

Potencialidades da educação CTS para promoção da alfabetização científica na abordagem temática de biologia celular nos livros didáticos do PNLD 2018

Potentialities of CTS education to promote sciences literacy in the approach to cell biology in PNLD 2018 textbooks

Fernanda Roberta Corrêa Cleto dos Santos

Universidade Federal Tecnológica do Paraná- UTFPR
fernanda_cleto@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3203-0314>

Leonir Lorenzetti

Universidade Federal do Paraná - UFPR
Universidade Federal Tecnológica do Paraná - UTFPR
leonirlorenzetti22@gmail.com
<http://orcid.org/0000-0001-8327-9147>

Resumo:

A Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade objetiva a promoção da Alfabetização Científica e concorre para uma formação crítica, voltada para cidadania. Este trabalho objetivou analisar a presença da abordagem CTS na temática Biologia Celular dos livros didáticos do PNLD 2018 do 1º ano do Ensino Médio, bem como a presença dos indicadores de Alfabetização Científica. Trata-se de uma pesquisa documental em que foram analisados oito livros de Biologia. Os resultados apontam que a abordagem CTS está evidenciada nos livros, no entanto se discutindo muito mais a Ciência em detrimento da Tecnologia e da Sociedade. Em relação aos indicadores de Alfabetização Científica identificou-se a presença de articular ideias, investigar, argumentar, ler em Ciências, escrever em Ciências, problematizar e a ausência dos indicadores criar e atuar. Destaca-se a importância dos livros didáticos apresentarem com mais detalhes as inter-relações CTS que podem convergir para a ampliação dos indicadores de Alfabetização Científica.

Palavras-chaves: CTS; alfabetização científica; biologia celular.

Abstract:

Science, Technology and Society Education aims to promote Scientific Literacy and contributes to a critical education, focused on citizenship. This work aimed to analyze the presence of the STS approach in the Cell Biology theme of the PNLD 2018 textbooks of the 1st year of High School, as well as the presence of Scientific Literacy indicators. This is a documentary research



in which eight Biology books were analyzed. The results show that the STS approach is evidenced in the books, however much more is being discussed about Science to the detriment of Technology and Society. Regarding the Scientific Literacy indicators, the presence of articulating ideas, investigating, arguing, reading in Sciences, writing in Sciences, problematizing and the absence of indicators creating and acting were identified. The importance of textbooks to present in more detail the STS interrelationships that may converge to the expansion of Scientific Literacy indicators is highlighted.

Keywords: STS; scientific literacy; cell biology.

Resumen:

La Educación en ciencia, tecnología y sociedad tiene como objetivo promover la alfabetización científica y contribuye a una educación crítica, centrada en la ciudadanía. Este trabajo tuvo como objetivo analizar la presencia del enfoque CTS en el tema de Biología Celular de los libros de texto PNLD 2018 del primer año de la escuela secundaria, así como la presencia de los indicadores de Alfabetización Científica. Esta es una investigación documental en la que se analizaron ocho libros de biología. Los resultados muestran que el enfoque CTS se evidencia en los libros, sin embargo, se está discutiendo mucho más sobre la ciencia en detrimento de la tecnología y la sociedad. Con respecto a los indicadores de Alfabetización Científica, se identificó la presencia de ideas articuladas, investigación, discusión, lectura en Ciencias, escritura en Ciencias, problematización y ausencia de indicadores que crean y actúan. Se destaca la importancia de los libros de texto para presentar con más detalle las interrelaciones CTS que pueden converger en la expansión de los indicadores de Alfabetización Científica.

Palabras clave: CTS; alfabetización científica; biología celular.

Introdução

É consensual que a Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) preconiza um ensino centrado no desenvolvimento de competências transversais dos alunos, como, por exemplo a resolução de problemas, a aplicação de conhecimento científico e tecnológico em situações do cotidiano. Para Alves (2005) os manuais escolares devem facultar aos alunos o pensamento crítico e Blanco-López et al. (2006) acrescenta que é preciso capacitar as pessoas para participar como cidadão dos desafios que a vida gera, dando meios para que eles possam ser conscientes, responsáveis e com isso, desenvolver as habilidades sociais e influenciar de modo positivo a sociedade.

Além disso, a Educação CTS concorre para a promoção da Alfabetização Científica (AC), tendo desde o seu início, um caráter interdisciplinar como princípio que colabora para o desenvolvimento de uma educação crítica, sendo nos dias de hoje, imprescindível, devido a necessidade de compreender qual informação é verdadeira, útil e essencial para o bem-estar individual e coletivo.

Domiciano e Lorezentti (2020) defendem que a Educação CTS, em sua perspectiva crítica, deve apresentar temas de Ciência e Tecnologia (CT) de modo contextualizado e interdisciplinar. Com base nessa percepção, entendemos que na Educação em Ciências deve-se abordar o papel



social da CT para que a formação do cidadão seja mais efetiva. Desta forma, a as inter-relações CTS devem ser abordadas nos livros didático para que a sua implementação acontece no contexto escolar, objetivando a promoção da AC.

Santos e Mortimer (2002) defendem a necessidade de o indivíduo ser alfabetizado cientificamente, devido aos benefícios de transformação individual e do coletivo, sendo necessária para obter a compreensão sobre a Ciência (Hazen e Trefil, 1991), essencial para o desenvolvimento humano e para “ajudar os estudantes a desenvolver perspectivas da CT, que incluam a história das ideias científicas, a natureza da ciência e da tecnologia e o papel de ambas na vida pessoal e social” (Cachapuz, 2005, p. 23). A Alfabetização Científica também pode ser considerada como “uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida”. Para Freire (1980, p. 111) “a alfabetização é mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto”.

Sob esse olhar, fica evidente a imensurável importância do conhecimento de CTS para que o indivíduo venha a ser alfabetizado cientificamente:

“Alfabetizar cientificamente é contribuir para a compreensão de conhecimentos, de procedimentos e valores que permitam aos estudantes tomar decisões e perceber as utilidades da ciência em suas aplicações na melhoria da qualidade de vida, quanto às limitações e consequências negativas de seu desenvolvimento” (Chassot, 2000, p. 46).

Assim, nessa abordagem, a Educação CTS auxilia na construção de conhecimentos científicos e tecnológicos de modo a potencializar a AC, sendo que sua abordagem deve estar presente nos manuais escolares utilizados pelos professores.

Considerando que o livro didático é o recurso didático mais utilizado pelos professores no Brasil, analisar os livros didáticos de Biologia é relevante, para não somente obter dados, mas para contribuir para o ensino de Biologia, levando em consideração que alguns conteúdos, como a Biologia Celular, são carentes de uma abordagem diferenciada, dado a sua complexidade e importância. Desta forma, o presente trabalho tem como finalidade investigar as potencialidades da Educação CTS para promoção da Alfabetização Científica na abordagem temática de Biologia Celular nos Livros Didáticos do Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018.

O PNLD foi criado no ano de 1985, pelo Decreto-lei no. 91.542, e veio como um instrumento de apoio para a prática educativa (Brasil, 2018b). Os livros didáticos procuram apresentar uma dialogicidade entre os conteúdos curriculares estabelecidos pelas Diretrizes Nacionais com os conteúdos orientadores dos componentes curriculares. No âmbito escolar, consideramos o livro didático como uma ferramenta para o professor e como descreve Vesentini (1995, p. 167) “o bom professor deve ver nele, tão somente um apoio ou complemento para a relação ensino-aprendizagem que visa a integrar criticamente o educando ao mundo”.

Dentro desse contexto, o material didático deve fazer alusão às temáticas contemporâneas que possam contribuir no processo de ensino-aprendizagem do aluno de maneira a levá-lo a exercer sua cidadania. Para Tenreiro-Vieira e Vieira (2005, p.146) é preciso dar condições “para



que tais aprendizagens se tornem úteis no dia-a-dia, não numa perspectiva meramente instrumental mas sim numa perspectiva de ação.” Consonante com o exposto, Oliveira (1986) menciona que o livro didático é uma ferramenta de apoio que deve abranger temas relevantes, ser contextualizado com conhecimentos científicos, direcionados para a inserção do aluno na sociedade.

“Os livros didáticos, como mediadores de processos educativos, trazem os conhecimentos científicos didatizados e transformados para o contexto escolar. Por isso, não podem, e não são, efetivamente resumos de compêndios científicos e nem se pautam unicamente na linguagem que os cientistas usam em seu trabalho. Nesse sentido, têm a importante função de conectar a linguagem da Ciência com aquela do cotidiano, com a explícita intenção de promover a aprendizagem” (Brasil, 2018b, p. 19).

O eixo temático escolhido para as análises CTS é a Biologia Celular, porque ela possibilita abordagens de conteúdos estruturantes, como exemplo a célula e conteúdos transversais, pode ser exemplificado pela ética no uso celular (Brasil, 2018a). Pode se afirmar que o ensino de Biologia Celular, presente no componente curricular de Biologia concorre para o entendimento de temas complexos em ciência e saúde, possibilitando conexões científicas e tecnológicas com vistas à cidadania.

Para Marandino, Selles e Ferreira (2009), o ensino de Biologia promove uma educação científica. Sendo assim, o aprendizado da Biologia deve oportunizar aos alunos uma formação que os torne agente de transformação com senso crítico, pois como afirma Pucci (2001, p. 6) “a educação deve ser geradora de autorreflexão: educação que se desenvolva enquanto esclarecimento geral”. Neste sentido, o ambiente escolar é o local propício para desenvolver os mais diversos questionamentos sobre cultura, política, ambiente, tecnologia e outros (Giroux, 1997).

Contextualização Teórica

O panorama de Educação, Ciência, Tecnologia e Sociedade ainda é um desafio curricular que permeia o contexto educacional brasileiro, pois demanda uma visão construtivista de Ciência e Tecnologia e implica em uma educação crítica.

“A Educação CTS crítica pressupõe uma abordagem aprofundada dos estudos sociais da ciência e da tecnologia, tendo em sua gênese a interdisciplinaridade e a contextualização na realidade, seja social, ambiental, cultural ou temporal. Também se faz presente debates sobre natureza da ciência (NdC) e natureza da tecnologia (NdT), fortalecendo concepções mais adequadas sobre a construção, usos e demais aspectos envolvidos do conhecimento” (Domiciano e Lorenzetti, 2020, p.15).

Nesse sentido, a Educação CTS busca compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança (Palacios et al., 2003).



As discussões CTS surgiram em vários países na década de 70 e 80 na Europa e nos Estados Unidos. No Brasil, iniciou-se na década de 90 (Santos, 2008) e apesar da desigualdade existente entre o Brasil e esses outros países, as discussões ainda concorrem para a promoção da Alfabetização Científica (Bazzo et al., 2003), a qual oportuniza o indivíduo a realização de leituras do mundo e também, a compreensão do seu papel enquanto cidadão.

Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 52-53) destacam que:

“a alfabetização científica que está sendo proposta preocupa-se com os conhecimentos científicos, e sua respectiva abordagem, que sendo veiculados nas primeiras séries do Ensino Fundamental, se constituam num aliado para que o aluno possa ler e compreender o seu universo. Pensar e transformar o mundo que nos rodeia tem como pressuposto conhecer os aportes científicos, tecnológicos, assim como a realidade social e política. Portanto, a alfabetização científica no ensino de Ciências Naturais nas Séries Iniciais é aqui compreendida como o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”.

Sasseron (2015, p. 51) também considera a AC como processo e desenvolvida de forma contínua. Destaca ainda que a AC “tem se configurado no objetivo principal do ensino das ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos da área e as relações e os condicionantes que afetam a construção de conhecimento científico em uma larga visão histórica e cultural”.

Fourez (1994) apresenta habilidades e competências que o indivíduo alfabetizado cientificamente deve apresentar que o diferem dos demais. Sinaliza que:

“uma alfabetização científica e técnica deve passar por um ensino de ciências em seu contexto e não como uma verdade que será um puro fim nela mesma. Alfabetizar técnico-cientificamente não significa que se dará cursos de ciências humanas no lugar de processos científicos. Significará sobretudo que se tomará consciência de que as teorias e modelos científicos não serão bem compreendidos se não se sabe por que, em vista de que é para que foram inventados” (Fourez, 1994, p. 81).

Desta forma, compreendemos que concepção de AC de Fourez (1994), deve capacitar o indivíduo a desenvolver reflexões sobre o rigor científico, discussões sobre a epistemologia da ciência e da tecnologia e assegurar que os indivíduos venham a ter as competências que o tornem apto não apenas a se comunicar, mas a participar ativamente na sociedade.

Nessa perspectiva, as reflexões de Lemke (2006) reforçam a necessidade da Alfabetização Científica e de uma educação voltada para práticas que possibilitem discussões e ações em Ciência, Tecnologia e Sociedade.

“Nos dias de hoje, a Educação é depreciada. O modelo educacional que predomina na sociedade não funciona e muito menos é oportunizada a todos. Há Professores sobrecarregados. Esse modelo educacional não ensina os jovens e as crianças a terem empatia pelo mundo e muito menos a serem mais humanos, o que me parece errado. E os adultos que tiveram boas oportunidades não estão



preocupados em compartilhar seus conhecimentos. A sociedade não se interessa em investir na educação. Abordagens radicais em Educação são necessárias” (Lemke, 2006, p. 11, tradução nossa.)

Salientamos que AC fornece uma visão ampla de CTS que possibilita aos indivíduos serem alfabetizados cientificamente de modo que sejam sujeitos crítico-reflexivos e tenham uma capacidade de racionalidade comunicativa que possibilite a interatividade com outras pessoas, como propõe Habermas (1987, p. 493) ao versar que:

“O entendimento funciona como mecanismo de coordenação da ação do seguinte modo: os participantes na interação concordam sobre a validade que pretendem para suas emissões, quer dizer, reconhecem intersubjetivamente as pretensões de validade que reciprocamente se estabelecem uns aos outros”.

Uma Educação CTS potencializa o processo de AC, não apenas formativa, mas permite ao indivíduo a decodificação do mundo de modo sistemático, crítico, fazendo dele um agente em ação para a sociedade. Enfatizamos que os princípios norteadores para a eficácia da construção de conhecimento são a contextualização dos temas, preferencialmente temas sociais, a compreensão e discussão das inter-relações CTS, culminando com a tomada de decisão nos assuntos que envolvem a Ciência e a Tecnologia, contribuindo para o desenvolvimento de uma cultura de participação.

De outro vértice, a AC permite a resolução de problemas e a investigação científica, colaborando para que novas percepções sejam desenvolvidas. É evidente que o objetivo não é fazer com que todos os indivíduos venham a exercer o papel de cientistas e sim, que consigam obter não apenas discernimento sobre determinado assunto, mas que possam ter a compreensão exata do assunto e a partir daí, emitir opinião de forma apropriada, para além do senso comum.

Para possibilitar a efetividade do processo de AC, é pertinente destacar a importância dos indicadores de Alfabetização Científica (IAC), esse termo originou-se dos estudos de Sasseron e Carvalho (2008), contudo já existe relatos de estudos que usam o termo dimensão como Tenreiro-Vieira e Vieira (2016). Para esses autores, é preciso ter 3 dimensões interatuantes para que AC aconteça. Na visão deles, as dimensões são a a) Alfabetização fundamentada em Ciências, dentro dessa categoria existem subcategorias como a metacognição, o pensamento crítico, hábitos da mente, linguagem, tecnologias de informação e comunicação; b) a compreensão das grandes ideias; c) participação social.

Pizarro e Lopes Jr (2015, p. 233), afirmam “o fazer científico é algo indissociável do ser social atuante e consciente”. Ademais, compreendemos que os indicadores são instrumentos avaliativos que concorrem para verificar a presença da AC em educadores e educandos como também em materiais didáticos. No Brasil, utiliza-se os IAC propostos por Sasseron (2008) e por Pizarro (2014) e Pizarro e Lopes Jr (2015).

Tanto Sasseron e Carvalho (2008) como Pizarro e Lopes Jr (2015), sinalizam que os IAC são importantes no processo de ensino-aprendizagem. A diferença entre os IAC proposto por Pizarro e Lopes Jr (2015) consiste em que eles buscam visualizar a AC através das ações dos alunos e para Sasseron e Carvalho (2008) o foco dos IAC é centrado nos argumentos dos estudantes.

Os IAC descritos por Sasseron (2008) buscam a obtenção de dados e variáveis por meio do levantamento de hipótese, teste de hipótese. Procuram trabalhar dados empíricos como classificação, seriação e organização das informações. Estudam a relação das variáveis e das informações como a explicação, a justificativa e a previsão e por último, os IAC investigam a apropriação de ideias em caráter científico como o raciocínio lógico e proporcional.

Para Pizarro e Lopes Jr (2015) os indicadores devem propiciar desenvolvimento de habilidades cognitivas, de argumentação e colaborar para a construção de implicações sociais. Em seu estudo, esses autores elencaram oito indicadores que são essenciais como instrumento avaliativo da AC como demonstra o quadro 1 e que constituem o objeto do nosso estudo.

Quadro 1: IAC proposto por Pizarro (2014) e Pizarro e Lopes Jr (2015)

IAC	Definição
Articular Ideias	Surge quando o aluno estabelece relações, seja oralmente ou por escrito, entre o conhecimento teórico aprendido em sala de aula, a realidade vivida e o meio ambiente no qual está inserido.
Investigar	Ocorre quando o aluno se envolve em atividades nas quais ele necessita apoiar-se no conhecimento científico adquirido na escola (ou até mesmo fora dela) para tentar responder a seus próprios questionamentos, construindo explicações coerentes e embasadas em pesquisas pessoais que leva para a sala de aula e compartilha com os demais colegas e com o professor
Argumentar	Está diretamente vinculado com a compreensão que o aluno tem e a defesa de seus argumentos, apoiado, inicialmente, em suas próprias ideias, para ampliar a qualidade desses argumentos a partir dos conhecimentos adquiridos em debates em sala de aula, e valorizando a diversidade de ideias e os diferentes argumentos apresentados no grupo
Ler em Ciências	Trata-se de realizar leituras de textos, imagens e demais suportes para o reconhecimento de características típicas do gênero científico e para articular essas leituras com conhecimentos prévios e novos, construídos em sala de aula e fora dela
Escrever em Ciências	Envolve a produção de textos pelos alunos que considera não apenas as características típicas de um texto científico mas avança também no posicionamento crítico diante de variados temas em Ciências e articulando, em sua produção, os seus conhecimentos, argumentos e dados das fontes de estudo
Problematizar	Surge quando é dada ao aluno a oportunidade de questionar e buscar informações em diferentes fontes sobre os usos e impactos da Ciência em seu cotidiano, na sociedade em geral e no meio ambiente
Criar	É explicitado quando o aluno participa de atividades em que lhe é oferecida a oportunidade de apresentar novas ideias, argumentos, posturas e soluções para problemáticas que envolvem a Ciência e o fazer científico discutidos em sala de aula com colegas e professores
Atuar	Aparece quando o aluno compreende que é um agente de mudanças diante dos desafios impostos pela Ciência em relação à sociedade e ao meio ambiente, tornando-se um multiplicador dos debates vivenciados em sala de aula para a esfera pública

Decorrente da finalidade do presente estudo, entendemos que os IAC proposto por Pizarro e Lopes Jr (2015) apresentam no conjunto de habilidades cognitivas, a capacidade de resolução de problemas que pode ser identificado nos IAC: articular ideias, ler e escrever em Ciências; na argumentação trazem os pilares do pensamento crítico que podem ser visualizados nos IAC: argumentação, problematizar, investigar; e na construção de implicações sociais oportunizam a tomada de decisão que pode ser figurado pelos IAC: criar e atuar.

Como salientam Tenreiro-Vieira e Vieira (2005, p. 146) “a orientação CTS para o ensino das ciências advoga a (re)construção de conhecimentos científicos e o desenvolvimento de atitudes e de capacidades de pensamento.”

Ao consideramos a importância dos Indicadores de Alfabetização Científica, reconhecemos que suas compreensões não apenas favorecem o entendimento acerca da Alfabetização Científica, mas colaboram para aprimorar os saberes.

Cabe ressaltar que o Professor é o mediador principal desse processo e a Educação CTS é a base inicial que colabora para o aluno adquirir criticidade que começa na escola e se estende ao longo de sua vida. Ademais, a Educação CTS implica em renovar o currículo escolar e a abordar de forma social a Ciência e a Tecnologia, para que o aluno possa entender de modo contextualizado.

Metodologia

O presente estudo consistiu na análise de livros didáticos de Biologia do 10 ano do Ensino Médio do PNLD 2018, por meio e pelos princípios da pesquisa documental, objetivando analisar os pressupostos da Educação CTS, bem como a presença de indicadores de Alfabetização Científica presentes na temática Biologia Celular.

Trata-se também, de um estudo descritivo e documental. Oliveira (2007, p. 70) pondera que “na pesquisa documental, o trabalho do pesquisador(a) requer uma análise mais cuidadosa, visto que os documentos não passaram antes por nenhum tratamento científico”. Para Cellard (2008, p. 301) “é importante assegurar-se da qualidade da informação transmitida” e Vergara (2005), afirma que a pesquisa descritiva, atende de forma mais adequada a intenção de estudos, que pretendem expor as características de determinado fenômeno, neste caso, a educação CTS e os indicadores de alfabetização científica presentes na temática Biologia Celular.

Para a constituição de dados foram identificados os capítulos que abordam a biologia celular em 8 livros aprovados pelo PNLD 2018, conforme o quadro 2.

Quadro 2: Relação de Livros de Biologia analisados

Livro de Biologia PNLD 2018	Editores	Ano
LD1- Biologia Moderna	Moderna	2016
LD2 - Contato Biologia	Quinteto	2016
LD3 - Biologia Unidade e Diversidade	FTD S.A	2016
LD4 - Biologia	AJS LTDA	2016

LD5 - Biologia Ser protagonista	Lia Monguilhott Bezerra	2016
LD6- BIO	Saraiva	2017
LD7 - Biologia Hoje	Ática	2017
LD8- Conexões com a Biologia	Moderna	2017

Após a identificação dos livros e capítulos que abordavam a temática biologia celular, uma leitura cuidadosa foi realizada, objetivando analisar a presença das inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, caracterizando assim, a presença da Educação CTS. Em seguida, identificamos a presença dos Indicadores de Alfabetização Científica propostos por Pizarro e Lopes Jr (2015) que foram adaptados para caracterização da AC nos livros didáticos conforme o Quadro 3.

Quadro 3: Indicadores de Alfabetização Científica para análise de livros didáticos

IAC	Definição
Articular Ideias	Modo como as relações do tema abordado são estabelecidos por meio da linguagem escrita ou pela oralidade.
Investigação	Ocorre quando possibilita motivar o aluno a realizar atividades de pesquisa.
Argumentação	Estímulo para o aluno ser crítico por meio de temas contemporâneos científicos
Leitura	Trata-se de realizar leituras em textos, imagens
Escrita	Capacidade de estimular a escrita por meio de produção de textos
Problematizar	Capacidade de promover questionamentos nos alunos por meio de perguntas que o motive a buscar outras fontes de pesquisa
Criação	Incentiva o aluno a desenvolver sua criatividade
Atuação	Inspira o aluno a ser um agente de transformação na sociedade

Fonte: Oliveira (2019, p. 55- 56)

A análise dos dados foi fundamentada na análise de conteúdo (Bardin, 2006) que permite a análise das observações feita pelo pesquisador a partir de 4 requisitos que são: exaustividade, representatividade, homogeneidade e pertinência.

Em busca de atender ao requisito de exaustividade (Bardin, 2006), foram analisados oito exemplares dos dez livros aprovados pelo PNLD 2018, faltando apenas dois livros para sua totalidade. Contudo, isso não impede a constituição de dados, pois corresponde a 80% do número de livros da coleção escolhida, correspondendo ao critério de representatividade estabelecido por Bardin (2006, p. 127) “a análise pode efetuar-se numa amostra desde que o material a isso se preste. A amostragem diz-se rigorosa se a amostra for uma parte representativa do universo inicial. Neste caso, os resultados obtidos para a amostra serão generalizados ao todo”.

Isso torna a amostra significativa e viabiliza o tema de estudo, pois se enquadra no requisito de homogeneidade descrito por Bardin (2006) que afirma a necessidade dos documentos terem o mesmo tema para ser possível compará-los. Isso colabora para o requisito de pertinência estabelecido por Bardin (2006, p. 128) que define que “os documentos retidos devem ser adequados enquanto fonte de informação, de modo a corresponder ao objetivo que suscita a análise”. Assim, apresentamos a seguir a análise dos resultados e à proposição de interpretações e discussões.



Resultados e discussões

Conforme destacado neste trabalho a Ciência estuda os fenômenos empíricos que ocorrem na natureza e a Tecnologia consiste em uma atividade prática ou seja, engloba a totalidade de coisas que a engenhosidade do cérebro humano conseguiu criar em todas as épocas, suas formas de uso, suas aplicações. Tanto a Ciência como a Tecnologia são construções humanas, produzindo um conhecimento científico e tecnológico que pode convergir em benefícios ou malefícios, conforme por utilizado pelos seres humanos. Cupani (2016, p. 100) coloca que “a ciência básica deseja obter o saber pelo seu valor intrínseco, e a tecnologia persegue a solução de problemas práticos mediante recursos científicos”, sendo assim, compreendemos que o papel da Ciência é essencialmente uma busca pelo conhecimento que visa a esclarecer a humanidade e já a Tecnologia consiste em usar o conhecimento a serviço da humanidade. Segundo Bazzo, Insigne e Pereira (2003) a Ciência trata de atividades regulamentadas que visam a lógica com a experiência que resulta num método científico. Para Miranda (2002, p. 51):

“A tecnologia é fruto da aliança entre ciência e técnica, a qual produziu a razão instrumental, como no dizer da Teoria Crítica da Escola de Frankfurt. Esta aliança proporcionou o agir-racional-com-respeito-a-fins, conforme assinala Habermas, a serviço do poder político e econômico da sociedade baseada no modo de produção capitalista (séc. XVIII) que tem como mola propulsora o lucro, advindo da produção e da expropriação da natureza. Então se antes a razão tinha caráter contemplativo, com o advento da modernidade, ela passou a ser instrumental. É nesse contexto que deve ser pensada a tecnologia moderna; ela não pode ser analisada fora do modo de produção, conforme observou Marx”.

Usando essa linha de pensamento, a Tecnologia está interrelacionada com a Ciência, sendo ambas essenciais para o desenvolvimento de uma sociedade. Cabe, portanto, à Educação CTS, mostrar os riscos inerentes e a importância de que a Ciência e a Tecnologia venham a ser desenvolvidas num viés reflexivo crítico.

Nesse contexto, ao analisarmos os livros, foi constatada a presença de 13 temas enfocando a Ciência e 7 de Tecnologia que podem promover a discussão da Educação CTS no capítulo de Biologia Celular. Comumente os livros buscam uma reflexão sobre os aspectos éticos e procuram contextualizar os temas de Ciência e Tecnologia para que o aluno as inter-relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, bem como as implicações para o ambiente.

Os 13 temas mais explorados de Ciência nesses livros envolvem as células tronco; reprodução assistida; organismos geneticamente modificados; DNA recombinante; curiosidade biológicas; estruturais dos componentes celulares; vacina; veneno, terapia gênica; radicais livres; câncer; doenças metabólicas e genéticas. O Quadro 4 revela os principais temas que envolve Ciência encontrados nos livros analisados.

Quadro 4: Temas mais abrangentes de Ciência

Livros	Temas de Ciência que os livros exploram
LD1	Doenças metabólicas, celulares e oxidativas
LD2	Doenças metabólicas, celulares e oxidativas
LD3	Doenças metabólicas, celulares e oxidativas. Toxicidade celular. Células-tronco

LD4	Doenças celulares e oxidativas. Células-tronco
LD5	Doenças metabólicas, celulares, oxidativas e genéticas
LD6	Doenças metabólicas, celulares, oxidativas e genéticas. Toxicidade celular
LD7	Doenças celulares, oxidativas e genéticas. Toxicidade celular. Bioética
LD8	Doenças celulares. Toxicidade celular

Localizamos 7 temas de tecnologia que discorrem sobre técnicas usadas em pesquisa e saúde como exemplo a nanotecnologia; técnicas de diagnóstico por imagem; técnicas de fixação de nitrogênio; técnicas de bioenergia aplicada a componentes celulares; técnicas de microscopia; bioengenharia e engenharia genética. A visão de tecnologia que os livros apresentam, revela que a tecnologia procura de certo modo facilitar a vida do homem, sendo compreendida por Auler (2002) e Auler e Delizoicov (2006) de salvacionista, devido a endossar a ideia ao determinismo tecnológico.

Quadro 5: Temas mais abrangentes de Tecnologia

Livros	Temas de Ciência que os livros exploram
LD1	microscopia fotônica, relatando sua composição técnica; técnicas de citologia; nanotecnologia; técnicas de clonagem; técnicas de Fermentação.
LD2	microscópio atômico, mostrando sua parte técnica; enzima lactase e a intolerância à lactose, esse assunto é discutido de modo a mostrar ao aluno como funciona o teste enzimático; osmose reversa e crise hídrica, trazendo como marco o funcionamento do ponto de vista técnico; o teste de DNA mitocondrial; cultivo celular; clonagem, são explorados a partir da técnica; a utilização do amido, esse assunto é abordado do ponto de vista de produção artesanal e industrial.
LD3	nanotecnologia, rótulos, mostrando a parte técnica dos produtos como um critério de informação importante para o consumidor; técnicas de imaginologia; técnica de DNA recombinante; engenharia genética e Bioenergia, aplicados no sistema Industrial e voltados à produção em larga escala.
LD4	nomenclatura biológica e o sistema internacional de unidades, enfatizando como se deu a convenção das medidas para uso técnico.
LD5	tecnologia os tipos de microscópio, dando ênfase a parte técnica; técnica de pasteurização nas indústrias; bactérias do queijo coalho, mostrando como acontece a produção artesanal do queijo; técnica de colchicina para bloquear mitose, essa técnica é comum em laboratórios de citogenética; exame forense de DNA
LD6	técnica de microscopia; osmose reversa e tratamento de água, sendo sua abordagem voltada para a parte prática; técnica de fixação de carbono; cariograma como importante técnica laboratorial de citogenética
LD7	técnica de fermentação; os antibióticos e a síntese de proteína, sendo esse tema explorado de modo a mostrar ao aluno como ocorre a produção dos medicamentos; acidente com radiação em Goiânia, exibindo assim, que uma falha técnica, resultou em um grave problema radiativo; a técnica da Clonagem
LD8	técnicas de fermentação; tipos de microscópios; atividade técnica do profissional farmacêutico

Após a identificação dos temas de Ciência e Tecnologia, identificamos a presença dos Indicadores de Alfabetização Científica, conforme Quadro 6.



Quadro 6: Presença de IAC na temática Biologia Celular

IAC	LD1	LD2	LD3	LD4	LD5	LD6	LD7	LD8
Articular Ideias	A	P	P	P	P	P	A	P
Investigação	A	A	P	P	A	A	P	P
Argumentação	P	P	P	P	P	P	P	P
Leitura	P	P	P	P	P	P	P	P
Escrita	P	P	P	P	P	P	P	P
Problematizar	A	P	A	P	P	P	P	P
Criação	A	A	A	A	A	A	A	A
Atuação	A	A	A	A	A	A	A	A

Legenda: P= Presente e A= Ausente

Em relação aos Indicadores de AC descritos por Pizarro e Lopes Jr (2015), não foi encontrado em nenhum livro os IAC criação e atuação, que são apontados pelos autores como essenciais para que aluno desenvolva criatividade e a cidadania. O indicador **Criação** contribui para que a criatividade do aluno seja evidenciada por meio de atividades, como: desenho, teatro e até mesmo a possibilidade de construir algo novo. Já o indicador **Atuação**, favorece a cidadania e pode ser visualizado por meio de atividades que facultem o aluno a ser um agente de ação na sociedade.

O IAC articular ideias está presente em seis livros, com exceção do LD1. E o IAC investigar se faz presente no LD2 e LD7. Já o IAC Problematizar, está ausente nos exemplares LD1 e LD3. Constatamos que os livros buscam trazer nas atividades, mecanismos que assegurem ao aluno o desenvolvimento dos IAC de escrita, leitura e argumentação por meio de exercícios e imagens.

Com relação à categorização de frequência dos IAC nos livros, como sugere o gráfico 1, 100% corresponde a frequência dos IAC de leitura, escrita e argumentação; 85% coincide com a frequência de articular ideias; 71% equivalem a frequência de problematizar; 42% representa a frequência de Investigação.

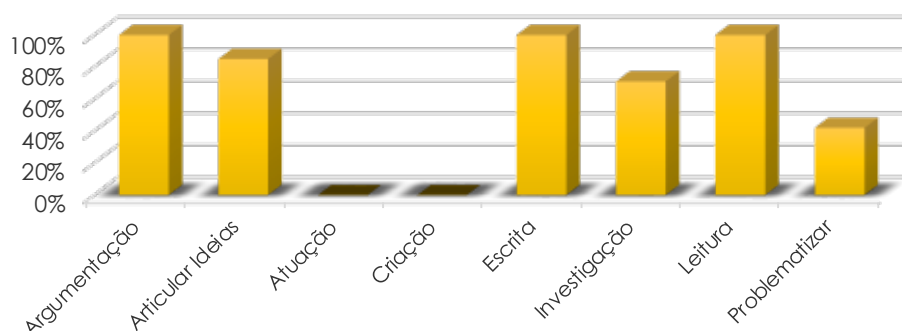


Gráfico 1: Frequência dos IAC



A partir desse levantamento, constatamos que referente aos IAC, os livros não apresentam uniformidade, porém isso, não inviabiliza sua utilização em sala de aula, pois há outros fatores envolvidos como a praxis docente. Apresentamos a seguir exemplos significativos dos indicadores identificados nos livros didáticos.

O indicador **Articular ideias** ocorrer no livro por meio das relações estabelecidas com o conteúdo chave e temas que contribuam para que o conhecimento seja explorado pelo aluno. Por isso, é importante que o livro ofereça atividades que possibilitem a interdisciplinaridade e estimulem o aluno a manifestar o conhecimento apreendido, seja pela oralidade ou pela escrita. O LD2 propõe as seguintes atividades para refletir sobre o capítulo:

- Retome as repostas que você deu às questões da página 46 sobre a estrutura celular e complemente-as, se necessário.
- Observe a ilustração realizada por Robert Hooke, na página 47. A célula que ele observou era procariótica ou eucariótica? Quais são as principais características dessas células?
- Qual a finalidade de existirem diferentes tipos de microscópicos?
- Por que a maioria das células precisa ser preparada antes de ser observada em microscópio? (LD2, p. 57).

No LD8 encontramos mais uma atividade significativa num box denominado valores e atitudes, possibilitando que aluno realize articulações de ideias com os temas estudados.

Valores e atitudes	Responda em seu caderno
Diversas doenças humanas estão relacionadas ao mau funcionamento de organelas celulares. Com essa informação, discuta com seus colegas como o estudo da célula, de suas funções e de seus componentes pode auxiliar no diagnóstico e no tratamento dessas doenças.	

Figura 1: Exemplo de atividade do LD8

O LD3 e o LD4 recomendam que o aluno faça a articulação de ideias do conteúdo apreendido com a do texto ofertado, conforme Figura 1:



Eje 4

El currículo CTS en la Educación en Ciencias y las competencias frente a los desafíos sociales. Cuestiones socio científicas y CTS

Indagatio Didactica, vol. 12 (4), novembro 2020
<https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21835>

ISSN: 1647-3582

A notícia

Veneno de vespa brasileira mata células de câncer sem atingir células saudáveis

Vespas têm péssima reputação. Até as abelhas, cuja picada é igualmente dolorida, são mais queridas – afinal, fazem mel e até que são fofinhas.

Mas uma nova descoberta científica revelou que temos sido injustos com as vespas. Pesquisadores da Universidade Estadual Paulista (Unesp) descobriram que o veneno de vespa tem o poder de atacar células cancerosas sem atingir células saudáveis. A pesquisa foi realizada em parceria com a University of Leeds [na Inglaterra]. A toxina responsável chama-se Polybia-MP1, e é produzida pela vespa *Polybia paulista* – a famosa “paulistinha”. [...]

Assim, a toxina abre furos nas células, tornando-as mais permeáveis. De acordo com João Ruggiero Neto, da Unesp, coautor da pesquisa, esses buracos levam “apenas segundos” para se formarem, e permitem que moléculas como RNA e outras proteínas escapem da célula, inutilizando-a.

Testes já demonstraram que a toxina pode inibir o crescimento de células de câncer de próstata, de bexiga e de leucemia, que se mostraram resistentes a uma série de outros tratamentos. [...]

AGUIAR, I. Veneno de vespa brasileira mata células de câncer sem atingir células saudáveis. **Superinteressante**, São Paulo: Abril Comunicações S. A. 10 set. 2015. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/ciencia/veneno-de-vespa-brasileira-mata-celulas-de-cancer-sem-atingir-celulas-saudaveis>>. Acesso em: dez. 2015.

Atividades

Escreva no caderno

Depois de ler o texto da reportagem, faça as atividades propostas:

1. De acordo com o autor, por que essa notícia pode mudar a “reputação” das vespas do imaginário popular?
2. Levando em conta os conhecimentos a respeito do papel dos principais componentes celulares, qual deles deve ser afetado pela toxina produzida pela vespa “paulistinha”? Como você chegou a esta conclusão?

Figura 2: Exemplo de atividade do LD3

Pizarro e Lopes Jr (2015) defendem que o indicador **Argumentação** só aparece quando o aluno tem a oportunidade de expressar sua opinião de conhecimento de forma oral. Ao analisar os livros, constatamos que eles propiciam o desenvolvimento da argumentação, pois eles trazem questionamentos, como exemplo: Como podemos observar as células? Qual o papel das membranas? Porque precisamos praticar atividade física? Outro exemplo significativo é representado na Figura 3.

Pense nisso

- Compare essa imagem com a da abertura do capítulo anterior, que também mostra células humanas. Descreva as diferenças que consegue perceber no detalhamento das estruturas internas.
- Quais estruturas celulares são visíveis na imagem de abertura do capítulo anterior e que você também reconhece aqui?
- Se a imagem acima fosse de uma eletromicrografia de transmissão de célula vegetal, quais diferenças você esperaria encontrar em relação à célula animal? E se fosse de uma bactéria? Quais seriam as diferenças?

Figura 3: Exemplo de atividade do LD4

O indicador **Investigar** é viável quando o livro ofereça ao aluno sugestões de temas que promovam a pesquisa, tanto dentro quanto fora do espaço escolar. Já o LD8, LD7, LD4 e LD3 estimulam o aluno a investigar por meio de trabalhos, sejam eles em equipe ou individualmente, com sugestões de temas transversais que vão além do contexto escolar, como por exemplo a saúde e autocuidado.



Quanto ao indicador **Leitura**, Oliveira (2019) menciona que “os elementos que caracterizam a presença desse indicador, só podem ser percebidos quando o livro propuser leituras de textos, imagens e etc.” Diferentes gêneros textuais estão presentes, com destaque para textos escritos, tirinhas e histórias em quadrinhos, conforme Figuras 3 e 4

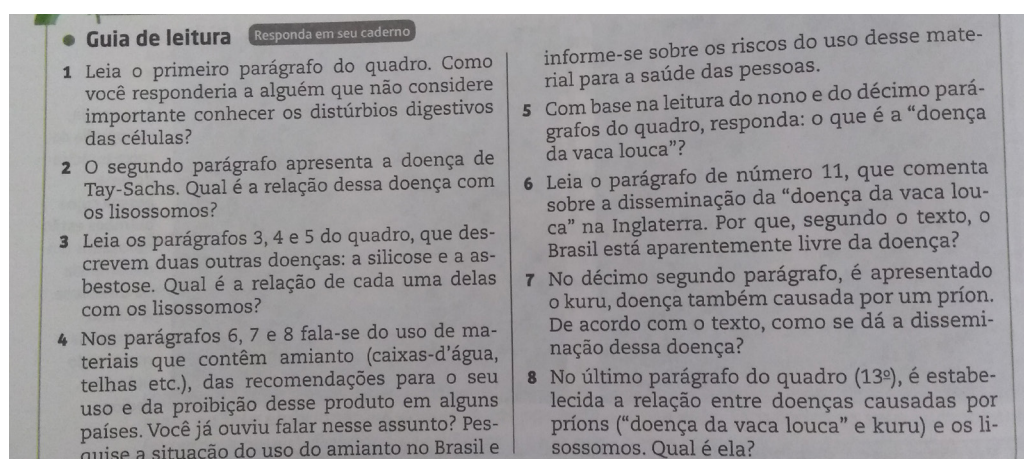


Figura 4: Exemplo de atividade do LD1



Figura 5: Exemplo de atividade do LD2

Para Oliveira (2019) o indicador **Problematizar**, só será viável no livro, quando o mesmo oferecer momentos que oportunizem o uso de outras fontes de pesquisa como internet, livros e outros. Os livros LD2, LD4, LD5, LD6, LD7 e LD8 apresentam o IAC problematizar e eles recomendam o uso das plataformas digitais como instrumentos possíveis de investigação. Indicam sites seguro para que o estudante tenha uma direção do caminho a trilhar. Como exemplo, o LD2 sugere que o aluno acesse o site da Universidade de São Paulo para que possa obter imagens de



diferentes tipos de microscópio. O LD4 propõe o uso do glossário para pesquisar a palavra citologia e também aconselha o uso de sites para pesquisas em museus virtuais. Já o LD5 questiona o que é movimento browniano e incute a necessidade de pesquisar em sites e o LD6 questiona a importância da citologia e insinua que é importante pesquisar em sites e livros. O LD7 indaga sobre o uso das lentes e aconselha a investigação em sites. O LD8 indica sites de consulta para pesquisa de temas sobre microrganismos e fermentação.

Já o indicador **escrita**, é o mais frequente nos livros, pois há um estímulo para o desenvolvimento de atividades que propiciam a escrita como evidência as figuras 1, 3, 4 e 5. Importante destacar como atividade, pode promover o desenvolvimento de mais do que um indicador científico, como os apresentados nas figuras 1, 3 e 4.

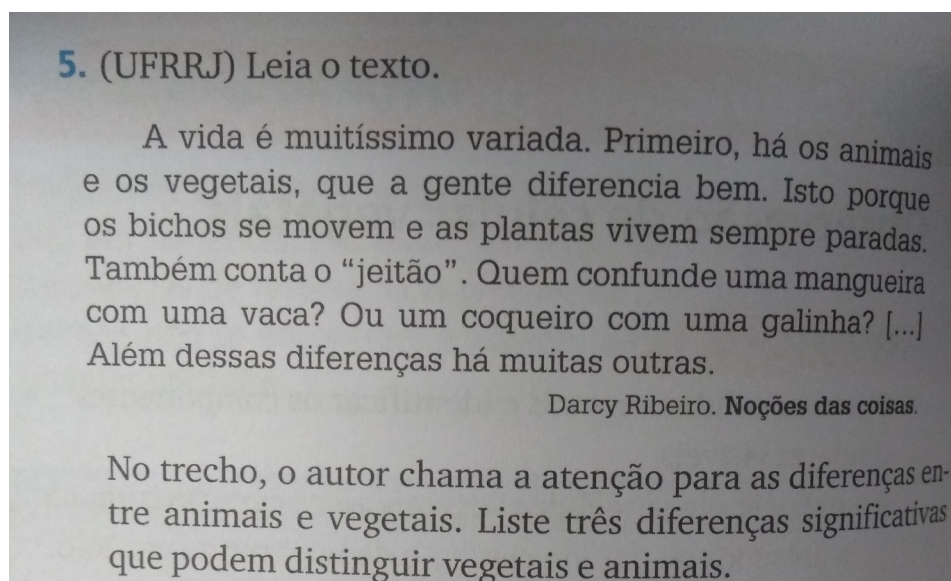


Figura 6: Exemplo de atividades do LD3

Após a exposição dos dados obtidos é válido destacar que o livro didático apresenta um papel importante como fonte de informação complementar tanto para os alunos como para o professor. Ocorre que muitos professores utilizam o livro didático como única fonte e direcionador de toda a atividade docente, podendo ser um limitador para a Educação CTS, bem como a promoção da Alfabetização Científica.

Esse apontamento, mostra o quão importante é o livro didático e também denuncia sua limitação como fonte exclusiva de conhecimento. Outro fator relevante é que os livros didáticos, apresentam atividades que permitem a ocorrência dos IAC, contudo, em sua grande maioria são dependentes da intervenção do professor para que possam ser promovidos em sala de aula, o que exige professores com conhecimentos teóricos e metodológicos para a sua implementação.



Conclusão

Esse estudo possibilitou uma reflexão sobre os livros didáticos de Biologia do 1º ano do Ensino Médio do PNLD 2018 e mostrou ser a Educação CTS uma proposta viável para promoção da AC, pois ela colabora no processo formativo do sujeito.

Percebemos que a relação da Educação CTS com a abordagem temática de Biologia Celular permite a articulação de conhecimentos biológicos com a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, aspectos presentes no cotidiano dos alunos, de modo a aproximar os mais diversos temas em Ciência e Tecnologia do aluno e por esse motivo, apresenta potencialidade para promoção da AC.

Salientamos a importância do professor no contexto escolar, atuando como mediador do conhecimento e na implementação de ações educativas que promovem a AC. Neste sentido, os IAC presentes nos livros didáticos analisados se mostraram instrumentos significativos para o professor desenvolver os conteúdos biológicos, balizados pela Educação CTS, contribuindo para desenvolver níveis mais elevados de Alfabetização Científica.

A partir dos apontamentos realizados, podemos concluir que os IAC colaboram na prática docente e compreendemos que a discussão sobre os recursos didáticos, em especial o livro, precisa ser mais criteriosa para determinar aspectos valiosos para a aula.

Outra percepção que esse estudo evidenciou é que a Ciência e a Tecnologia estão presente nos livros analisados, porém as inter-relações com a Sociedade poderiam ser exploradas de forma mais significativa.

No que se refere ao livro didático, entendemos que seu uso deve ser como um complemento e por mais relevante que ele seja, seu uso não pode ser exclusivo. É conveniente explorar outras fontes de conhecimento para que haja diversidade no processo de ensino.

Referências

- Alves, D. F. F. (2005). *Manuais escolares de estudo do meio, educação CTS e pensamento crítico*. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências no 1º Ciclo do Ensino Básico) - Departamento de Didática e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal.
- Auler, D. (2002). *Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências*. Tese de Doutorado. Florianópolis.
- Auler, D., & Delizoicov, D. (2001). Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(2), 337-355.
- Bardin, L. (2006). *Análise de conteúdo*. Lisboa: editora 70.
- Bazzo, W. A. Insigne, I. V., & Pereira, L. T. V. (2003). *Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)*. Madrid: OEI (Organização dos Estados Ibero-americanos).
- Blanco, A., Brero, V. B., Jiménez, M. A., & Prieto, M. T. (2006). Las relaciones CTS en la educación científica. *Actas del IV Seminario Ibérico Ciencia-Tecnología-Sociedad en la educación científica*. Málaga: Universidad de Málaga.
- Brasil (2018a). *BNCC – Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC.

- Brasil (2018b). *Guia PNLD – Biologia, Ensino Médio*. Brasília: MEC.
- Cachapuz, A., Gil-Perez, D., Carvalho, A. M. P. de, Praia, J., & Vilches, A. (2005). *A necessária renovação do ensino das ciências*. São Paulo: Cortez.
- Cellard, A. (2008). A análise documental. In: Poupart, J. et al. *A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos*. Petrópolis: Vozes.
- Chassot, A. (2000). *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Editora Unijuí.
- Cupani, A. (2016). *Filosofia da Tecnologia: um convite*. 3ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC.
- Domiciani, T. D., & Lorenzetti, L. (2020). A Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade no curso de Licenciatura em Ciências da UFPR Litoral. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 22, 1-25.
- Fourez, G. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*. Bruxelles, Belgium: De Boeck-Université.
- Freire, P. (1980). *Educação como prática da liberdade*. São Paulo: Paz e Terra.
- Giroux, H. (1997). *Os Professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed.
- Habermas, J. (1987). *Conhecimento e Interesse*. Rio de Janeiro: Guanabara.
- Hazen, R. M., & Trefil, J. (1991). Science Matters: Achieving Scientific Literacy. *Journal of Chemical Education*, 68(8), 345.
- Lemke, J. L. (2006). Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Enseñanza de las Ciencias*, 24(1), 5-12.
- Lorenzetti, L., & Delizoicov, D. (2001). Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 3(1), 37-50.
- Marandino, M., Selles, S. E., & Ferreira, M. S. (2009). *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. Ensino de Biologia. São Paulo: Ed. Cortez.
- Miranda, A. L. (2002). *Da natureza da tecnologia: uma análise filosófica sobre as dimensões ontológica, epistemológica e axiológica da tecnologia moderna*. (Dissertação de mestrado), Universidade Federal Tecnológica do Paraná.
- Oliveira, A. L. de. (1986). *O livro didático*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro.
- Oliveira, M. M. (2007). *Como fazer pesquisa qualitativa*. Petrópolis: Vozes.
- Oliveira, S. F. A. (2019). *Os indicadores de Alfabetização Científica: uma análise do tema água no livro didático de Ciências dos anos iniciais do ensino fundamental*. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Alagoas.
- Palacios, E. M. G., Linsingen, I. V., Galbarette, J. C. G., López Cerezo, J. A., Bazzo, W. A., Luján, J. L., Pereira, L. T. V., Martín Gordillo, M., Osorio, C., & Valdes, C. (2003). *Introdução aos estudos CTS (Ciência- Tecnologia- Sociedade)*. Cadernos de Ibero-América. Madrid: OEI (Organização dos Estados Ibero-americanos).
- Pizarro, V. M. (2014). *Alfabetização científica nos anos iniciais: necessidades formativas e aprendizagens profissionais da docência no contexto dos sistemas de avaliação em larga escala*. (Tese de Doutorado), UNESP.
- Pizarro, V. M., & Lopes Jr. J. (2015). Indicadores de Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica sobre as diferentes habilidades que podem ser promovidas no ensino de ciências nos anos iniciais. *Investigações no Ensino de Ciências*, 20(1), 208-238.



- Pucci, B. (2001). Teoria Crítica e Educação: Contribuições da teoria crítica para a formação do professor. *Espaço Pedagógico*, 8, 13-30.
- Santos, W. L. P., & Mortimer, E. F. (2002). Uma análise dos pressupostos teóricos na abordagem Ciência, tecnologia e Sociedade (CTS) no contexto da Educação Brasileira. *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 110-132.
- Santos, W. L. P. (2008). Educação científica humanística em uma perspectiva Freireana: resgatando a função do ensino de CTS. *Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 1(1), 109-13.
- Sasseron, L. H. (2008). *Alfabetização Científica no ensino fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula*. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Sasseron, L. H. (2015). Alfabetização Científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências*, 17, 49-67.
- Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2008). Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 333-352.
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2005). *Estratégias de ensino/aprendizagem: o questionamento promotor do pensamento crítico*. Lisboa: Editorial do Instituto Piaget.
- Tenreiro-Vieira, C., & Vieira, R. M. (2016). Educação em Ciências e Matemática com orientação CTS promotora do Pensamento Crítico. *Revista CTS*, 33(11), 1-16.
- Vergara, S. C. (2005). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. 6º. ed. São Paulo: Atlas.
- Vesentini, J. W. (1995). *Geografia e ensino: textos críticos in Caminhos da Geografia*, 4ª Papyrus: ed. Campinas.