols. 1-3). São Paulo: Ática. (L2)	V1	-	-	-
	V2	-	-	-
	V3	-	-	-
Mortimer, Eduardo F., & Machado, Andréa H. (2016). <i>Química: ensino médio</i> . (3ª ed.). (Vols. 1-3). São Paulo: Scipione. (L3)	V1	-	-	-
	V2	-	-	-
	V3	- Organismos geneticamente modificados	- Exercício (Capítulo 4, página 215).	-
Novais, Vera Lúcia D., & Antunes, Murilo T.	V1	-	-	-
	V2	-	-	-

(2016). <i>Vivá: Química</i> . (Vols. 1-3). Curitiba: Positivo. (L4)	V3	- Geneticamente modificados - Transgênicos	-	- Orientações e sugestões para a abordagem do texto “Vírus Zika” (página 315).
		- Organismos geneticamente modificados	-	- Orientações pedagógicas: estudo dos polímeros e uma abordagem com a Biologia (página 348).
Lisboa, Julio Cezar F. (2016). <i>Ser Protagonista: química</i> . (3ª ed.). (Vols. 1-3). São Paulo: Edições SM. (L5)	V1	-	-	-
	V2	-	-	-
	V3	- Modificações genéticas	- Referente a um exercício do tópico “Vestibular e Enem” (Capítulo 1, p.28).	-
Santos, Wildson Luiz P., & Mól, Gerson S. (2016). <i>Química Cidadã</i> . (3ª ed.) (Vols. 1-3). São Paulo: AJS. (L6)	V1	- Transgênicos - Biotecnologias	-	- Como exemplo de questão sociocientífica (p.317).
		Engenharia genética	-Referente ao tópico “Ciência e tecnologia: incertezas e riscos” (Capítulo 3, página 132).	-
	V2	- Transgênicos - Biotecnologias	-	- Como exemplo de questão sociocientífica (p.317).
		- Transgênicos - Biotecnologias	-	- Como exemplo de questão sociocientífica (p.317).
V3	- Transgênicos	-	- Referente ao tópico: “Energia nuclear: energia limpa?” (página 329)	

Fonte: Elaborado pelos autores a partir da análise dos livros

Segue-se um conjunto de observações e sinalizações realizadas após a análise desses livros. Ao analisar L1-V3, verificou-se no capítulo 1 uma questão com a palavra-chave geneticamente modificadas no item “Questões para fechamento do tema”, porém, sem relação ao contexto de produção alimentos. Também se observa que L1-V3, no capítulo 2, aborda o tema da biotecnologia, através do exemplo da produção de isopropanol de cana-de-açúcar no tópico “Biotecnologia e a produção de isopropanol”. Mesmo que a cana de açúcar possa servir como alimento, no contexto do livro, sua produção se relaciona ao biocombustível isopropanol, por

isso, a exclusão desse fragmento da análise dos transgênicos no contexto de produção de alimentos. O texto destaca que na “presença de bactérias da espécie *Clostridium acetobutylicum*, sem modificação genética, pode-se produzir cerca de 1,8g/L de isopropanol; com a modificação genética da bactéria, esse valor pode aumentar para 13,6g/L” (L1-V3, 2016, p.88-89). Ressalta-se que a palavra “transgênico” não é utilizada nesse contexto.

No capítulo 3, L1-V3 apresenta uma discussão sobre a síntese do medicamento paclitaxel. Nessa discussão, dentre outras coisas, o livro destaca que “[...] pesquisadores conseguiram realizar modificações genéticas em uma bactéria (*Escherichia coli*), fazendo-a produzir grandes quantidades de taxadieno, um intermediário importante na rota de síntese do paclitaxel” (L1-V3, 2016, p.131). Ainda no mesmo livro, no capítulo 5, no tópico “Ligação peptídica, peptídios e as proteínas” o termo “modificadas geneticamente” aparece no contexto de discussão do uso de insulinas. Os autores apontam que no ano de 1980 foram obtidas bactérias modificadas por engenharia genética capazes de produzir insulina humana.

No livro do professor, nas orientações ao final do livro, referentes ao capítulo 2 do L1-V3, o tópico “Comentários sobre cada tema” aponta sugestões para trabalhar com o texto intitulado: “Brasileiras no MIT estudam novo combustível de CO₂”. Nesse caso, os autores apontam que o professor pode explorar exemplos de aplicação de microorganismos geneticamente modificados no contexto de produção de combustíveis.

Você também pode comentar os estudos que vêm sendo desenvolvidos a respeito do uso de enzimas obtidas de organismos geneticamente modificados para catalisar a hidrólise da celulose do bagaço de cana-de-açúcar, com vistas à obtenção do etanol de segunda geração [...] (L1-V3, 2016, p.309).

Ainda no L1-V3, no tópico “Comentários sobre cada tema” para o texto “Os carboidratos na alimentação” referente ao capítulo 5, o livro do professor propõe lembrar os estudos a respeito do uso de enzimas obtidas a partir de OGMs na produção de etanol de segunda geração. No tópico “Texto de abertura do capítulo e respectivas questões”, referente ao capítulo 2, o livro do professor sugere comentar com os estudantes sobre a possibilidade de o diesel ser obtido da cana-de-açúcar, a partir de modificações genéticas de uma levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) que é usada na fermentação do caldo de cana para produzir etanol. “Tal modificação genética faz com que a levedura secrete farneseno [...], um hidrocarboneto que pode ser empregado em qualquer motor a diesel, como em caminhões, tratores e ônibus (L1-V3, 2016, p.308). Nas orientações, no final do livro, referente ao capítulo 1, os autores sugerem trabalhar os avanços da biotecnologia com a disciplina de Biologia. A seguir, o fragmento de texto que sinaliza esta sugestão:

Quanto aos avanços na biotecnologia, caso seja apropriado, pode haver uma interação com a disciplina de Biologia, no sentido de ilustrar esses avanços com base nos conhecimentos sobre a estrutura genética dos seres vivos e as manipulações genéticas, que permitem aos cientistas introduzir em plantas, por exemplo, características que lhes tragam vantagens, como maior resistência às pragas (L1-V3, 2016, p.300).

Na análise do L3-V3, verificou-se que o termo organismos geneticamente modificados aparece em um exercício associado ao debate sobre aquecimento global.

No L4-V1 e L4-V2 não foi encontrado conteúdo significativo referente ao tema. No capítulo 1 do L4-V3, é possível encontrar o texto “Vírus Zika”. De forma sucinta, o texto aborda o uso da radiação nuclear para eliminar ou reduzir a população do mosquito *Aedes aegypti*. Nesse sentido, o livro do professor apresenta como sugestão que os estudantes:

[...] pesquisem e discutam a forma como o ser humano interfere no processo de desenvolvimento de outros seres vivos – inclusive causando mutações – e as conseqüências dessas ações para o meio ambiente. Apesar de ser recente o tema da criação de mosquitos vetores da infecção por Zika e da dengue **geneticamente modificados**, há correntes contrárias a essa prática, discutindo inclusive a ética de tal ação” (L4.V1, 2016, p.315, grifo nosso).

Para trabalhar o outro lado dessa prática, os autores sugerem a leitura do texto “Pesquisadores questionam mosquitos transgênicos no combate à dengue”. O fragmento de texto a seguir do L4-V3 evidencia esta sugestão:

Se o professor julgar necessário, pode promover o levantamento de prós e contras com relação aos insetos **geneticamente modificados** e fazer uma comparação entre as informações pesquisadas e a ideia de que o ser humano faz parte da natureza e não esta acima dela (L4-V3, 2016, p.315, grifo nosso).

As palavras geneticamente modificados e transgênicos não se relacionam nessa atividade ao contexto de produção de alimentos transgênicos. Entretanto, observa-se que o L4-V3 sinaliza a possibilidade do debate de questões éticas sobre o tema, aspecto pouco abordado nos livros analisados.

Ainda na análise do L4-V3, nas orientações pedagógicas do livro do professor, os autores apontam que o estudo dos polímeros possibilita trabalhar de maneira articulada com a disciplina de Biologia, como por exemplo, o uso de organismos geneticamente modificados na produção de biopolímeros.

No livro L5-V3, verificou-se no capítulo 1 uma questão com a palavra-chave modificações genéticas no item “Vestibular e Enem”. Segue parte da questão:

[...] A levedura *Saccharomyces cerevisiae* é responsável por transformar o caldo de cana em etanol. Modificações genéticas permitem que esse microorganismo secrete uma substância chamada farneseno, em vez de etanol. O processo produz, então, um combustível derivado da cana-de-açúcar, com todas as propriedades essenciais do *diesel* de petróleo, com as vantagens de ser renovável e não conter enxofre [...] (L5-V3, 2016, p.28).

No capítulo 3 do L6-V1, o termo engenharia genética aparece no tópico “Ciência e tecnologia: incertezas e riscos”:

O acesso às novas tecnologias, por exemplo, da engenharia genética (conjunto de técnicas para identificar e manipular genes de organismos vivos) pode ser visto como defesa à vida daqueles que vão se beneficiar delas, com a ampliação de sua expectativa e qualidade de vida (L6-V1, 2016, p.132).

Por fim, destaca-se que os três volumes de L6 apresentam no livro do professor os temas transgênicos e biotecnologias como questões sociocientíficas, no tópico “Questão Sociocientífica”. Destaca-se que o L6-V3 também apresenta o termo transgênico no texto intitulado “Energia nuclear: energia limpa?”. Observa-se essa menção no fragmento: “Assim como os transgênicos, a energia nuclear é um assunto polêmico. Por isso, é alvo de debates acalorados que envolvem Ciência e sociedade” (L6-V3, 2016, p.329).

Assim, está seção objetivou evidenciar os fragmentos de textos contidos nos livros didáticos que consideram o debate sobre transgênicos, porém, sem relação ao contexto de produção de alimentos. A próxima seção apresentará a análise dos fragmentos de textos referentes ao tema

dos transgênicos associados ao contexto de produção de alimentos. Destaca-se que esses fragmentos são analisados a partir de elementos da filosofia de Hugh Lacey.

Resultados da 3ª e 4ª Etapas do Percurso Metodológico

Durante a análise dos fragmentos de texto contidos nos livros do Quadro 1, emergiram categorias. Tanto as categorias quanto seus respectivos argumentos emergiram a partir de elementos da filosofia de Hugh Lacey. O quadro a seguir contém as categorias e argumentos utilizados na análise do *corpus* da pesquisa.

Quadro 3: Categorias emergentes e relação entre valores e ciência

Categoria	Argumento
Possibilidades para se problematizar valores e interesses subjacentes à atividade científica relacionada às pesquisas dos transgênicos	Os conhecimentos referentes ao desenvolvimento de alimentos transgênicos serviriam a determinados conjuntos de valores em detrimento de outros. A atividade científica relacionada ao desenvolvimento de alimentos transgênicos não seria isenta de influências externas.
Princípio de precaução	Cautela e preocupação com aplicação de conhecimentos sem os devidos estudos sobre possíveis consequências para saúde humana e para o meio ambiente.
Possibilidades e alternativas para uma agricultura sustentável	Consideração de outras formas de agricultura como possibilidade para produção de alimentos.

Fonte: Dos autores.

A seguir serão apresentadas reflexões e problematizações possibilitadas pela análise dos fragmentos de livros didáticos a partir da epistemologia de Hugh Lacey.

Possibilidades para se Problematizar Valores e Interesses Subjacentes à Atividade Científica Relacionada às Pesquisas dos Transgênicos

Este tópico pretende, a partir de fragmentos de texto dos livros analisados, discutir de que forma a utilização dos transgênicos na agricultura podem favorecer a determinados conjuntos de valores e interesses em detrimento de outros. De maneira geral, compreende-se que este tipo de conhecimento se insere num contexto o qual o lucro e a acumulação de riqueza muitas vezes se tornam valores mais importantes do que o bem-estar da maioria das pessoas e a preservação do meio ambiente. Além disso, alguns valores almejados na atividade científica, como neutralidade e autonomia, dependendo do contexto, podem se tornar apenas uma aspiração.

O L6-V3, no capítulo 6, apresenta uma seção contendo uma contextualização sociocultural: “Química e ambiente”. Nessa seção, são abordadas as implicações da Química no meio ambiente. O tópico “Agricultura sustentável: opção inteligente”, como um exemplo de questões ambientais relacionadas à Química, traz como conteúdo o seguinte debate:

As aplicações da Química na agricultura, como o uso de agrotóxicos e de transgênicos, provocam grandes debates sobre as responsabilidades ambientais e sociais de setores ligados à ciência e tecnologia (C&T).

A lógica do modelo de desenvolvimento, que tem sido adotado, é fundamentada no princípio de que o importante é acumular riqueza, a fim de desfrutar, ao máximo, a curta passagem de uma existência no

planeta. Para isso, muitas indústrias buscam extrair o máximo dos recursos naturais do planeta, como se eles fossem inesgotáveis. Assim, com o passar do tempo, o processo produtivo deixou de atender em prioridade às necessidades sociais e passou a atender, cada vez mais, às demandas de mercado e à geração de lucro (L6-V3, 2016, p.272).

Em relação ao fragmento anteriormente citado, no que tange ao debate sobre os transgênicos, o texto possibilita reflexões sobre o atual modelo de desenvolvimento que direciona as aplicações^{xxiii} dos conhecimentos científicos. O fato da semente transgênica se transformar cada vez mais numa mercadoria, tendo seu caráter de entidade biológica atenuado, contribui para que a atividade científica, relacionada aos transgênicos e à produção de alimentos desse tipo, esteja cada vez mais inserida na lógica do lucro e menos inserida na lógica do bem-estar social (LACEY, 2008a).

Além disso, considerando ainda o fragmento de texto do L6-V3, no que tange as responsabilidades sociais e ambientais dos setores ligados à ciência e a tecnologia, é possível problematizar que a pesquisa em torno dos transgênicos, é produto de um considerável financiamento corporativo. Nesse sentido, a disponibilidade da tecnologia subjacente aos transgênicos e a pressão para desenvolvê-la deve ser explicada não pela dinâmica interna da ciência, mas majoritariamente pelos interesses dos financiadores da pesquisa (Lacey, 2010). Dessa forma, os valores atrelados à preservação ambiental tende a não serem priorizados no direcionamento desse tipo de pesquisa.

É importante ressaltar que o L6-V3 traz uma breve reflexão sobre a agricultura orgânica e o agronegócio. O fragmento de texto que se segue foi coletado de L6-V3, no tópico intitulado “Agricultura sustentável: opção inteligente”.

Ao contrário das lavouras do agronegócio, na **agricultura orgânica** há diversificação no ambiente, enquanto no agronegócio há monocultura, com desenvolvimento de pragas por falta de predadores naturais, que exigem o emprego intensivo de agrotóxicos (L6-V3, 2016, p.273, grifo dos autores).

Por mais que o fragmento anterior não evidencie a relação existente entre agronegócio e os transgênicos, o texto deixa claro que a monocultura prevalece no agronegócio o que acarreta a necessidade do uso intensivo de agrotóxicos. Dessa forma, o fragmento possibilita a reflexão sobre as características da agricultura orgânica e da agricultura relacionada ao agronegócio, levantando o debate sobre outras formas de se produzir alimentos.

Lacey (2006b) compreende que a tecnologia dos transgênicos possui pouco espaço nas práticas agrícolas agroecológicas e orgânicas, assim pouco valor possui para os movimentos rurais populares. Entretanto, o desenvolvimento dessa tecnologia satisfaz os interesses do agronegócio e do grande capital, sendo fortemente valorizada onde os valores do capital e do mercado predominam. “Assim, os resultados da pesquisa sobre Tgs não são aplicáveis eqüitativamente por todas as perspectivas éticas conflitantes” (Lacey, 2006b, p.379). Logo, não estão alinhadas a tese da neutralidade proposta por Lacey (2008a, p.15), o qual compreende:

[...] que nenhum conjunto particular de valores é especialmente bem servido por uma teoria científica aceita: uma teoria não tem conseqüências lógicas concernentes aos valores que são sustentados por uma pessoa ou comunidade; e em princípio, pode ser aplicada na prática independentemente dos valores que são sustentados.

Essa situação a qual os resultados das pesquisas sobre os transgênicos servem mais a um conjunto de valores em detrimento de outros é potencializada pelo fato do agronegócio ser o patrocinador da maioria dessas pesquisas. Lacey (2010, p. 224) transcorre sobre as relações

existentes entre as pesquisas sobre os transgênicos e o agronegócio, considerando também a questão do Direito a Propriedade Intelectual (DPI)^{xiv}.

Lacey (2010) destaca que a maioria das pesquisas sobre transgênicos é financiada pelo agronegócio, sendo que através dos DPI, aqui incluídas também as patentes, o agronegócio ganhou controle das plantas transgênicas, das técnicas de engenharia genética e até mesmo sobre determinados genes e características de plantas. Soma-se a isso a difusão da agricultura transgênica nos países de terceiro mundo, a qual é favorecida pelas medidas protecionistas dos DPI, apoiadas pela Organização Mundial do Comércio (OMC).

Nesse contexto, ao que parece, os produtos da pesquisa biotecnológica, que exploram as possibilidades encapsuladas nos genomas (modificados) das sementes, podem ter pouca utilidade fora dos espaços onde predominam as relações de mercado. Se for assim, então a própria dedicação à pesquisa sobre os transgênicos já contribui simultaneamente para os interesses do agronegócio e do mercado (Lacey, 2010, p.224).

Nesse contexto, quando muitos objetos e produtos da pesquisa científica tornam-se portadores de direitos de propriedade intelectual, metas cognitivas, econômicas e políticas amalgamam-se tornando a autonomia e a neutralidade, em muito de seus sentidos, apenas uma aspiração (Lacey, 2006a). A autonomia das pesquisas sobre os transgênicos se torna suspeita pois “[...] ela parece implicar que a disponibilidade de condições para a pesquisa depende dos desejos das corporações ou do que é politicamente popular ou de especial significação para interesses éticos particulares” (Lacey, 2006b, p. 380).

A seção “Atividades”, referente ao capítulo 5 de L4-V3, contempla uma questão com um texto intitulado como: “Brasil é o principal consumidor de agrotóxicos em escala global”. O fragmento a seguir, retirado desse texto de L4-V3, possibilita abordar o tema transgênico considerando sua relação com o aumento^{xxv} do consumo de agrotóxico.

Desde 2008, o Brasil é o país que mais consome agrotóxicos, com uma média duas vezes superior ao resto do mundo. A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) indica que essa utilização aumentou 700% nos últimos 40 anos. Contribuem para a “liderança” fatores como o papel da agropecuária na economia brasileira, a expansão da fronteira agrícola e o plantio de sementes transgênicas (L4-V3, 2016, p.153).

Compreende-se que a agricultura do Terceiro Mundo se tornou cada vez mais inserida na economia internacional de maneira a favorecer os interesses das empresas agrícolas, de um setor dos proprietários de terras e de algumas indústrias afins (Lacey, 2008a). Esse fato associa-se diretamente a colocação subordinada do Brasil na divisão internacional do trabalho. Tal subordinação se perpetuou no decorrer dos anos, atribuindo importância significativa da flutuação dos preços de commodities para economia brasileira, fazendo com que estas representem a maioria das exportações do país.

Como abordado anteriormente, Lacey (2010) compreende que por mais que a tecnologia subjacente aos transgênicos seja sustentada por evidências empíricas confiáveis, isso não acarreta necessariamente que a aplicação desse conhecimento servirá de maneira equitativa a distintas perspectivas de valor, ou seja, atenderão os critérios da neutralidade. Assim, pouco serviria para suprir as necessidades alimentares dos pobres ou para práticas agrícolas da maioria dos pequenos agricultores do Terceiro Mundo. Após as reflexões realizadas é difícil conceber que a tecnociência subjacente ao capital, e inserida nas pesquisas sobre transgênicos, seja neutra e autônoma. Esse tipo de ciência se torna um elemento de diferenciação de poder e na prática configura espaços de dominação e exclusão.

O livro L6-V3, dos autores Wildson e Mol de 2016, possui elementos que possibilita discussões que consideram a problematização dos valores e interesses subjacentes a atividade científica no desenvolvimento dos alimentos transgênicos. Dentre esses elementos, destacam-se, o debate em torno da não neutralidade e da não autonomia da atividade científica referente ao desenvolvimento dos transgênicos, além de reflexões sobre a atuação do agronegócio no direcionamento das práticas agrícolas nacionais. Já o livro L4-V3 de Novaes e Antunes (2016), possui um fragmento de texto que aborda o tema transgênico considerando sua relação com o aumento do consumo de agrotóxico.

Princípio de Precaução

O debate em torno dos transgênicos perpassa diversas controvérsias que circundam o tema. Uma delas trata sobre os potenciais riscos à saúde e ao meio ambiente que os transgênicos podem causar. Dessa forma, alguns fragmentos de texto que podem se associar ao conceito do princípio de precaução foram evidenciados em L6-V1 e L6-V3.

O capítulo 3 de L6-V1, apresenta a seção “Ciência e tecnologia: incertezas e riscos” como contextualização sociocultural. Nessa seção, os transgênicos surgem como um exemplo em que os riscos são incertos. Considere o fragmento de L6-V1 que segue:

Vejamos agora um último exemplo em que os riscos são incertos, mas o potencial de ocorrência é grande. Trata-se do caso dos transgênicos. Transgênicos são plantas, animais ou microrganismos cujo código genético foi modificado, em laboratório, por processos de biotecnologia. São também conhecidos como Organismos Geneticamente Modificados (OGMs). Geralmente, a modificação consiste na inserção de um gene de outra espécie, com o objetivo de conferir ao OGM alguma característica interessante, do ponto de vista econômico, como maior produtividade ou maior resistência a pragas. É o que acontece, por exemplo, com o algodão, que recebe um gene da bactéria *Bacillus thuringiensis* (Bt). Esse gene induz a produção de uma toxina que torna a planta mais resistente ao ataque de insetos. Na aparência, uma planta transgênica não difere de uma normal. Na maioria dos casos, só os técnicos conseguem saber a diferença por meio de análises específicas. Parece, portanto, uma planta comum. Inofensiva? Os ambientalistas dizem que não (L6-V1, 2016, p.136).

A utilização de transgênicos na agricultura possibilita aumento da produtividade e, conseqüentemente, dos lucros dos agricultores. Do ponto de vista ambiental, alguns OGMs requerem o uso menos intensivo de agrotóxico, o que os torna menos agressivos. Mas, por outro lado, há riscos tanto para a saúde humana quanto para o ambiente de uma forma global, pois, não se conhecem todas as características do que está sendo produzido nem seus possíveis efeitos sobre a saúde humana. Há argumentos de que transgênicos poderiam cruzar acidental e naturalmente com espécies comuns, transmitindo suas características genéticas. Imagine uma soja resistente a herbicida transmitindo essa capacidade a uma erva daninha... (L6-V1, 2016, p.137).

As aplicações da Química na agricultura, como o uso de agrotóxicos e de transgênicos, provocam grandes debates sobre as responsabilidades ambientais e sociais de setores ligados à ciência e tecnologia (C&T) (L6-V3, 2016, p.272).

Os fragmentos acima possibilitam o debate em torno do princípio de precaução. Verificou-se que a discussão traz uma reflexão a respeito das possíveis conseqüências ambientais e para saúde humana que produtos tecnológicos podem acarretar. Nessa direção, o princípio de

precaução apresenta duas propostas que se relacionam entre si. A primeira, que recomenda cautela face à aplicação tecnológica de resultados científicos e a outra enfatiza a importância de empreender investigação em áreas comumente pouco pesquisadas (Lacey, 2006a).

De acordo com Lacey (2006a), há um consenso de que a liberação dos transgênicos para comercialização deve acontecer quando esses tenham sido submetidos a testes de avaliação dos riscos, tendo sua segurança certificada por adequada inspeção regulatória. “Os pontos relevantes são magnitude, seriedade, probabilidade e administrabilidade do risco” (Lacey, 2006a, p.116).

O segundo fragmento de L6-V1 e o fragmento de L6-V3 abordam alguns riscos para a saúde humana e ao meio ambiente que os transgênicos podem acarretar. Considerando esta reflexão Lacey (2006a, p.135) sinaliza que o “[...] princípio de precaução não autoriza um apelo contínuo e sem fim a riscos desconhecidos para deslegitimar a inovação tecnocientífica”. Assim, a adoção ou não do princípio de precaução deve ser fortemente considerada levando em conta o contexto socioeconômico, o qual os transgênicos serão utilizados, pois tal contexto pode potencializar os riscos ambientais e sociais (Lacey, 2006a). Nesse sentido, é “[...] legítimo para um país proibir o uso ou a importação de uma tecnologia (e seus produtos) visando ganhar tempo para investigar os riscos (para a saúde ou ambiente), ainda que não haja evidência científica definitiva disponível [...]” (Lacey, 2006a, p.135).

O L6-V1 coloca que um dos benefícios dos transgênicos é a maior durabilidade, ao mesmo tempo que, ressalta a incerteza dos riscos para à saúde e ao ambiente:

Grãos, verduras, legumes e frutas modificados geneticamente têm como aspecto positivo maior durabilidade após a colheita e, assim, podem resistir melhor a transportes prolongados. A incerteza dos riscos que esses alimentos podem oferecer à saúde e ao ambiente é que torna o seu uso polêmico (L6-V1, 2016, p.137).

O princípio de precaução indica que, antes de implementar inovações tecnológicas, sejam tomadas precauções que conduzam pesquisas detalhadas e de grande alcance, sobre os riscos potenciais dessas inovações (Lacey, 2006b).

Considera-se também, que além dos fragmentos de textos, que abordam os transgênicos, evidenciados anteriormente, o L6-V1 através do tópico da página 137 intitulado “Tomada de Decisão” aprofunda o debate sobre o tema por meio de questões e problematizações. A seguir o trecho em questão:

Pesquise sobre argumentos a favor e contra o uso de OGMs. Com base nos casos descritos no texto acima, apresente o seu posicionamento sobre a liberação do uso dos OGMs, avaliando a sua decisão, por meio das seguintes questões: (i) A sua decisão pode ser prejudicial a alguém? Como? (ii) Você está informado suficientemente para tomar essa decisão? (iii) Que pessoas ou grupos envolvidos deveriam ser consultados para opinar sobre essa questão? (iv) Qual opção irá produzir o maior bem e trazer o menor dano? (v) Qual opção respeita melhor os direitos de todos os envolvidos na situação? (vi) Qual opção atende melhor a comunidade como um todo e não apenas algumas pessoas? (vii) Considerando todas as questões anteriores, qual a opção que melhor aborda a situação? (viii) Como pode a minha decisão ser implementada com maior cuidado e atenção às preocupações de todas as partes interessadas? (L6-V1, 2016, p.137).

O fragmento anteriormente citado proporciona aos leitores realizar um debate considerando argumentos a favor e contra o uso de transgênicos, considerando uma diversidade de variáveis

relacionadas ao tema. Esse aspecto se enquadra em um processo de tomada de decisão e desenvolvimento de consciência crítica.

A consciência crítica “é a representação das coisas e dos fatos como se dão na existência empírica. Nas suas correlações causais e circunstanciais”. “A consciência ingênua (pelo contrário) se crê superior aos fatos, dominando-os de fora e, por isso, se julga livre para entendê-los conforme melhor lhe agradar”.

Por isso que é próprio da consciência crítica a sua integração com a realidade, enquanto que da ingênua o próprio é a sua superposição à realidade (Freire, 1967, p.105).

É importante destacar que o debate, referente aos transgênicos, por si só não é suficiente para a transformação da realidade social se o que se almeja são práticas que visem o bem-estar e a dignidade humana. O princípio da precaução sistematicamente vem sendo desconsiderado nas práticas agrícolas que possuem como base valores neoliberais.

Compreender que determinadas vozes, como por exemplo, a dos movimentos populares, sofrem sistematicamente uma tentativa histórica de silenciamento, secundarização e até mesmo criminalização é um aspecto importante a se considerar e se relaciona intimamente ao maior grau de participação política da população e de conscientização da sociedade como um todo. Nessa direção, entende-se que as decisões tomadas, no que se refere à produção agrícola nacional, é fortemente influenciada por grupos que se inserem na arena política e que representam os interesses do agronegócio e não o de outros grupos sociais.

Segundo Cezar e Abrantes (2003, p.235) “o processo de tomada de decisões comumente se dá em um contexto de incerteza. Seja em foro íntimo como no âmbito institucional, tomam-se decisões cujas implicações econômicas, sociais e ambientais não são completamente antecipáveis”. Assim sendo, é imprescindível considerar tais reflexões se o que se almeja é uma formação Científica e Tecnológica crítica, pois o grau de incerteza relacionado a esse tema é significativo.

Os transgênicos são comercializados em larga escala tanto para consumo humano, quanto para consumo animal, por exemplo, como ração. Aparentemente, a precaução não se fez muito presente na regulação desses alimentos, tão pouco, a participação popular nos processos de decisão.

Possibilidades e Alternativas para uma Agricultura Sustentável

Foram identificados nos livros analisados L2-V3, L5-V3 e L6-V2 fragmentos que sinalizam a produção de alimentos orgânicos como uma opção mais sustentável em relação ao modelo de agricultura convencional e a baseada no uso dos transgênicos. De forma resumida, a agricultura denominada convencional, segundo Nodari e Guerra (2015, p.192), “[...] utiliza insumos químicos tais como fertilizantes (em quantidades dependentes de cada solo e cultivo), bem como agrotóxicos, além da mecanização intensiva e de sementes de alto potencial que se expressa em ambientes modificados, muitas vezes com irrigação”.

No livro do professor, L2-V3 apresenta como sugestão o texto intitulado como “O que são alimentos orgânicos” no tópico “Conversa com o professor”. Nesse texto, sementes transgênicas são citadas no contexto de produção de alimentos orgânicos: “A produção de alimentos orgânicos tem como objetivo final o equilíbrio sustentável do ambiente. No cultivo estão proibidos os agrotóxicos, os fertilizantes sintéticos e as **sementes transgênicas**” (L2-V3, 2016, p.304, grifo nosso).

O L6-V2, no tópico “Substâncias orgânicas e suas funções” (capítulo 3: Classes de substâncias: funções orgânicas, ácidos, bases e sais) inicia uma discussão sobre as palavras homônimas na

Língua Portuguesa. Para isso, os autores trazem exemplos de palavras homônimas, como por exemplo, os significados da palavra “orgânica”. Ao problematizar o significado de “alimento orgânico”, o termo “organismos geneticamente modificados” aparece para explicar de que forma um alimento orgânico deve ser produzido.

A palavra orgânica tem diferentes significados. Por exemplo, lixo orgânico e alimento orgânico são completamente diferentes. Enquanto lixo orgânico relaciona-se ao resíduo de origem de ser vivo, alimento orgânico significa alimento produzido sem se ter utilizado fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, nem de **organismos geneticamente modificados**, por meio de práticas que promovem o ciclo natural dos recursos, o equilíbrio ecológico e que conservam a biodiversidade, e, geralmente, esses alimentos não são processados com recurso como a irradiação, solventes químicos ou aditivos alimentares sintéticos. Já em Química, a palavra orgânica tem um significado diferente dos dois citados anteriormente. (L6-V2, 2016, p.106-107, grifo nosso).

O L5-V3, no capítulo 1 (Carbono e cadeias carbônicas), na seção “Química e Língua Portuguesa: Uma palavra, vários significados”, traz alguns exemplos de palavras com diferentes sentidos, como o termo orgânico, com o objetivo de conscientizar os estudantes dos vários significados que as palavras podem apresentar em diferentes contextos. Nesse sentido, a seção apresenta a definição de alimento orgânico de acordo com a Lei Federal n.10 831, de 23 de dezembro de 2003:

[...] No Brasil, a produção de alimentos “orgânicos” está regulamentada pela Lei Federal n.10 831, de 23 de dezembro de 2003.

Diferentemente do que muitos pensam, o cultivo sem o uso de agrotóxicos não é o único critério utilizado para definir se um alimento é ou não “orgânico”. De acordo com a referida lei, “considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de **organismos geneticamente modificados** e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente (L5-V3, p.30- grifo nosso).

Em 2012, a partir do decreto nº 7.794, a Presidência da República instituiu a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. O decreto tem como objetivo:

[...] integrar, articular e adequar políticas, programas e ações indutoras da transição agroecológica e da produção orgânica e de base agroecológica, contribuindo para o desenvolvimento sustentável e a qualidade de vida da população, por meio do uso sustentável dos recursos naturais e da oferta e consumo de alimentos saudáveis (Decreto nº 7.794, 2012, p.1).

Os significados dos fragmentos acima sinalizam que a produção de alimentos orgânicos surge como uma possibilidade e alternativa ao modelo de agricultura que utiliza os agrotóxicos, os fertilizantes sintéticos e OGMs. Segundo Nodari e Guerra (2015, p.192), “enquanto a agricultura

convencional estava estabelecendo-se, outros sistemas agrícolas foram igualmente concebidos e praticados”. Esses sistemas alternativos de agricultura como, por exemplo, a agricultura orgânica e a agroecologia^{xxvi}, atribuem valor ao uso de matéria orgânica e aos processos biológicos (Nodari & Guerra, 2015). Segundo Lacey (2010), a agroecologia está ligada a movimentos que incorporam valores de participação popular, tais como:

[...] da sustentabilidade [...] subordinando o controle dos objetos naturais; da não violência na medida em que não envolva a tolerância da injustiça; [...] o fortalecimento da pluralidade de valores ao invés do aumento da mercantilização; [...] veracidade que aspira ao entendimento abrangente do lugar das nossas vidas no mundo, que procura identificar as possibilidades libertadoras escondidas no interior da ordem predominante [...]; disposição para submeter as pressuposições legitimadoras das práticas à crítica e à investigação ao invés de colocá-las entre as “certezas” situadas além do alcance da investigação (Lacey, 2010, p.235).

Destaca-se aqui, a importância desses sistemas de agricultura alternativos. Conforme sinalizam Abreu *et al.* (2012), ao mesmo tempo que o modelo de agricultura convencional ou industrial proporcionou aumentos significativos de produtividade dos cultivos, questiona-se os inúmeros problemas ecológicos e socioambientais derivados desse sistema de produção.

Tendo em vista esse contexto, Lacey (2008a) afirma que a produção agrícola tornou-se mais custosa exigindo diversos insumos como sementes híbridas, água para irrigação, fertilizantes, herbicidas, pesticidas, maquinaria e energia, além de, ter consequências negativas para o meio ambiente como esgotamento e envenenamento dos solos, perda de variedade no repositório genético das sementes, perturbação dos cursos da água, desertificação, aumento da dependência de fertilizantes, herbicidas, pesticidas e principalmente a redução de outros produtos das culturas tradicionais. No que tange a perspectiva social, Lacey (2008a) acrescenta como consequências negativas provenientes desse modelo de agricultura convencional ou industrial a saída das pessoas do campo para as cidades sem as devidas condições sanitárias, aumento dos sem teto, aumento do desemprego e dos empregos extremamente precarizados, aprofundamento da dependência do capital internacional, entre outros.

Nesse sentido, os sistemas de agricultura alternativos ao modelo convencional contribuem para enfrentamento desses desafios (Abreu *et al.*, 2012). É importante destacar que a necessidade de modelos alternativos de produção de alimentos é urgente a se considerar o contexto de insegurança alimentar em que o país vive atualmente.

Lacey (2010) compreende que não é suficiente a justificativa que legitima os transgênicos como necessários para a superação da fome mundial. De fato, o autor reconhece a importância da produção de alimentos em larga escala para o combate da fome, porém, admitindo também a necessidade de uma distribuição mais igualitária de alimentos pelo mundo. Entre outros aspectos, Lacey (2010) problematiza a atribuição de valor universal aos transgênicos e a concepção que estes contribuem para o bem-estar humano em geral, pois considera que as instituições que produzem este tipo de alimento possuem:

[...] um papel importante nas estruturas socioeconômicas no interior das quais um enorme número de pessoas não são alimentadas, embora comida suficiente seja produzida globalmente, de modo que há no momento comida suficiente para alimentar a todos. Pode-se esperar que a expansão do uso dos transgênicos resulte na expulsão de mais pequenos agricultores de suas terras e, assim, no aumento dos problemas da fome e do desajustamento social (Lacey, 2010, p.239).

Considerações Finais

Destaca-se que, desde sua inserção em livros didáticos, os transgênicos são considerados de maneira mais aprofundada, nos livros de Biologia. Entretanto, tendo em vista a relevância do tema para o desenvolvimento de uma educação científica crítica, mostra-se pertinente evidenciar como/se os livros de Química trazem essa abordagem. Considera-se também a pertinência de se realizar estudos futuros dos livros do PNLD 2021 relacionados ao tema, destacando que nestas coleções a análise deve ser realizada nos livros de ciências da natureza e suas tecnologias.

O debate sobre os transgênicos no contexto da produção de alimentos, de maneira geral, é pouco abordado nos livros didáticos de Química. Destaca-se que entre os livros investigados e analisados, a obra *Química Cidadã*, volume 1 e 3 de Santos e Mól (2010), apresenta maior profundidade na abordagem do tema. Além disso, as articulações entre elementos da filosofia de Hugh Lacey e os fragmentos dos livros didáticos de Química pode potencializar o debate epistemológico em torno do processo de construção dos conhecimentos científicos moderno/contemporâneo. Cabe ressaltar que as análises realizadas nesse estudo não pretendem desqualificar as coleções de livros nem seus autores, porém, faz um adendo da relativa ausência do tema nos livros de Química do PNLD 2018, tendo em vista a importância social em se tratar o assunto.

O livro didático é uma ferramenta extremamente importante no cotidiano docente. Nesse sentido, explorar as possibilidades de utilizá-lo de maneira crítica pode representar uma grande contribuição para professores que pretendem trabalhar com o tema transgênicos, no contexto de produção de alimentos. Assim, com as devidas adaptações, as reflexões contidas nesse estudo podem contribuir para esse propósito. Nessa direção, a abordagem interdisciplinar relacionada ao tema, pode fortalecer um entendimento amplo dos estudantes.

O debate axiológico abordado neste trabalho, entre outros aspectos, visa contribuir para a gradativa inserção de elementos epistemológicos nas propostas de abordagens sobre os transgênicos no desenvolvimento de aulas e pesquisas sobre o tema na educação científica e tecnológica. Considera-se assim, a importância de professores e pesquisadores refletir constantemente sobre as variáveis e os valores que influenciam o desenvolvimento tecnocientífico contemporâneo. Para isso, uma abordagem interdisciplinar mostra-se imprescindível.

Considera-se também, que o estudo aqui desenvolvido visou levantar o debate sobre as diferentes formas de se produzir alimentos, e seus possíveis impactos sobre o meio ambiente, nas economias locais e na preservação ambiental. No que tange a sociedade brasileira, considera-se a importância da agricultura familiar na produção de alimentos consumidos pela população. Nesse contexto, políticas públicas que incentivam o fortalecimento da agricultura familiar podem contribuir no combate à fome do país, além de, mitigar o estado de insegurança alimentar hoje muito presente. Destaca-se, por exemplo, que os recordes^{xxvii} na produtividade do agronegócio não significam necessariamente a garantia de alimento para toda a população. Considerando que os processos de mercantilização se aprofundam concomitantemente com o caráter neoliberal das sociedades capitalistas, o alimento nesse contexto mercantil, tende a se tornar cada vez mais uma mercadoria e cada vez menos um direito.

A forte presença do setor ruralista na arena política influencia de maneira significativa os rumos das políticas agrícolas do Brasil. A extinção do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (Consea) evidencia a necessidade de se considerar os aspectos políticos relacionados ao contexto de produção de alimentos. Outro ponto a se considerar é a urgência de um debate sobre a reforma agrária no país e a

desmistificação do tema, o tornando acessível e passível de reflexão e entendimento pela população.

Notas

ⁱVide o conceito de Agroecologia no livro de Hugh Lacey: “A controvérsia sobre os transgênicos: Questões Científicas e Éticas”.

ⁱⁱA compreensão de ciência a serviço da tecnologia, que entende que o conhecimento tecnológico na sociedade capitalista industrial que vivemos é escolhido para ser estudado, desenvolvido e comercializado, representa a forma de pensar o conhecimento científico enquanto tecnociência (Genovese, Genovese & Carvalho, 2015). Para Lacey (2008b) a neutralidade fica comprometida pelo atual vínculo entre tecnociência e o desenvolvimento econômico, pois se por um lado a aplicação de conhecimentos científicos fundamenta as inovações tecnológicas, propiciando o desenvolvimento econômico, ela também é responsável pela atual crise ambiental.

ⁱⁱⁱVide estudo de doutorado de Cardoso (2017).

^{iv}Vide estudo de Salla (2016).

^vInstância encarregada da avaliação dos pedidos de liberação comercial das plantas e animais transgênicos (Apoteker, 2011).

^{vi}O estudo de Lourenço e Reis (2013), buscou investigar o conhecimento e as opiniões de estudantes do Ensino Médio de uma escola Estadual de Diamantina Minas Gerais, sobre os transgênicos. Os autores obtiveram os dados, para análise, após a aplicação de atividades como aula expositiva, leitura de texto e júri simulado, sobre o tema transgênico. Nesse sentido, tais práticas educativas podem se mostrar pertinentes para a abordagem do tema transgênico em sala de aula.

^{vii}“De modo mais amplo, a expressão “mercantilização” designa o ato ou efeito de tornar algo uma mercadoria com a finalidade de realizar procedimentos mercantis. Em outros termos, a mercantilização é o processo pelo qual algo é transformado em mercadoria porque o objeto da mercantilização tem relevância social e que, portanto, sob certas mediações, poderia ser integrado ao circuito de geração de valor” (Martins & Pina, 2020, p.3).

^{viii}Para entender melhor a presença da concepção positivista na educação científica ver Correia *et al.* (2021).

^{ix}Os estudos sobre os conceitos de valor perpassam as ciências econômicas com Adam Smith (1723-1790), passando por Nietzsche (1844-1900) que atribui correspondente conotação axiológica a palavra introduzindo-a na filosofia, ou ainda, retomando os gregos Sócrates, Platão e Aristóteles os quais compreendiam os valores, enquanto objeto de estudo e de reflexão filosófica e não como ramo da filosofia (Axiologia ou Teoria dos Valores), sem desconsiderar Kant cuja ideia de valor é deslocada para o domínio da consciência pessoal e individual caracterizada por um forte formalismo moral em que os valores são vazios de conteúdo, assim sendo, o agir no dever pelo dever, é dependente apenas de juízos de valor emitidos pela consciência e não pelo que o real apresenta. E também não esquecendo a concepção material dos valores, se contrapondo com o formalismo moral Kantiano o qual compreende que estes valores tanto podem ser relativos (dependendo das valorações do sujeito) ou absolutos (existentes em si mesmo como entes), marcando a posição subjetivista e objetivista que participa de grande parte das discussões axiológicas (Pedro, 2014).

^xO estudo de Cezar e Abrantes (2003), entre outros aspectos, realiza uma análise epistemológica do princípio da precaução.

^{xx}Como por exemplo, a compreensão do princípio da precaução defendida pela Comissão Mundial sobre Ética da Ciência e da Tecnologia da Unesco (Comest, 2005).

^{xxi}Esse estudo irá considerar especificamente o tema transgênico, no que tange as sementes transgênicas e os alimentos provenientes destas, além das abordagens referentes à engenharia genética e biotecnologia, quando associado ao tema transgênico e/ou a produção de alimentos.

^{xxii}Curry, Anay. (2016, 17 de agosto). Transgênicos são 93% da área plantada com soja, milho e algodão. *O Globo*. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2016/08/transgenicos-sao-93-da-area-plantada-com-soja-milho-e-algodao.html#:~:text=Transg%C3%AAnicos%20s%C3%A3o%2093%25%20da%20%C3%A1rea,milho%20e%20algod%C3%A3o%20%7C%20Agroneg%C3%B3cios%20%7C%20G1>

^{xxiii} M₁ – da adoção da estratégia da pesquisa; M₂ – do desenvolvimento da pesquisa; M₃ – da avaliação cognitiva das teorias e hipóteses; M₄ – da disseminação de resultados científicos; M₅ – da aplicação do conhecimento científico (Lacey & Mariconda, 2014).

^{xxiv}“A propriedade intelectual sobre a soja transgênica desenvolvida por um laboratório específico deve ser julgada com base na Lei de Patentes (Lei 9.279/96), e não na Lei de Cultivares (Lei 9.456/97). Com esse entendimento, a 2ª Seção do Superior Tribunal de Justiça fixou tese e decidiu a favor da Monsanto em um processo bilionário. O colegiado julgou uma ação em que a Monsanto, empresa de agricultura e biotecnologia controlada pela Bayer, defendia a cobrança de royalties de produtores rurais que adquirem as sementes de soja transgênicas por ela desenvolvidas. Essa discussão, segundo consta no processo, envolve cerca de R\$ 15 bilhões” (Coelho, 2019).

^{xxv}Tautz, Carlos. (2015, 06 de junho). Dossiê sinaliza ligação entre transgênicos e aumento do uso de agrotóxicos. *Portal Fiocruz*. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/dossie-sinaliza-ligacao-entre-transgenicos-e-aumento-do-uso-de-agrotoxicos>

^{xxvi} A agroecologia tende a utilizar uma variedade de métodos agrícolas (Lacey, 2008a).

^{xxvii} Elias, Denise. (2021, 20 de agosto). Agronegócio e fome no Brasil. *Le Monde diplomatique Brasil*. Disponível em: <https://diplomatie.org.br/agronegocio-e-fome-no-brasil/>

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina - FAPESC.

Referências

- Abreu, Lucimar S., Bellon, Stéphane, Brandenburg, Alfio, Ollivier, Guillame, Lamine, Claire, Darolt, Moacir Roberto, Aventurier, Pascal. (2012). Relações entre agricultura orgânica e agroecologia: desafios atuais em torno dos princípios da agroecologia. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 26, 143-160. doi:<http://dx.doi.org/10.5380/dma.v26i0.26865>
- Alves, Gilcean S. (2004). A Biotecnologia dos transgênicos: precaução é a palavra de ordem. *HOLOS*, 2, 1-10. doi:<https://doi.org/10.15628/holos.2004.33>
- Apoteker, Arnaud. (2011). Ciência e democracia: o exemplo dos OGMs. In: M. Zanoni., G. Ferment (Ed.). *Transgênicos para quem? Agricultura, Ciência e Sociedade* (p. 82-92). Disponível em: http://aspta.org.br/files/2011/08/Transgenicos_para_quem.pdf

- Batista, Irinéa de Lourdes., & Lucken, Lucas B. (2013). Contribuições axiológicas à educação científica: valores cognitivos e a seleção natural de Darwin. *Ciência & Educação*, 19(1), 201-216. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132013000100014>
- Cardoso, Andiara P. S. (2017). *Contribuições da epistemologia de Hugh Lacey para Educação CTS: o contexto da nanotecnologia*. Tese (Doutorado em Educação para Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, São Paulo. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/150725>
- Cezar, Frederico G., & Abrantes, Paulo César C. (2003). Princípio da precaução: considerações epistemológicas sobre o princípio e sua relação com o processo de análise de risco. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 20(2), 225–62. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8743>
- Coelho, Gabriela. (2019, 9 de outubro). Soja transgênica deve ser julgada como patente, fixa 2ª Turma do STJ. *Revista Consultor Jurídico*. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2019-out-09/soja-transgenica-prottegida-lei-patentes-fixa-stj2>
- Comest. World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology. (2005). *The Precautionary Principle*. Paris: UNESCO. Disponível em: <https://www.eubios.info/UNESCO/precprin.pdf>
- Costa, Marco Antonio F., Costa, Maria de Fátima B., Murito, Mônica M. C., Carvalho, Paulo Roberto, & Pereira Maria Eveline C. (2008). Biossegurança no ensino médio: uma discussão preliminar sobre conteúdos em livros didáticos de ciências e práticas docentes. In: I Seminário Nacional Educação Profissional e Tecnológica, 1-13. Disponível em: http://www.biosseguranca.uff.br/sites/default/files/Biosseguranca_no_ensino_medio_uma_discussao_Preliminar_sobre_conteudos_em_livros_didaticos_de_Ciencias_e_praticas_docentes.pdf
- Correia, Dennis B., Gurgel, Catarina L., Alves, Rivânia, S., Bessa, Filipe G. C. L., Torres, Cicero M. G., Macedo, Gledson F... Almeida-Bezerra, José W. (2021). As manifestações da Corrente Positivista na Educação Científica. *Research, Society and Development*, 10(2), 1-8. doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12708>
- Decreto nº 5.705, de 16 de fevereiro de 2006. (2006, 16 de fevereiro). Promulga o Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança da Convenção sobre Diversidade Biológica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5705.htm
- Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012. (2012, 20 de agosto). Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm
- Echeverría, Javier. (2002). *Ciencia y valores*. Barcelona: Ediciones Destino.
- Feltre, Ricardo. (2004). *Química*. (6ª ed.). (Vol.3). São Paulo: Moderna.
- Genovese, Cinthia L. C. R., Genovese, Luiz G. R., & Carvalho, Whashington Luiz P. (2015). Uma questão tecnocientífica: a controvérsia sobre os transgênicos. *Ciência em Tela*, 8(1). Disponível em: <http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/artigos/0801cc02.pdf>
- Giraldi, Patricia M., Cassiani, Sussani, & Linsingen, Ivan V. (2007). O dito e o não dito sobre transgênicos em livros didáticos de biologia. In: *VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (1-12), Florianópolis, SC. Disponível em: http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/vienpec/painel0.html
- Guivant, Julia S. (2006). Transgênicos e percepção pública da ciência no Brasil. *Ambiente & Sociedade*, 9(1), 1-7. doi: <https://doi.org/10.1590/S1414-753X2006000100005>

- Lacey, Hugh. (2006a). *A controvérsia sobre os transgênicos: questões científicas e éticas*. (P. Mariconda, Trad.). São Paulo: Idéias & Letras.
- Lacey, Hugh. (2006b). O princípio de precaução e a autonomia da ciência. *Scientiæ Studia*, 4(3), 373-92. doi: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662006000300003>
- Lacey, Hugh. (2008a). *Valores e atividade científica 1*. (2 edª). (M. B. Oliveira, E. S. O. Barra, & C. E. O. Miranda, Trad.). São Paulo: Editora 34.
- Lacey, Hugh. (2008b). Crescimento Econômico, Meio-Ambiente e Sustentabilidade Social: A Responsabilidade dos Cientistas e a Questão dos Transgênicos. In: G. Dupas (Ed.). *Meio-ambiente e crescimento econômico: tensões estruturais*. (p. 91-130). São Paulo: Editora Unesp.
- Lacey, Hugh. (2010). *Valores e atividade científica 2*. (M. B. Oliveira, G. S. Betini, M. R. Silva, R. R. Kinouchi, M. I. Rocha, S. Lacey, L. C. B. Oliveira, R. A. Rebollo, & P. R. Mariconda Trad.). São Paulo: Editora 34.
- Lacey, Hugh, & Mariconda Pablo R. (2014). O modelo da interação entre as atividades científicas e os valores na interpretação das práticas científicas. *Estudos Avançados*, 28(82), 181-199. doi: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142014000300012>
- LANTIMAN, Camila. (2017). Pluralidade de estratégias e adoção de um paradigma: Hugh Lacey, Thomas Kuhn e as abordagens da pesquisa científica. *Em Construção*, 1, 69-80. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/emconstrucao/article/view/28125/20165>
- Lei n.º 11.105, de 24 de março de 2005. (2005, 24 de março). Regulamenta os incisos II, IV e V do § 1º do art. 225 da Constituição Federal, estabelece normas de segurança e mecanismos de fiscalização de atividades que envolvam organismos geneticamente modificados – OGM e seus derivados, cria o Conselho Nacional de Biossegurança – CNBS, reestrutura a Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, dispõe sobre a Política Nacional de Biossegurança – PNB, revoga a Lei nº 8.974, de 5 de janeiro de 1995, e a Medida Provisória nº 2.191-9, de 23 de agosto de 2001, e os arts. 5º, 6º, 7º, 8º, 9º, 10 e 16 da Lei nº 10.814, de 15 de dezembro de 2003, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11105.htm
- López, Silvia L., Aiassa, Delia, Benítez-Leite, Stella, Lajmanovich, Rafael, Manãs, Fernando, Poletta, Gisela, ... Carrasco, Andrés E. (2012). Pesticides Used in South American GMO-Based Agriculture: A Review of Their Effects on Humans and Animal Models. *Advances in Molecular Toxicology*, 6, 41-75. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-59389-4.00002-1>
- Lourenço, Anete P., & Reis, Lucilene Geralda. (2013). Transgênicos na sala de aula: concepções e opiniões de alunos do Ensino Médio e uma prática pedagógica. *Revista Vozes dos Vales*, 3, 1-27. Disponível em: <http://site.ufvjm.edu.br/revistamultidisciplinar/?s=Transg%C3%AAnicos+na+sala+de+aula&search=Busca>
- Martins, André S., & Pina, Leonardo D. (2020). Mercantilização da educação, escola pública e trabalho educativo: uma análise a partir da pedagogia histórico-crítica. *Revista HISTEDBR Online*, 20, 1-21. doi: 10.20396/rho.v20i0.8657754
- Menasche, Renata (2005). Os grãos da discórdia e o trabalho da mídia. *Opinião Pública*, 11(1), 169-191. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/op/article/view/8641203>
- Miranda, Ary C., Moreira, Josino C., Carvalho, René, & Peres, Frederico (2007). Neoliberalismo, uso de agrotóxicos e a crise da soberania alimentar no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 12(1), 7-14. doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232007000100002>

- Moraes, Roque. (2003). Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. *Ciência & Educação*, 9(2), 191- 211. doi:<https://doi.org/10.1590/S1516-73132003000200004>
- Nodari, Rubens O., & Guerra, Miguel Pedro. (2015). A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. *Estudos Avançados*, 29(83), 183-207. doi:<https://doi.org/10.1590/S0103-40142015000100010>
- Nodari, Rubens O. (2011). Ciência precaucionária como alternativa ao reducionismo científico aplicado à biologia molecular. In: M. Zanoni., G. Ferment (Eds.). *Transgênicos para quem? Agricultura, Ciência e Sociedade* (p.39-62). Disponível em: http://aspta.org.br/files/2011/08/Transgenicos_para_quem.pdf
- Pedro, Ana Paula. (2014). Ética, moral, axiologia e valores: confusões e ambiguidades em torno de um conceito comum. *kriterion*, 55(130), 483-49. doi: <https://doi.org/10.1590/S0100-512X2014000200002>
- Ribeiro, Isabelle G., & Marin, Victor A. (2012). A falta de informação sobre os Organismos Geneticamente Modificados no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, 17(2), 359-368. doi:<https://doi.org/10.1590/S1413-81232012000200010>
- Rowe, Gene & Frewer, Lynn J. (2000). Public Participation Methods: A Framework for Evaluation. *Science, Technology, & Human Values*, 25(1), 3-29, 2000. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1831468
- Salla, Helena Maria (2016). *Estudos CTS e transgenia: análise de materiais didáticos do ensino médio* (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, São Paulo. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138955>
- Salvi, Rosana F.; & Batista, Irinéa de Lourdes. (2008). A análise dos valores da educação científica: contribuições para uma aproximação da filosofia da ciência com pressupostos da aprendizagem significativa. *Experiências em Ensino de Ciências*, 3(1), 43-52. Disponível em: <https://if.ufmt.br/eenci/?go=artigos&idEdicao=18>
- Santos, Wildson Luiz P., & Mól, Gerson S. (2010). *Química Cidadã*. (Vol. 1). São Paulo: Nova Geração.
- Takahashi, Jacqueline A., Martins, Polyana F. F., & Quadros, Ana Luiza. (2008). Questões Tecnológicas Permeando o Ensino de Química: O Caso dos Transgênicos. *Química Nova na Escola*, 29, 3-7. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/edicao.php?idEdicao=21>
- Usberco, João, & Salvador, Edgard. (2006). *Química*. (7ª ed.). (Vol. Único). São Paulo: Saraiva.
- Xavier, Márcia Cristina F., Freire, Alexandre S., & Moraes, Milton O. (2006). A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio. *Ciência & Educação*, 12(3), 275-289. doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000300003>