



---

O CONTEÚDO CATÁLISE NOS LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA DO PNLD  
2018/2020 E SUAS RELAÇÕES COM AS ORIENTAÇÕES CTSA

THE CATALYSIS CONTENT IN THE 2018/2020 PNLD CHEMISTRY TEACHING  
BOOKS AND ITS RELATIONSHIPS WITH STSE GUIDELINES

EL CONTENIDO DE LA CATÁLISIS EN LOS LIBROS DIDÁCTICOS DE  
QUÍMICA DEL PNLD 2018/2020 Y SUS RELACIONES CON LAS DIRECTRICES  
DE CTSA

---

**Francisco José Correia**

Graduado em Química Licenciatura pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do  
Maranhão – IFMA/Campus Codó

[ziocesco@hotmail.com](mailto:ziocesco@hotmail.com) // <https://orcid.org/0000-0002-8890-3436>

**Leonardo Baltazar Cantanhede**

Doutor em Ciência pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar;  
Professor da Educação Básica, Técnica e Tecnológica do Instituto Federal de Educação, Ciência  
e Tecnologia do Maranhão – IFMA/Campus Codó

[leonardo.cantanhede@ifma.edu.br](mailto:leonardo.cantanhede@ifma.edu.br) // <https://orcid.org/0000-0002-9532-5566>

**Severina Coelho da Silva Cantanhede**

Mestra em Ensino de Química pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar;  
Professora Adjunta da Universidade Federal do Maranhão – UFMA/Campus Codó

[severina.cantanhede@ufma.com](mailto:severina.cantanhede@ufma.com) // <https://orcid.org/0000-0002-7963-932X>

Recebido em 13/01/2021; Aprovado em 11/03/2021; Publicado em 21/06/2021

---

**Resumo:** as orientações Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), na Educação Básica, tornaram-se uma necessidade no meio acadêmico, devido ao avanço do conhecimento científico e ao desenvolvimento de tecnologias com impacto direto no cotidiano da humanidade. Essa necessidade, possibilitou o desenvolvimento de materiais didáticos, direcionados às orientações CTSA, dentre eles, o Livro Didático, importante ferramenta de apoio ao processo ensino e aprendizagem, além de material indispensável para o aluno. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar, nos seis Livros Didáticos de Química do 2º ano do Ensino Médio, disponibilizados às instituições públicas de ensino pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o triênio 2018/2020, a presença das orientações CTSA na abordagem do tema catálise, fundamental para a promoção de discussões a respeito de Economia e Química Verde. O percurso metodológico para análise dos livros didáticos, foi adaptado de Cantanhede (2012), que utilizou 13 descritores como ferramentas para identificar a presença das orientações CTSA em textos de divulgação científica. Os resultados mostram que o livro didático Química Cidadã, de Santos e Mol (2016), apresentou 77% de abordagens satisfatórias à presença de orientações CTSA. Entre os descritores utilizados, destacou-se a abordagem da tecnologia como fator para a melhoria da condição de vida, presente em todos os livros analisados e, citando os catalisadores automotivos, que aceleram a conversão de gases poluentes, em gases inertes.

**Palavras-chave:** CTSA; Livro Didático; Ensino de Química; Catálise.



**Abstract:** the guidelines Science, Technology, Society and Environment (STSE), in Basic Education, have become a necessity in academia, due to the advancement of scientific knowledge and the development of technologies with a direct impact on the daily life of humanity. This need made possible the development of didactic materials, directed to STSE guidelines, among them, the Textbook, an important tool to support the teaching and learning process, in addition to indispensable material for the student. In this context, the objective of this work was to analyze, in the six Chemistry Textbooks of the 2nd year of High School, made available to public educational institutions by the National Textbook Program (PNLD) for the 2018/2020 triennium, the presence of the STSE guidelines in the discussion of the catalysis theme, fundamental for promoting discussions about Economics and Green Chemistry. The methodological path for the analysis of textbooks was adapted from Cantanhede (2012), which used 13 descriptors as tools to identify the presence of STSE guidelines in scientific dissemination texts. The results show that the textbook Química Cidadã, by Santos and Mol (2016), presented 77% of satisfactory approaches to the presence of STSE guidelines. Among the descriptors used, it was highlighted the approach of technology as a factor for the improvement of the living condition, present in all the analyzed Textbooks and, mentioning the automotive catalysts, which accelerate the conversion of polluting gases, in inert gases.

**Keywords:** STSE Guidelines; Textbook; Chemistry Teaching; Catalysis.

**Resumen:** los lineamientos Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), en Educación Básica, se han convertido en una necesidad en el ámbito académico, debido al avance del conocimiento científico y al desarrollo de tecnologías con impacto directo en la vida cotidiana de la humanidad. Esta necesidad hizo posible el desarrollo de materiales didácticos, dirigidos a los lineamientos de la CTSA, entre ellos, el Libro de texto, una herramienta importante para apoyar el proceso de enseñanza y aprendizaje, además de material indispensable para el alumno. En este contexto, el objetivo de este trabajo fue analizar, en los seis Libros de Texto de Química del 2º año de Bachillerato, puestos a disposición de las instituciones educativas públicas por el Programa Nacional de Libros de Texto (PNLD) para el trienio 2018/2020, la presencia de los lineamientos de la CTSA en el abordaje del tema de catálisis, que es fundamental para promover discusiones sobre Economía y Química Verde. La ruta metodológica para el análisis de libros de texto fue adaptada de Cantanhede (2012), que utilizó 13 descriptores como herramientas para identificar la presencia de guías de la CTSA en textos de divulgación científica. Los resultados muestran que el libro de texto Química Cidadã, de Santos y Mol (2016), presentó 77% de aproximaciones satisfactorias a la presencia de guías CTSA. Entre los descriptores utilizados, se destacó el enfoque de la tecnología como factor de mejoramiento de las condiciones de vida, presente en todos los libros analizados y, mencionando los catalizadores automotrices, que aceleran la conversión de gases contaminantes, en gases inertes.

**Palabras-clave:** CTSA; Libro de texto; Enseñanza de Química; Catálisis.

---

## INTRODUÇÃO

Há pouco mais de um século, o acesso para população de uma descoberta científica, a energia elétrica e uma evolução tecnológica, como a invenção da lâmpada com filamento metálico, por Thomas Edson, mudaram completamente o comportamento da espécie humana. O homem que durante milênios tinha sua rotina de vida durante o dia e se recolhia para dormir nas primeiras horas da noite, aumentou seu período de atividades com algumas pessoas, inclusive, trocando o



dia pela noite; a partir desse novo contexto, teve início uma grande mudança de comportamento na sociedade, associada ao avanço da Ciência e da Tecnologia (MACEDO e BARBOSA, 2000).

Simabukulo *et al.* (2006) afirmam que a energia elétrica causou um impacto considerável na vida das pessoas, trazendo aumento de produtividade com a industrialização dos meios de produção, melhorando a qualidade de vida das pessoas com a utilização de novos equipamentos, modernizando todas as relações culturais, artísticas e de consumo em todo planeta. Sampaio e Gosling (2009) citam a mudança drástica de comportamento por parte da humanidade ao substituir o cavalo pelos veículos automotores, computadores pelas máquinas de escrever, arquivos de kardex, bibliotecas impressas, comunicação através de cartas via correio e outros.

A natureza que antes dominava o homem e propunha-lhe desafios diários, passou a ser dominada, pois, máquinas e ferramentas impulsionaram a agricultura aumentando sua produtividade. Com o desenvolvimento de novos equipamentos de laboratórios, ocorreu uma expansão e o aumento da produção de novos produtos químicos, auxiliando, dessa forma, o incentivo a pesquisas de natureza científica, nos mais variados campos do conhecimento, promovendo o avanço da Ciência e da Tecnologia. Porém, esses avanços tecnológicos e científicos trouxeram, como consequência, sérios conflitos com o Meio Ambiente, com seus rejeitos sendo descartados sem nenhum critério, contaminando o ar, a água e o solo, fazendo com que surgisse por parte de alguns observadores, a preocupação com as causas negativas da Ciência e da Tecnologia, afetando a Sociedade e o Meio Ambiente (HAYNE e WYSE, 2018).

Assim, o agravamento dos problemas ambientais no pós-guerra, por exemplo, fez com que muitos intelectuais começassem a questionar as consequências do avanço tecnológico, sem a participação popular nas decisões públicas, deixando todas as decisões envolvendo as questões ambientais à cargo de uma elite que tinha o domínio do conhecimento científico. Esse contexto histórico foi que motivou as discussões para o surgimento do movimento CTS, a partir da segunda metade do século XX (VAZ; FAGUNDES; PINHEIRO, 2009).

A definição de Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS), de acordo com Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007), seria o estudo das inter-relações entre a Ciência a Tecnologia e a Sociedade, constituindo um campo de trabalho que se direciona tanto para a investigação acadêmica, como para as políticas públicas. O embasamento da abordagem CTS está fundamentado nas correntes de investigação em Filosofia e Sociologia da Ciência, podendo aparecer como forma de reivindicação da população para participação mais democrática nas decisões que envolvem o contexto científico-tecnológico ao qual pertence. Diante do exposto, o enfoque CTS busca entender os aspectos sociais do desenvolvimento técnico-científico, tanto nos benefícios que este



desenvolvimento traz a sociedade, como também as consequências negativas que poderão causar em consumidores e ao meio ambiente.

Conforme afirmam Auler e Bazzo, (2001), os estudos e programas CTS vêm se desenvolvendo desde o seu início em três grandes direções, a saber: no campo da pesquisa, como uma alternativa à reflexão acadêmica sobre ciência e tecnologia; no campo da política pública, promovendo a criação de diversos mecanismos democráticos que facilitem a abertura e processos de tomada de decisão em questões concernentes a política científico-tecnológica; e, no campo da educação, envolvendo principalmente a Química.

Essas direções podem ser observadas nos documentos oficiais do Ministério da Educação. Conforme o texto extraído da nova BNCC (Base Nacional Comum Curricular), o documento sugere:

(...) Para responder a essa necessidade de recriação da escola, mostra-se imprescindível reconhecer que as rápidas transformações na dinâmica social contemporânea nacional e internacional, em grande parte decorrentes do desenvolvimento tecnológico, atingem diretamente as populações jovens e, portanto, suas demandas de formação. Nesse cenário cada vez mais complexo, dinâmico e fluido, as incertezas relativas às mudanças no mundo do trabalho e nas relações sociais como um todo representam um grande desafio para a formulação de políticas e propostas de organização curriculares para a Educação Básica, em geral e para o Ensino Médio, em particular (BRASIL, 2017, p. 462)

De acordo com Vilches, Perez e Praia (2011), considerando os novos desafios que emergem em relação às pesquisas nos campos da Ciência, Tecnologia e Sociedade, faz-se necessário acrescentar a letra “A”, de Ambiente, junto a sigla CTS, e o termo Educação Ambiental, para a Sustentabilidade, dando um novo corpo e significado ao movimento, que passa a ser identificado como CTSA (Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente), devendo essas orientações serem incluídas nos currículos e nos materiais didáticos escolares.

Essa condição, coloca o livro didático, no ensino das ciências de um modo geral, como recurso fundamental e de extrema importância, no campo dos recursos e/ou ferramentas de caráter insubstituíveis, para o processo de ensino e aprendizagem com enfoque CTSA, pois em muitos casos, principalmente em escolas públicas de regiões com poucos recursos tecnológicos e de logística em material escolar, o livro didático é o único instrumento de apoio à consulta e à pesquisa dos professores e dos alunos (VASCONCELOS e SOUTO, 2003).

No Ensino Médio, a prática de lecionar as disciplinas de Ciências, como Física, Química e Biologia, na perspectiva da formação cidadã, deve contextualizar-se ao momento histórico cultural, permitindo com que os estudantes se tornem capazes de questionar acontecimentos, apontar



soluções e tomar decisões. Para que esses objetivos sejam alcançados, existem atualmente os chamados Livros Didáticos Inovadores (LDI), que foram em sua maioria elaborados para uma educação com enfoque CTSA (COSTA e GUIMARÃES, 2014).

### O Protagonismo do Livro didático

A trajetória do livro didático no Brasil, no sistema público de ensino, tem início em 1929, com a criação do Instituto Nacional do Livro (INL). O decreto lei nº 1006, de 30 de dezembro de 1938, criou a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD), primeira legislação para produção e controle das obras. Após questionamentos sobre a legitimidade dessa comissão, um novo decreto, o de nº 8.460 de 26/12/1945, estabelece os professores como responsáveis pela escolha dos livros que seriam usados em sala de aula. Algumas décadas depois, em 1976, foi criado através do Decreto 77.107 de 04/02/1976 a Fundação Nacional do Material Escolar (FENAME), que incorporava o Fundo de Amparo ao Estudante (FAE), que, em 1996, foi substituído pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) (RODRIGUES, 2009).

Os livros didáticos representam a principal, ou em alguns casos, a única fonte de trabalho como material impresso na sala de aula. Em muitas escolas da rede pública de ensino, é o único recurso para o aluno e o professor, no processo de ensino e aprendizagem. O livro didático, é uma versão didatizada do conhecimento para fins escolares com o propósito de formação de valores que configuram concepções de conhecimentos, identidades e visões de mundo (VERCEZE e SILVINO, 2008).

Considerando o ensino de Ciências, o livro didático pode representar um objeto fundamental para auxiliar o professor a preparar e a lecionar conteúdos programáticos com foco CTSA, auxiliando na implantação ensino e prática dessas orientações em sala de aula. Carneiro e Santos (2005) discutem que o livro didático, como instrumento auxiliar da prática educativa, passou por diferentes estágios ao longo de sua utilização nas salas de aula. Se até a década de 1970 estavam restritas as salas de aula de escolas particulares, com a criação do programa nacional do livro didático (PNLD), no início dos anos de 1990, os livros didáticos passaram a ser os principais instrumentos de auxílio à aprendizagem e às práticas pedagógicas na rede pública de ensino (SANTOS, 2017; VERCEZE; SILVINO, 2008).

No que se refere à importância atribuída pelos professores ao livro didático, como instrumento na preparação e no desenvolvimento de suas aulas, e sua importância na formação dos estudantes, percebe-se que ele é parte fundamental dos materiais didáticos, além de ser um importante recurso facilitador da aprendizagem e instrumento de apoio à prática pedagógica,



auxiliando o estudante a ampliar a compreensão e a interpretação, e o professor a conduzir os temas e a orientar pesquisas. Assim, o professor deve buscar no livro didático as contribuições que possibilitam mediar a construção do conhecimento científico pelo aluno, para que este se aproprie da linguagem e desenvolva valores éticos, mediante os avanços da ciência, contextualizada e socialmente relevante (SOUZA e ALMEIDA, 2013).

Contrariando algumas previsões de que os livros seriam substituídos pelos novos recursos didáticos disponibilizados pelas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), esses recursos tecnológicos fizeram com que a utilização dos Livros Didáticos não fosse reduzida, mas passasse por algumas mudanças, a partir do momento em que os professores deixaram de utilizá-los como manuais e passaram a empregá-los como material de apoio ao seu trabalho, como para as atividades extraclasse dos alunos, textos para leitura complementar e fonte de ilustrações e pesquisa (MEGID NETO e FRACALANZA, 2003).

No que se refere ao livro didático, distribuído ao Ensino Médio pela Rede Pública Estadual de Ensino, através do Programam Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), expõe a Grade Curricular definida a ser aplicada em sala de aula. Embora alguns ajustes sejam feitos pela coordenação pedagógica de cada instituição, o livro didático constitui a “Base Norteadora” do que será aplicado em sala de aula e usado como fonte de consulta por parte do aluno para a maioria de suas atividades acadêmicas, motivo pelo qual o livro didático torna-se componente curricular obrigatório (KRUGEL e ZANON, 2016).

Pereira (2010) classifica o livro didático como um instrumento impresso, intencionalmente estruturado para se inscrever num processo de aprendizagem, cuja finalidade é de melhorar a eficácia dessa aprendizagem. Porém, sua utilização assume importância diferenciada de acordo com as condições, os lugares e as situações em que é produzido e utilizado nos diferentes âmbitos escolares. Para Lopes (1992), o livro é o instrumento didático mais importante de nossas escolas, pois não possui apenas o caráter de auxiliar no processo de transmissão de conhecimento, mas se apresenta como modelo padrão, autoridade absoluta e último critério da verdade.

Observa-se, dessa maneira, que o livro didático é componente fundamental do processo ensino-aprendizagem e deve ser considerado uma ferramenta intrinsecamente ligada às abordagens CTSA, além de sua grande importância para um melhor entendimento para os principais ramos das Ciências Naturais, entre elas, a Química. Nesse contexto, alguns livros didáticos direcionados ao ensino de Química, desde a década passada, trazem abordagens CTSA, materiais didáticos que foram concebidos dentro de uma proposta inovadora para o ensino de Química, contextualizando temáticas que fazem parte do cotidiano do aluno (CARNEIRO; SANTOS; MÓL, 2005).



A importância das discussões de conteúdos químicos a partir das orientações CTSA nos livros didáticos, possibilita ao aluno expandir a sua concepção em relação à natureza e aos avanços tecnológicos, e interpretar suas relações com os conhecimentos obtidos na área de ciências, o que coloca o conteúdo de Química diretamente relacionado à alfabetização científica (ZANOTTO; SILVEIRA; SAUER, 2016).

### A Química como alfabetização científica: o contexto CTSA

O campo de interesse e aplicação da Química é tão amplo que envolve quase todas as outras ciências, por isso, muitas disciplinas estão interligadas com a Química, como a Geoquímica, Astroquímica, Físico-química, Bioquímica e ramos do conhecimento como Eletrônica, Arqueologia e outros (CORIO *et al.*, 2012).

Existe um consenso, no meio acadêmico, que o ensino de Química, baseado nas orientações CTSA, é um caminho promissor para o estudo estruturado e racional da Ciência e Tecnologia, pois permite a aquisição de uma cultura científica que será capaz de desenvolver habilidades e competências para pensar e intervir em uma sociedade, em que os avanços científicos e tecnológicos fazem parte do cotidiano, mudando comportamentos e implantando uma nova cultura entre a população (JESUS, 2017).

Corroborando com a necessidade do entendimento da Química enquanto Ciência, a implementação das orientações CTSA na sociedade, a partir do contexto educacional, pode possibilitar um melhor entendimento da ciência e favorecer uma mudança de comportamento. Aspectos característicos da Química podem ser observados frequentemente no cotidiano da sociedade, existindo vários aspectos da vida que são de alguma maneira, dependente da Química. O crescimento dos seres vivos, dos microrganismos até os animais mais complexos, como os mamíferos, é baseado nas reações químicas, e, são essas reações que fornecem a energia, impulsionam músculos, permitindo o pensamento lógico. Sob o aspecto do cotidiano, também existe uma dependência da Química, como a fabricação de roupas, por exemplo, quer as fibras sejam naturais ou sintéticas. Além disso, telas feitas de matrizes de cristais líquidos, teclado de computador, leitor de músicas ou telefone celular, representam objetos obtidos a partir de processos químicos (SOLOMONS e FRYHLE, 2015).

As propostas atuais, a favor de uma alfabetização científica para todos os cidadãos, devem ir além da tradicional importância concedida, com uma característica mais prática para a educação científica e tecnológica, contribuindo assim para um desenvolvimento futuro. Essa educação científica se converteu em um fator essencial no desenvolvimento das pessoas e das nações a curto



prazo. Todos precisamos ser capazes de discutirmos publicamente assuntos importantes que se relacionam com a ciência e tecnologia. Na Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI, organizada pela UNESCO e no Conselho Internacional para a Ciência foi discutido que um país só terá condições de atender as necessidades fundamentais de sua população se colocar o ensino de Ciências e o desenvolvimento da tecnologia, como um imperativo estratégico. Assim, a proposta de um currículo básico para todos os alunos requer estratégias que evitem desigualdades sociais no âmbito educativo. Alguns elementos comuns devem ser incluídos nas propostas que vêm sendo elaboradas pelo amplo movimento de alfabetização científica, a saber: Alfabetização Científica Prática, que permita usar os conhecimentos na vida diária, a fim de melhorar as condições de vida e nosso próprio conhecimento; Alfabetização Científica Cívica, para que todas as pessoas possam intervir socialmente, com critério científico, em decisões políticas; e, Alfabetização Científica Cultural, relacionada com os níveis da natureza da ciência, com o significado do que é, a ciência, a tecnologia e a sua atuação no meio social (LORENZETTI e DELIZOICOV, 2001; RICHETTI, 2018).

Esses elementos representam uma alfabetização Científica-Tecnológica multidimensional, que se estende além do vocabulário e dos esquemas conceituais e métodos de procedimentos. Para incluir outras dimensões à ciência, devemos ajudar os estudantes a desenvolver perspectivas da ciência e da tecnologia que incluam a história das ideias científicas, a natureza da ciência e tecnologia e o papel de ambas em nossa vida pessoal e social. Este é o nível multidimensional da alfabetização científica, os estudantes deveriam alcançar uma certa compreensão e apreciação global da ciência e da tecnologia como fatores que têm sido e continuam sendo parte de nossa cultura. Podemos observar uma convergência geral entre vários autores sobre a necessidade de se ir mais além do que a habitual transmissão de conhecimentos científicos, possibilitando incluir uma aproximação à natureza da ciência e à prática científica, e dar ênfase nas relações Ciência Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), com vistas a favorecer a participação cidadã nas tomadas de decisões em nosso cotidiano (PÉREZ e VILCHES, 2006).

A abordagem de um ensino focado nas orientações CTSA está vinculada à educação científica e ambiental que, também, está ligada ao ensino de Química. As orientações CTSA têm como objetivo promover um pensamento crítico e consciente sobre os aspectos que vêm ocorrendo pelo mundo. Uma prática pedagógica baseada na utilização de fatos do dia a dia, para ensinar conteúdos científicos, deve ser bem elaborada, pois pode caracterizar o cotidiano a um papel secundário, servindo como mera exemplificação ou ilustração para ensinar conhecimentos Químicos (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).





Com isso, o ensino de Ciências passa de uma fase de apresentação da ciência como neutra, para uma visão interdisciplinar, em que o contexto da pesquisa científica e suas consequências sociais, político e culturais, são elementos marcantes. Nesse sentido, observa-se que a abordagem CTSA nos livros didáticos de Química deve ter como objetivo iniciar o educando no exercício da cidadania, inserindo os conteúdos científicos em seu contexto social (KRASILCHIK, 2000).

O interesse pelo conhecimento científico é essencial para a implantação da cultura CTSA em uma sociedade, e os processos de avaliação, por exemplo, podem ser as ferramentas que fornecerão os resultados para que sejam posteriormente diagnosticados os erros e os acertos em todo o processo de ensino e aprendizagem, baseado nas orientações CTSA. Nesse sentido, Costa (2004) discute que o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) foi criado para que fossem avaliadas as competências básicas para o exercício pleno da cidadania e modalidade alternativa ou complementar para o ingresso em cursos profissionalizantes e de ensino superior. Assim, percebe-se um rompimento com o tradicional método de ensino e uma inovação com enfoque CTSA, porém, o desempenho do estudante brasileiro na disciplina de Ciências, ainda é insatisfatório.

Quanto à implantação da abordagem CTSA nas aulas de Química, alguns trabalhos realizados mostraram que, as questões elaboradas para serem aplicadas ao ENEM, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, estão sendo elaboradas com forte conteúdo CTSA, referenciando o nível de aplicação das orientações CTSA nos livros didáticos (MELO *et al.*, 2017).

O tema catalisadores, por exemplo, conteúdo específico da Química e que representa o nosso objeto de estudo no livro didático, apresenta-se como um tema transversal nos campos das Ciências Naturais, podendo ser discutido em diferentes ramos do conhecimento como a Agroindústria, Agropecuária, Agronomia, Indústria de Alimentos, Biologia e nas mais variadas áreas da Medicina (SOUZA e SANTOS, 2008).

Os processos catalíticos estão envolvidos em quase toda a cadeia produtiva, com a finalidade de otimização dos procedimentos, reduzindo ao máximo a necessidade de descartes e contribuindo para a despoluição do planeta como um todo. O entendimento desses caminhos devem ser inerentes ao processo de ensino e aprendizagem e, o livro didático representa uma das ferramentas que podem ser utilizadas na compreensão desse processo catalítico, que tem por objetivo a sustentabilidade de todo o planeta (PRADO, 2003).

Diante desse contexto, o presente trabalho buscou analisar nos livros didáticos de Química, do segundo ano do Ensino Médio, distribuídos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), no triênio 2018/2020, a presença das orientações CTSA no conteúdo Cinética Química, a partir da abordagem do tópico Catálise e Catalisadores, fazendo um levantamento quantitativo e qualitativo das abordagens a partir do referencial metodológico proposto por Cantanhede (2012).



### METODOLOGIA

O presente trabalho analisou a presença das orientações Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) na discussão do conteúdo catalise abordado nos seis livros de Química do Ensino Médio, disponibilizados pelo PNLD para o triênio 2018/2020. A Tabela 1, apresenta a identificação dos livros didáticos utilizados na análise das orientações CTSA.

Tabela 1 – Relação dos livros didáticos analisados.

Código	Referências
LD 1	REIS, M. Química v. 2 Ensino Médio: 2. ed. São Paulo: Ática, 2016.
LD 2	BEZERRA, L. M. et al. Química v. 2 Ensino Médio Ser Protagonista: 3. ed. São Paulo: Edições SM, 2016.
LD 3	SANTOS, W.; MÓL, G. Química Cidadã 2ª série: 3. ed. São Paulo: Editora AJS, 2016
LD 4	CISCATO, C. A. M. et al. Química v. 2 Ensino Médio: 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016.
LD 5	MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Química v. 2 Ensino Médio: 1. ed. São Paulo: Editora Scipione, 2011.
LD 6	NOVAIS, V. L. D. de. ANTUNES, M. T. VIVÁ Química v. 2 Ensino Médio: 1. ed. Curitiba: Editora Positivo, 2016.

Fonte: Elaborada pelos autores.

De posse dos seis livros didáticos, o trabalho foi desenvolvido em três etapas. Na primeira etapa foi realizada a leitura e análise textual, de acordo com o instrumento de análise proposto por Cantanhede (2012), para o capítulo que trazia o conteúdo Cinética Química em cada um dos livros didáticos, com foco no tema catalise. A escolha por esse tema se deu devido à sua relevância para o mundo contemporâneo, pois, nos dias atuais, os catalisadores estão presentes na grande maioria das atividades de produção industrial, além de fundamental para evolução da Química e Economia Verde. Por meio de leitura detalhada do tópico catalise, a análise consistiu em identificar a presença dos descritores adaptados do trabalho de Cantanhede (2012), durante às discussões do tema catalise. A Tabela 2 apresenta o código de cada descritor, sua abordagem e a interpretação, associada a cada abordagem.



Tabela 2 – Descritores de análise utilizados para análise do tema Catálise e sua respectiva abordagem

Código	Descritor	Interpretação
Desc. 1	Contextualiza historicamente a produção do conhecimento científico.	Se aborda epistemologicamente a ciência, desde os filósofos gregos, os alquimistas da idade média, sua evolução na idade moderna até os dias atuais.
Desc. 2	Aborda a aplicação pela sociedade do conhecimento científico.	Como o conhecimento científico é usado de forma prática no cotidiano das pessoas.
Desc. 3	Discute os impactos decorrentes da aplicação do conhecimento científico.	Os impactos podem ser, tanto positivos como negativos, influenciando o comportamento das pessoas.
Desc. 4	Aborda o conhecimento científico como base para o desenvolvimento tecnológico.	Se o desenvolvimento tecnológico só é possível com bases científicas, descartando o empirismo.
Desc. 5	Aborda a tecnologia como fator para a melhoria da condição de vida.	Como a tecnologia tem melhorado a qualidade de vida das pessoas, tanto no aspecto individual como coletivo.
Desc. 6	Apona outros fins para o uso da tecnologia, armamentos, lucros financeiros.	Aborda a tecnologia à serviço do capital, onde se observa a perda do caráter altruístico da ciência e da tecnologia.
Desc. 7	Evita abordar a ciência e a tecnologia como potencial solucionador de qualquer problema.	Há situações problema envolvendo a sociedade, que a ciência e a tecnologia não podem alcançar, dependendo mais de atitudes conscientizadoras, por parte da sociedade.
Desc. 8	Aborda problemas ambientais evidenciando possíveis soluções.	A tecnologia que pode causar impactos negativos ao ambiente, também pode encontrar soluções para o problema.
Desc. 9	Destaca impactos ambientais causados pela ação humana.	A tecnologia que auxilia o homem na transformação da natureza para seu benefício, pode prejudicar outros seres vivos e a sociedade à sua volta.
Desc. 10	Aborda o conhecimento científico como base ao desenvolvimento sustentável.	A exploração racional dos recursos naturais, depende do bom senso e do uso correto da ciência e tecnologia.
Desc. 11	Aborda temas referentes a questões ambientais, como poluição desmatamento e reciclagem.	A reciclagem é prática necessária aos descartes feitos pois, não há extinção da matéria, mas sua transformação em composto, que pode ser nocivo ao ambiente.
Desc. 12	Vincula o conhecimento científico e tecnológico com a preservação ambiental.	A ciência e a tecnologia, são fundamentais para o desenvolvimento de técnicas e recursos, que auxiliem a preservação ambiental.
Desc. 13	Evita a relação entre tecnologia e ambiente com a ciência	A tecnologia é fruto do conhecimento científico, e o ambiente em que vivemos, sofre a ação da aplicação da tecnologia no meio, não há como evitar esta relação.

Fonte: Elaborada pelos autores – adaptada de Cantanhede (2012).

Na segunda etapa, foi realizada a análise qualitativa com o objetivo de mensurar o nível de intensidade das abordagens, a partir de uma escala gradativa de intensidade, composta por números inteiros variando de zero a três, no qual zero representa a ausência do descritor e três a intensidade de sua presença no texto. Cada descritor que apresenta relação com alguma das abordagens foi classificado em um dos níveis de intensidade específico. A Tabela 3 apresenta a escala gradativa dos níveis de intensidade das orientações CTSA e a sua descrição.



Tabela 3 – Descrição de cada nível de intensidade utilizado para os descritores observados no texto

Nível de intensidade	Descrição de cada nível de intensidade
0	Indica que o descritor <b>não</b> está presente no texto
1	Indica que o descritor está <b>pouco</b> presente no texto
2	Indica que o descritor está <b>presente</b> no texto
3	Indica que o descritor está <b>bastante presente</b> no texto

Fonte: Elaborada pelos autores – Adaptada de Cantanhede (2012).

A escala gradativa dos níveis de intensidade tem como finalidade identificar, nas abordagens CTSA, quais descritores ocorrem de forma predominante na discussão da temática catálise, em cada um dos livros didáticos investigados. Os descritores apresentados representam o suporte e a base de orientação aplicados na interpretação dos textos que discutem o tema catálise nos livros didáticos, para que se tenha embasamento na classificação e categorização das orientações CTSA.

Os resultados obtidos com a análise de cada descritor nos livros didáticos, foram tabelados e representados graficamente, a partir de um tratamento estatístico baseado no percentual de frequência com que cada descritor ocorre nos livros analisados. Para tanto, é importante mencionar que, entre os níveis de intensidade utilizados na identificação da presença das orientações CTSA no conteúdo do assunto catálise abordado nos livros didáticos, apenas os níveis 2 e 3 são considerados como indicadores positivos ou satisfatórios e que, conseqüentemente, evidenciam a presença das orientações CTSA na discussão do conteúdo abordado.

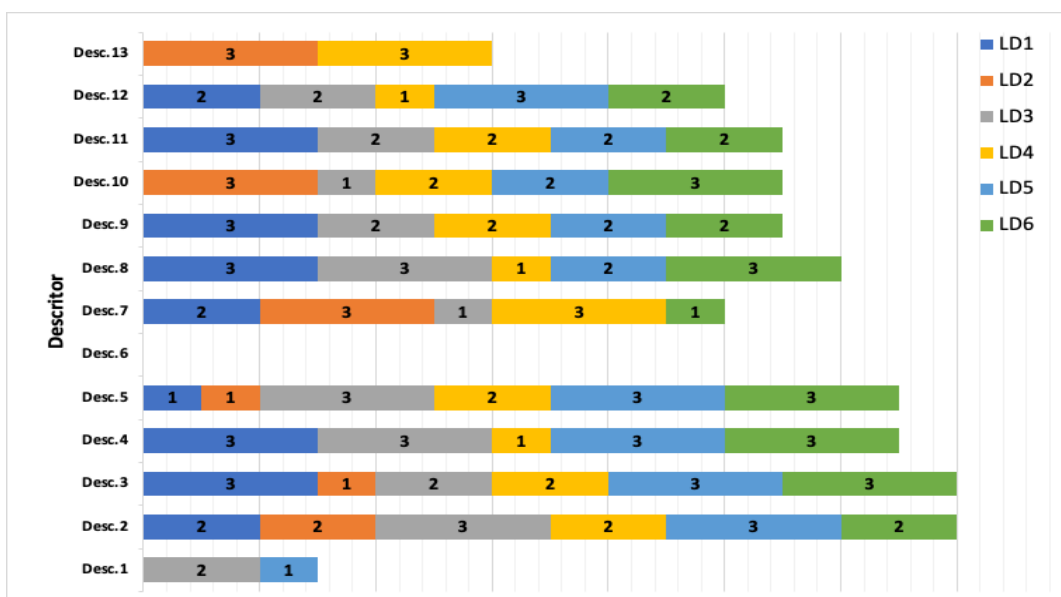
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise das orientações CTSA no conteúdo Catálise abordado nos Livros Didáticos

A presença das orientações CTSA nas discussões do conteúdo catálise abordadas em cada um dos Livros Didáticos de Química, direcionados ao segundo ano do ensino médio, foi avaliada a partir dos descritores propostos por Cantanhede (2012), já citados anteriormente. A Figura 1, apresenta a distribuição dos níveis de intensidade com que cada descritor se encontra presente em cada um dos livros didáticos analisados.



Figura 1 – Distribuição dos níveis de intensidade (0, 1, 2 e 3) de acordo com a presença de cada descritor nos dos livros didáticos analisados.



Desc.1-Contextualiza historicamente a produção do conhecimento científico; Desc.2-Aborda a aplicação pela sociedade do conhecimento científico; Desc.3-Discute os impactos decorrentes da aplicação do conhecimento científico; Desc.4-Aborda o conhecimento científico como base para o desenvolvimento tecnológico; Desc.5-Aborda a tecnologia como fator para a melhoria da condição de vida; Desc.6- Aponta outros fins para o uso da tecnologia, armamentos, lucros financeiros; Desc.7-Evita abordar a ciência e a tecnologia como potencial solucionador de qualquer problema; Desc.8-Aborda problemas ambientais evidenciando possíveis soluções; Desc.9-Destaca impactos ambientais causados pela ação humana; Desc.10-Aborda o conhecimento científico como base ao desenvolvimento sustentável; Desc.11-Aborda temas referentes a questões ambientais, como poluição desmatamento e reciclagem; Desc.12-Vincula o conhecimento científico e tecnológico com a preservação ambiental; Desc.13-Evita a relação entre tecnologia e ambiente com a ciência.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A distribuição dos níveis de intensidade com que cada descritor é apresentado durante a discussão do conteúdo catalise, nos livros didáticos investigados, demonstra que apenas o descritor seis (Desc.6), não está presente. Todos os outros descritores estão presentes em maior ou menor intensidade, em pelo menos dois livros didáticos (Desc. 1 e Desc. 13), representando assim, a abrangência que cada livro obteve em relação ao descritor. Os descritores dois, três e cinco (Desc.2, Desc.3 e Desc.5), merecem destaque, pois estiveram presentes em maior ou menor intensidade durante a abordagem do conteúdo catalise em todos os livros didáticos.

É importante lembrar que os níveis de intensidade, 2 (presente) e 3 (bastante presente), representam uma classificação considerada satisfatória e que indicam a inclusão das orientações CTSA durante a abordagem do conteúdo catalise nos livros didáticos. Assim, apesar da identificação dos quatro níveis de intensidade em cada descritor, os níveis de intensidade 2 e 3, de fato, são àqueles de interesse deste trabalho, e, portanto, esses níveis foram classificados de acordo com o percentual de ocorrência nos livros. A Tabela 4, apresenta somatório dos descritores que



atingiram os níveis de intensidade, 2 e 3, além do percentual dessas ocorrências em cada livro analisado.

Tabela 4 – Quantidade absoluta e percentual dos descritores abordados em cada livro didático, com níveis de intensidade 2 e 3.

Código dos Livros didáticos	Quantitativo de Descritores com níveis de intensidade 2 e 3 (%)
LD. 1	9 (69%)
LD. 2	3 (23%)
LD. 3	10 (77%)
LD. 4	8 (61%)
LD. 5	9 (69%)
LD. 6	9 (69%)

Fonte: Elaborada pelos autores.

No que se refere aos níveis de intensidades mais significativos para representar a presença das orientações CTSA nos livros didáticos, pode ser observado que o livro didático LD. 3 apresentou o maior percentual dos níveis de intensidade 2 e 3, combinados e aplicados a 10, dos 13 descritores, com 77% de abordagens consideradas satisfatórias à presença de orientações CTSA, seguido pelos livros LD. 1, LD. 5 e LD. 6, com abordagens dos níveis 2 e 3, aplicados em 9, dos 13 descritores, o que corresponde a 69% de níveis de intensidade satisfatórios para cada um desses livros, indicando que esses livros apresentam na discussão do conteúdo catalise, uma aproximação satisfatória com as orientações CTSA.

O Desc. 4 “Aborda o conhecimento científico como base para o desenvolvimento tecnológico”, por exemplo, foi atribuído ao LD.1 o nível de intensidade 3. O trecho do livro a seguir, descreve essa classificação.

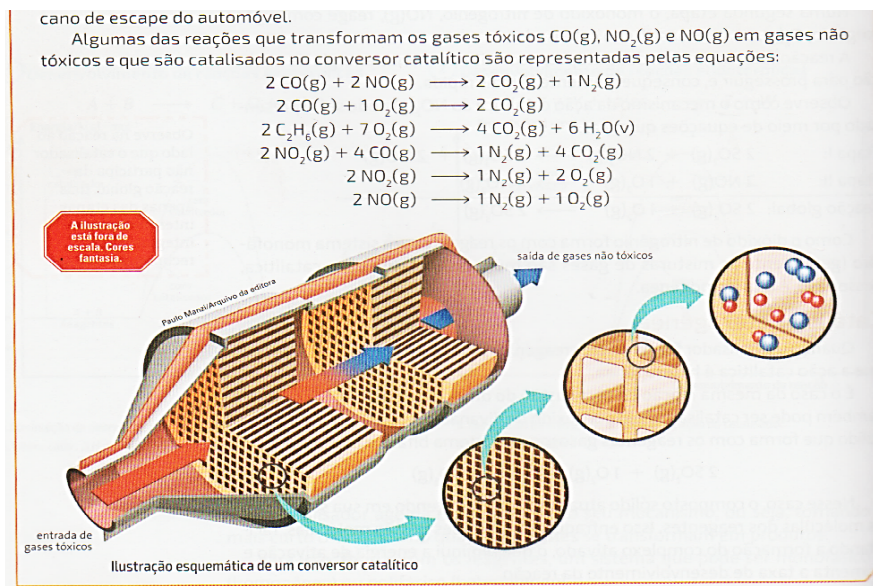
LD. 1 p. 166 (...) o conversor catalítico é constituído de um suporte na forma de colmeia, em geral de material cerâmico ou as vezes metálico, revestido de óxido de alumínio  $Al_2O_3(s)$ . Sobre o óxido de alumínio que recobre a colmeia, é fixada a substância que atua de fato como catalisador e oferece proteção. Em geral são utilizadas finas camadas com aproximadamente 1,5g de uma liga de paládio e ródio para os motores a gasolina, ou de paládio e molibdênio para os motores a álcool. A colmeia é então envolta em uma manta cerâmica termoexpansiva, que isola termicamente o catalisador e oferece proteção mecânica à colmeia (grifo nosso).



Os autores discutem durante a abordagem do tema catálise, as diferenças existentes entre os catalisadores automotivos de veículos movidos a gasolina e àqueles movidos a álcool. Uma descrição clara que relaciona o conhecimento científico ao desenvolvimento tecnológico. Nesse contexto, Moreira; Aires; Lorenzetti (2017) argumentam que a Ciência e a Tecnologia continuarão avançando, pois as comodidades proporcionadas pela ciência e tecnologia à sociedade tendem, com essas inovações, a contribuir para a formação do indivíduo enquanto cidadão. Dessa forma, a abordagem CTSA, quando inserida na educação em ciências, tem como finalidade promover o conhecimento científico e tecnológico para o aluno, objetivando o desenvolvimento de habilidades por parte do educando, que lhe dê condições de tomar decisões em relação ao conhecimento científico e tecnológico. Uma abordagem dessa natureza corrobora as observações de Vilches; Perez; Praia, (2011), no que se refere à formação de estudantes capazes de tomar decisões diante de situações problemas que se apresentam.

O livro LD. 1, apresenta ainda uma ilustração das paredes de um catalisador automotivo, como forma de mostrar as principais reações que transformam os gases tóxicos provenientes do motor, em gases não-tóxicos. A Figura 2, apresenta de forma ilustrativa as partes internas de um catalisador automotivo.

Figura 2 – Imagem em cores fantasia da parte interna de um catalisador automotivo



Fonte: Livro Didático LD.1 (REIS, 2016, p. 166).

A imagem demonstra, ilustrativamente, um corte no apêndice do cano de descarga de um automóvel, onde fica localizado o conjunto cerâmico revestido de metal, que funciona como catalisador, transformando numa ação bem rápida, gases tóxicos em gases não tóxicos. Sem a ação



desse mecanismo, os gases seriam expelidos para o ambiente, onde sua transformação em gases não tóxicos seria realizada por um processo natural, bem mais lento, causando intoxicação e danos à saúde das pessoas que estivessem no campo de ação destes gases. Discussões sob essa perspectiva vão de encontro às características de processos e/ou produtos apoiados pela Química Verde (RAMOS, 2009).

A palavra-chave da Química Verde é redução, principalmente no que diz respeito à poluição ambiental. Dessa forma, a Química Verde apresenta como principais objetivos: a redução de consumo de energia, a redução de dejetos (materiais que são descartados na natureza), a redução da toxicidade, a redução do uso de fontes não renováveis, a redução dos riscos de poluição ao Meio Ambiente, a redução do uso de matéria prima, a utilização de reagentes alternativos e renováveis, a utilização de reagentes que diminuam a perda de materiais, a substituição dos solventes tóxicos, o aprimoramento de processos naturais de síntese, o desenvolvimento de substâncias que não poluam o Meio Ambiente, o desenvolvimento de condições para que as reações químicas tenham maior rendimento e produzam menos impurezas, além de minimizar o consumo de energia (LENARDÃO *et al.*, 2003).

Já o LD. 3, abordou com nível de intensidade 3, o Desc. 2, “Aborda a Aplicação pela Sociedade do Conhecimento Científico”, como aponta o trecho a seguir extraído do livro.

LD. 3 p. 163 (...). Em certos casos, pode ser necessário diminuir o ritmo de reações que se processam muito rapidamente. Para isso pode ser usada uma substância ou material que dificulte a formação do complexo ativado, aumentando a barreira energética da reação e tornando-a mais lenta. Essas substâncias ou materiais, são conhecidos como inibidores. Um bom exemplo deste tipo de processo é a adição de determinadas substâncias aos alimentos, com o intuito de retardar reações naturais de decomposição (grifo nosso).

A presença desse descritor (Desc. 2), no livro didático LD. 3, representa uma importante abordagem do conteúdo catálise, pois, as aplicações da ciência e da tecnologia, estão diretamente vinculados a formação da cidadania (PINHEIRO, SILVEIRA e BAZZO, 2007). Nesse contexto, apresentar para o estudante que existe uma aplicação direta do conhecimento científico na sociedade na qual ele se encontra inserido, ou seja, as questões de Química abordadas nos livros didáticos são do cotidiano do aluno, o que leva o educando a se envolver com a situação, pois a intenção é ensiná-lo a se posicionar diante de um cenário que faça parte de sua realidade, ou seja, que componha seu cotidiano (CECHIN, PILATTI e SILVEIRA, 2016).

O LD. 5 fez a abordagem do Desc. 12, “Vincula o Conhecimento Científico e Tecnológico com a Preservação Ambiental”, com nível de intensidade 3, o que pode ser observado no trecho a seguir extraído do livro.





LD. 5 p. 133 (...) A implantação dos conversores catalíticos nos automóveis que circulam nas cidades brasileiras, é objeto de legislação específica que exigiu que as indústrias passassem a fabricar automóveis com catalisadores a partir de 1994, sendo que até 1996, todos os automóveis novos deveriam sair de fábrica com este equipamento. Apenas este tipo de medida, porém, não é suficiente para garantir a melhoria da qualidade do ar nas cidades. Há alguns anos atrás, sob a alegação de que os automóveis equipados com catalisadores tinham o rendimento do motor diminuído e um maior consumo de combustível, alguns proprietários retiravam este equipamento de seus veículos. Outro argumento usado é o fato dos catalisadores, produzirem um cheiro desagradável, em decorrência do alto teor de enxofre na gasolina brasileira. O enxofre compete com outros gases no processo catalítico e sua combinação com o hidrogênio, produz o gás sulfídrico  $H_2S$ , também venenoso e cujo odor, lembra o de um ovo podre. Portanto, para que o uso dos catalisadores no Brasil, possa ser efetivo, deve ser melhorada a qualidade de nosso combustível, reduzindo-se os teores de enxofre. Igualmente se faz necessária a realização de campanhas de educação dos motoristas, alertando sobre a importância do uso do catalisador para a melhoria da qualidade do ar, e conseqüentemente da saúde das pessoas (grifo nosso).

Essa abordagem do tema, apresentada pelo LD. 5, relacionada ao descritor de número 12, está de acordo com as observações de Aguiar-Santos, Vilches e Brito (2016), quando afirmam que o ensino de Ciências, tanto no Fundamental como no Médio, deve estar relacionado com problemas do cotidiano da sociedade, sejam eles de ordem social, econômica, tecnológica, científica ou ambiental, possibilitando a formação de cidadãos capazes de questionar e tomar decisões, em relação a diferentes situações-problema.

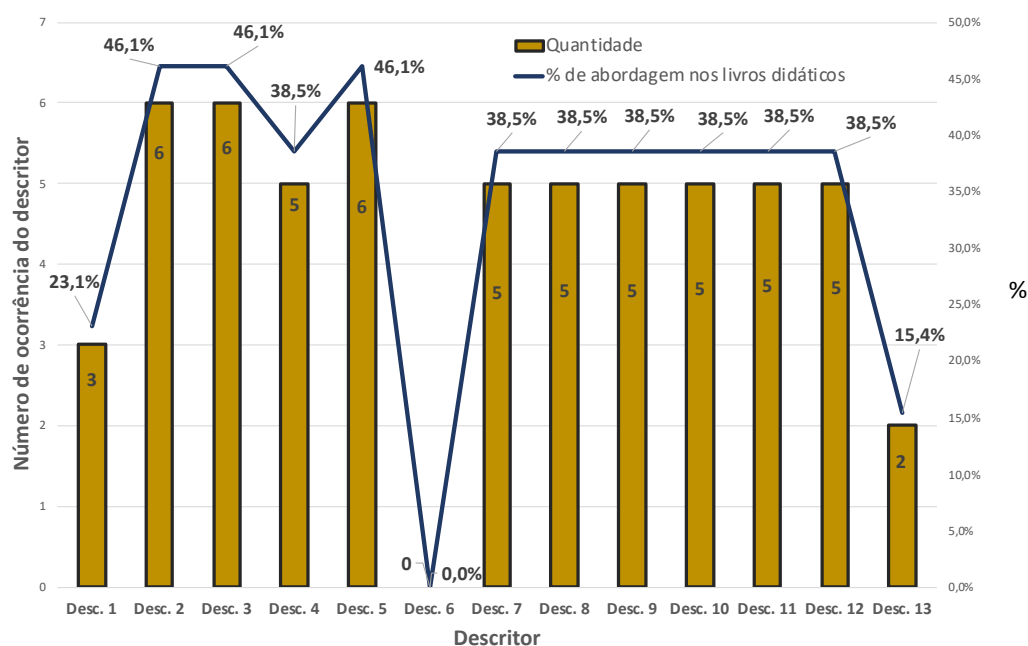
Sob o ponto de vista ambiental, esse entendimento corrobora as concepções e características de uma educação voltada para uma economia verde, buscando, dessa forma, uma mudança no comportamento e permitindo aos estudantes, uma participação voltada para uma economia de baixo consumo de carbono, eficiente em recursos e socialmente inclusiva. Na Química, esse modelo de uma economia verde tem sua estrutura alicerçada pela Química Verde (RAMOS, 2009). Assim, os impactos negativos que atingem a natureza, em decorrência dos abusos e danos provocados pelas ações do homem, tendem a ser minimizados pela aplicação das ações e princípios da Química Verde (LENARDÃO *et al*, 2003).

A partir desse contexto, os princípios e as aplicações da Química Verde encontram-se contidos nas orientações CTSA. Autores como Nascimento *et al*. (2018) e Almeida *et al*. (2019) discutem sobre a necessidade de inserção da abordagem CTSA nos livros didáticos, o que poderia proporcionar um maior significado às disciplinas de ciências, especificamente a de Química, promovendo aos estudantes uma discussão sobre os impactos ambientais causados pelo desenvolvimento científico e tecnológico, por exemplo.



Quanto aos descritores, é importante destacar aqueles que foram abordados com maior frequência nos livros didáticos investigados, pois, o entendimento do comportamento desses descritores na discussão do conteúdo catálise, pode representar um importante parâmetro para a compreensão de como as orientações CTSA são inseridas dentro do contexto dessa temática. A Figura 3 apresenta o número de ocorrência de cada um dos descritores e o seu percentual de abordagem nos livros didáticos analisados.

Figura 3 – Número de ocorrência e percentual de cada descritor abordado na discussão do tema catálise, nos livros didáticos analisados



Fonte: Elaborada pelos autores.

Considerando a ocorrência de cada um dos descritores, aqueles que estiveram mais presentes durante a discussão do conteúdo catálise nos livros didáticos foram: Desc. 2, Desc. 3 e Desc. 5, todos com cerca de 46% de atribuições em todos os livros didáticos analisados.

O LD. 3, por exemplo, apresenta a discussão do conteúdo catálise, fazendo uma contextualização histórica sobre a descoberta do processo catalítico e o início dos estudos e aplicações dos catalisadores no Brasil, além de abordar as aplicações dos catalisadores e inibidores, tanto inorgânicos, como orgânicos, conhecidos também como biocatalisadores, abordando a importância do caráter biodegradável dos materiais de limpeza. A discussão se encerra trazendo uma abordagem sobre a importância da Química Verde para a economia mundial, com relação ao desenvolvimento sustentável, evidenciando que todo processo de produção, seja industrial, ou agrícola, envolve a transformação da matéria, o que possibilita a utilização de processos catalíticos



nesses setores. O livro destaca ainda, o 9º dos 12 princípios da Química Verde, que se refere à catálise. Esse princípio envolve a ideia de que podemos reduzir o tempo de processamento de uma reação por meio de catalisadores, o uso dessas substâncias torna a reação mais rápida, diminuindo assim a formação de produtos indesejados.

Nesse contexto, o LD. 3 abordou 11 dos 13 descritores. Como exemplo, citamos o Desc. 3 que “Discute os impactos decorrentes da aplicação do conhecimento científico” e se encontra presente na discussão do conteúdo abordado, como mostra o trecho a seguir, extraído do livro.

LD. 3 (p. 166) (...) Um grande problema ambiental preocupa os ambientalistas: o consumo pela sociedade moderna de grandes quantidades de materiais e de energia. A raiz para a solução deste consumo exagerado, tem relação com a Química, Ciência que tem como objeto central de estudo, processos de transformações de materiais, que geram novas substâncias e energia. Para alcançar este objetivo da Química Verde, a catálise acaba sendo fundamental, para se alcançar os demais princípios, pois o uso de catalisadores, pode reduzir a quantidade de reagentes, auxiliar na síntese de produtos menos agressivos, aumentar a eficiência energética do sistema, evitar a formação de subprodutos indesejáveis e facilitar a degradação de substâncias tóxicas (grifo nosso).

A importância desse tema é fundamental para implantação das orientações CTSA no ensino da Química, pois parte de tudo que é consumido, será descartado (ALBARRACIN, 2016). Nessa perspectiva, o livro apresenta a importância dos impactos sociais e ambientais, a partir da aplicação do conhecimento científico na sociedade e apresenta, durante a discussão do conteúdo catálise, uma abordagem bastante alinhada com a química verde, quando se refere à utilização de catalisadores, como uma forma eficiente de aplicação do conhecimento científico (desenvolvimento de catalisadores), em prol da sociedade, e apresentando os catalisadores como substâncias capazes de reduzir os impactos causados principalmente no meio ambiente (PRADO, 2003).

Ainda nesse entendimento, o LD. 5 destaca a abordagem dos biocatalisadores, considerados catalisadores naturais, por se tratarem de compostos orgânicos, podem diminuir com mais eficiência a energia de ativação necessária, pois a velocidade das reações dos catalisadores enzimáticos em relação aos inorgânicos pode ser até vinte vezes maior. O livro abordou 10 dos 13 descritores, com 9 dos descritores atingindo os níveis satisfatórios de abordagens (2 ou 3), como por exemplo, o Desc. 5, “Aborda a Tecnologia como Fator para a Melhoria da Condição de Vida”, que se encontra bastante presente durante a discussão do conteúdo catálise, como mostra o trecho do livro a seguir.



LD. 5 (p. 134) (...) Uma das mais recentes tecnologias para tratamento biológico de efluentes, envolve a utilização de processos enzimáticos. Neste caso são utilizadas enzimas como a lignina peroxidase e a manganês peroxidase, que possuem a possibilidade de degradar um grande número de substâncias tóxicas e difíceis de serem eliminadas por outros métodos. As enzimas também vêm sendo utilizadas em diferentes áreas da agroindústria de alimentos, já que apresentam várias características interessantes, como o fato de serem compostos naturais, biodegradáveis e capazes de participar de reações específicas, sem produzir produtos secundários (grifo nosso).

Sobre a abordagem da tecnologia como fator importante para uma melhor qualidade de vida, é razoável destacar que o tema catalisadores se apresenta de forma transversal nos campos das ciências naturais, podendo ser discutido em diferentes ramos do conhecimento como a Agroindústria, Agropecuária, Agronomia, Indústria de Alimentos, Biologia e nas mais variadas áreas da Medicina (SOUZA e SANTOS, 2008). Assim, os processos catalíticos estão envolvidos em quase toda a cadeia produtiva, com a finalidade de otimização dos processos, reduzindo ao máximo a necessidade de descartes e contribuindo para a despoluição do planeta como um todo. Esses fundamentos devem ser inerentes ao processo de ensino e aprendizagem no âmbito escolar, e o livro didático, nesse contexto, se apresenta como uma das ferramentas a ser utilizada neste processo, de formação cidadã (PRADO, 2003).

Destacamos, nesse contexto, três dos doze princípios da Química Verde. O primeiro, evitar derivações desnecessárias, indica a utilização de algumas substâncias nos processos de síntese, os chamados bloqueadores, para impedir que uma reação química aconteça em mais de uma etapa; o segundo princípio é a própria Catálise, que envolve a ideia de redução do tempo de processamento de uma reação por meio de catalisadores – o uso destas substâncias torna a reação mais rápida, diminuindo assim a possibilidade de formação de produtos indesejados –; e, por último, mas não menos importante, o desenvolvimento de produtos degradáveis após o término de vida útil, que está relacionado à utilização de substâncias químicas que ao sofrerem degradação, transformem-se em substâncias inócuas e não reajam com nenhuma outra substância, isso representa um fator relevante para a melhoria da qualidade de vida da sociedade (LENARDÃO *et al.*, 2003).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conjunto de dados apresentados como resultado da análise de conteúdos abordados com orientações CTSA, nos livros didáticos de Química analisados, mostrou diferentes abordagens para o conteúdo catálise.



Os livros didáticos analisados, de um modo geral, abordaram 12 dos 13 descritores e tiveram suas abordagens quantitativamente mais relacionadas a três descritores. O descritor de número 2, que aborda a aplicação pela sociedade do conhecimento científico, é um descritor que deverá estar muito presente nos próximos materiais didáticos a serem elaborados, pois tem relacionamento direto com o objetivo da implantação das orientações CTSA, que é um envolvimento maior e consciente do educando, que será o futuro ator social, no que diz respeito a literacia do conhecimento científico e o domínio das tecnologias de uso no cotidiano para tomadas de decisões, tanto no dia a dia, como em situações de emergência que podem surgir.

A mudança de comportamento da sociedade, no que diz respeito à inserção das orientações CTSA, como cultura popular, é uma exigência da nova ordem mundial, apresentada e discutida em congressos, fóruns e seminários referentes ao tema, promovidos pela ONU e UNESCO, que exigem essa mudança através do sistema acadêmico, em todos os 194 países membros da organização. É sobre essa óptica que os materiais acadêmicos, principalmente os livros didáticos do ensino fundamental e médio, devem apresentar durante a discussão dos seus conteúdos, uma abordagem articulada com as orientações CTSA.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR-SANTOS, Deusivaldo; VILCHES, Amparo; BRITO, Licurgo Peixoto de. Importância Concedida à CTSA e Sustentabilidade em Revistas de Investigações Científicas Educacionais no Brasil e Espanha. *Indagatio Didactica*, [S. l.], v. 8, n. 1, 2016.

ALBARRACIN, ASTRID LORENA TORRES. **Biogás Oriundo de Resíduos Como Vetor Energético no Brasil**. 2016. - Universidade Estadual de Campinas, [s. l.], 2016. Disponível em: [http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/320768/1/Albarracin\\_AstridLorenaTorres\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/320768/1/Albarracin_AstridLorenaTorres_M.pdf)

ALMEIDA, Caroline Batistin Da Cruz *et al.* Uma análise do tema “drogas psicotrópicas” nos livros didáticos de Química do ensino médio do PNLD 2018 a partir da perspectiva CTSA. *In: 2019, Natal. XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XII ENPEC*. Natal: ABRAPEC, 2019. p. 1–9. Disponível em: <https://doi.org/10.37423/200300462>

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. **Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro**. [S. l.: s. n.]. v. 7E-book. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1516-73132001000100001>

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: educação é a base**. Brasília: Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica, 2017. E-book. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC\\_C\\_20dez\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNC_C_20dez_site.pdf).

CANTANHEDE, Severina Coelho da Silva. **Textos da Revista Ciência Hoje como Recurso Didático: Análise e Possibilidades de Uso no Ensino Médio de Química**. 2012. -



Universidade Federal de São Carlos, [s. l.], 2012.

CARNEIRO, Maria Helena da Silva; SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza. Livro Didático inovador e professores: uma tensão a ser vencida. **Revista Ensaio (Belo Horizonte)**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 101–113, 2005.

CECHIN, Marizete Righi; PILATTI, Luiz Alberto; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto. O livro didático de química e o movimento cts. *In*: 2016, Ponta Grossa. **V Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia (V SINECT)**. Ponta Grossa: [s. n.], 2016.

CORIO, Paola *et al.* A organização da ciência Química na visão de graduandos: um estudo utilizando mapas estruturais. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 76–97, 2012.

COSTA, Cláudio Fernandes da. O ENEM e o desenvolvimento de competências no contexto da educação para o trabalho e a cidadania. **TEIAS: Rio de Janeiro**, [S. l.], v. 5, n. 9–10, p. 1–10, 2004.

COSTA, Sueli; GUIMARÃES, Renata Mourão. Livros Didáticos para a Educação CTS e Suas Contribuições para a Participação Cidadã: O Olhar do Futuro Docente. *In*: 2014, Buenos Aires. **Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación**. Buenos Aires: [s. n.], 2014.

HAYNE, Luiz Augusto; WYSE, Angela Terezinha de Souza. Análise da evolução da tecnologia: uma contribuição para o ensino da ciência e tecnologia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [S. l.], v. 11, n. 3, p. 37–64, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/rbect.v11n3.5947>

JESUS, Maísa Pereira de. **Contextualização do ensino de Química por meio do enfoque CTS atrelado à pedagogia de Paulo Freire**. 2017. - Universidade Federal de Sergipe, [s. l.], 2017.

KRASILCHIK, MYRIAM. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 85–93, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0102-88392000000100010>

KRUGEL, Djiane Francine; ZANON, Lenir Basso. Livro Didático: um instrumento mediador da produção de conhecimento escolar. *In*: 2016, Ijuí. **Mostra interativa da produção estudantil em educação científica e tecnológica - MoEduCiTec**. Ijuí: [s. n.], 2016. p. 7–9.

LENARDÃO, Eder João *et al.* “Green chemistry” - Os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 123–129, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000100020>

LOPES, Alice R. C. Livros Didáticos: Obstáculos ao Aprendizado da Ciência Química. I - Obstáculos Animistas e Realistas. **Química Nova**, [S. l.], v. 15, n. 3, p. 254–261, 1992.

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 03, n. 1, p. 1–17, 2001. Disponível em: <http://www2.ufpa.br/ensinofts/artigo4/alfabetismociencia.pdf>

MACEDO, Maria Fernanda Gonçalves; BARBOSA, A. L. Figueira. Patentes Pesquisa & Desenvolvimento um manual de propriedade intelectual. **Patentes Pesquisa &**



**Desenvolvimento um manual de propriedade intelectual**, Rio de Janeiro, p. 164, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.7476/9788575412725>

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 147–157, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1516-73132003000200001>

MELO, Leonardo Wilezelek Soares de *et al.* Investigação do enfoque CTS em questões de provas do ENEM do quadro de ciências da natureza e suas tecnologias. **Espacios**, [S. l.], v. 38, n. 55, p. 18, 2017.

MOREIRA, Amanda Magagnin; AIRES, Joanez Aires Aparecida; LORENZETTI, Leonir. Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química. **ACTIO: Docência em Ciências**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 193, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/actio.v2n2.6825>

NASCIMENTO, Jemerson da Costa *et al.* A Avaliação da Aprendizagem na Abordagem CTSA : uma análise acerca dos livros didáticos para o ensino de Química. **International Journal Education and Teaching - PDVL**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 55–69, 2018. Disponível em: <https://doi.org/https://doi.org/10.31692/2595-2498.v1i01.33>

PEREIRA, Ana Bela. Manuais escolares: Estatuto e funções. **Revista Lusofona de Educacao**, [S. l.], v. 15, n. 15, p. 191–194, 2010.

PÉREZ, Daniel Gil; VILCHES, Amparo. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. **Revista Iberoamericana de educación**, [S. l.], v. 42, n. 42, p. 31–53, 2006.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. Ciência, Tecnologia e Sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 71–84, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s1516-73132007000100005>

PRADO, Alexandre G. S. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**, [S. l.], v. 26, n. 5, p. 738–744, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-40422003000500018>

RAMOS, Maria Adelaide Ferreira d’Almeida Capela. **Química Verde - Potencialidades e Dificuldades da Sua Introdução no Ensino Básico e Secundário**. 2009. - Universidade de Lisboa, [s. l.], 2009. Disponível em: [https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4100/1/ulfc095924\\_tm\\_Maria\\_Adelaide\\_Ramos.pdf](https://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/4100/1/ulfc095924_tm_Maria_Adelaide_Ramos.pdf)

RICHETTI, Graziela Piccoli. O enfoque CTS no curso de Pedagogia: problematizando o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. **Espaço Pedagógico**, [S. l.], v. 25, n. 2, p. 297–321, 2018. Disponível em: <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5335/rep.v25i2.8165>

RODRIGUES, Melissa Haag. **Imagens lidas & Palavras vistas: o papel mediador do livro didático para a criança**. 2009. - Universidade Estadual de Santa Catarina, [s. l.], 2009.

SAMPAIO, Danilo de Oliveira; GOSLING, Marlua. Comportamento do consumidor: da revolução do consumo à pós-modernidade. *In*: 2009, Salvador. **XI Colóquio Internacional sobre Poder Local, Desenvolvimento e Gestão Social de Territórios**. Salvador: [s. n.], 2009.



Disponível em: <https://doi.org/10.13140/2.1.4296.8323>

SANTOS, Maximiller Souza. **Análise Histórico-Crítica dos Livros Didáticos de Química Aprovados no PNL D 2015**. 2017. - Universidade Federal da Bahia e Universidade Estadual de Feira de Santana, [s. l.], 2017.

SIMABUKULO, Lucas Antonio Nizuma *et al.* **Energia, Industrialização e Modernidade - História Social**. [s. l.], 2006. Disponível em: <http://www.museudaenergia.org.br/media/63129/03.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2020.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**. 10ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2015. *E-book*.

SOUZA, Fábio Lustosa; SANTOS, Ana Cristina S. dos. Interdisciplinaridade e Ensino de Físico-Química para os Cursos de. *In:* 2008, Curitiba. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ)**. Curitiba: [s. n.], 2008.

SOUZA, Mariana Cristina Moreira; ALMEIDA, Sheila Alves de. O livro didático como instrumento para o desenvolvimento de um ensino de Ciências por investigação. *In:* 2013, Águas de Lindóia. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. Águas de Lindóia: [s. n.], 2013. p. 1–8. Disponível em: <http://www.nutes.ufrr.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0545-1.pdf>

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O Livro Didático de Ciências no Ensino Fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 93–104, 2003.

VAZ, Caroline Rodrigues; FAGUNDES, Alexandre Borges; PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel. O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: Uma Revisão. *In:* 2009, **I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. [S. l.: s. n.] p. 98–116. Disponível em: [http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/1\\_CTS/CTS\\_Artigo8.pdf](http://www.sinect.com.br/anais2009/artigos/1_CTS/CTS_Artigo8.pdf).

VERCEZE, Rosa; SILVINO, Eliziane. O Livro Didático E Suas Implicações Na Prática Do Professor Nas Escolas Públicas De Guajaráz-Mirim. **Revista Práxis Educacional**, [S. l.], v. 4, n. 4, p. 83–102, 2008. Disponível em: <http://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/562/456>

VILCHES, Amparo; PEREZ, Daniel Gil; PRAIA, João. De CTS a CTSA: educación por un futuro sostenible. *In:* **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. p. 460. *E-book*.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 84–91, 2013.

ZANOTTO, Ricardo Luiz; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggatto; SAUER, Elenise. Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares. **Ciência & Educação (Bauru)**, [S. l.], v. 22, n. 3, p. 727–740, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320160030011>





# Terra de Pretos

**Revista Multidisciplinar**

ISSN 2675-7028

## AGRADECIMENTOS DOS AUTORES

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA/Campus Codó, à Universidade Federal do Maranhão – UFMA/Campus Codó e ao Grupo de Pesquisa em Ensino de Química do Maranhão – GPEQUIMA.