

O ensino de química CTS e a PHC: análise acerca dos bioplásticos como práticas sustentáveis

Beatriz Steffanie Gomes da Silva¹, Daiane Maria Barbosa dos Santos², Lucas da Silva Cesário³, Willyane Camille Santana dos Santos⁴, Ruth do Nascimento Firme⁵

¹Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/Brasil)

²Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/Brasil)

³Graduado em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/Brasil)

⁴Graduada em Licenciatura Plena em Química pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/Brasil)

⁵Doutora em Educação pela Universidade Federal de Pernambuco, Professora do Departamento de Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE/Brasil)



CTS chemistry teaching and historical-critical pedagogy: Analysis of bioplastics as sustainable practices

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Ensino de Química; Abordagem CTS; Pedagogia Histórico-Crítica; Bioplásticos.

Key words:

Chemistry teaching; CTS approach; Historical-Critical Pedagogy; Bioplastics

E-mail: beatriz.steffanie@ufrpe.br



ABSTRACT

In this research we intend to analyze cathartic processes experienced by 20 students in the 2nd year of high school at a public school in the Metropolitan Region of Recife, Pernambuco, during a pedagogical intervention based on the CTS approach and Historical-Critical Pedagogy in teaching chemistry focused on practice social "Bioplastics as sustainable practices". The qualitative research was developed through the Pedagogical Residency Program and was carried out in three stages: planning, execution and data analysis. The results showed cathartic experiences among the students, while their understandings regarding social practice were more elaborate. Thus, the results corroborate the articulation of the STS approach and Historical-Critical Pedagogy and reinforce the approach to social issues related to science and technology through pedagogical practices that constitute instruments of social transformation for a sustainable future

INTRODUÇÃO

Segundo Bouzon et al. (2018), a Química ainda é tomada como uma disciplina de difícil compreensão e essa dificuldade pode ser atribuída, em parte, a uma abordagem descontextualizada e fragmentada dos conteúdos desenvolvida à margem de situações que ocorrem no dia a dia dos estudantes.

Nesse sentido, destacamos a relevância de abordagens contextualizadas para o ensino de Química como "forma de ensinar aos estudantes a aplicação dos conceitos científicos em diferentes contextos" (WARTHA, 2023, p. 6). Segundo Wartha (2023), por meio da relação dialética entre texto e contexto, os estudantes podem compreender os conceitos científicos mais amplamente,

aplicando-os em contextos diversos, e não apenas em contextos específicos, como, por exemplo, os experimentos.

Uma alternativa para o desenvolvimento do ensino de Química contextualizado, ou seja, que discuta os conteúdos químicos em diferentes contextos, é a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS). Isso porque, segundo Aikenhead (2009), essa abordagem envolve questões sociais relacionadas à ciência e à tecnologia. Para Santos (2011, p. 38), a abordagem CTS propõe a superação do “modelo consumista movido pela lógica do lucro independente de suas consequências socioambientais”. É nessa perspectiva, que Firme e Silva (2024), por exemplo, além de considerarem outros aspectos, destacam aproximações entre a abordagem CTS e a Pedagogia Histórico-Crítica (PHC), uma vez que um dos objetivos da PHC é o de “colocar a educação a serviço da superação da sociedade capitalista” (DUARTE, 2019, p. 23).

Para Saviani (2019), a PHC, articulada com forças emergentes da sociedade, busca constituir-se como instrumento com vistas à transformação social. Nessa perspectiva, este autor propõe um método constituído por cinco momentos articulados dialeticamente, a saber: prática social como ponto de partida; problematização; instrumentalização; catarse; prática social como ponto de chegada. Na intervenção pedagógica fundamentada na abordagem CTS e na PHC desenvolvida para esta pesquisa, optamos pela prática social “Bioplásticos como práticas sustentáveis”, considerando por exemplo, que ações antrópicas, como a “disposição inadequada dos resíduos sólidos, principalmente os feitos de plástico”, têm contribuído para diferentes impactos ambientais (SILVA; SANTOS; SILVA, 2013, p. 2684). Nesse sentido, destacamos a relevância dessa prática social, dado que os bioplásticos são alternativas para minimizar os danos causados pelos plásticos convencionais no meio ambiente.

Bioplásticos “são plásticos produzidos com fontes renováveis ou não renováveis” que têm uma taxa maior de biodegradabilidade (ARANTES et al., 2024, p. 1). De acordo com Jones (2020), a European Bioplastics adota a seguinte classificação para os bioplásticos: biodegradáveis e produzidos por fontes renováveis; biodegradáveis e produzidos por fontes não renováveis; e não biodegradáveis produzidos por fontes renováveis. Os bioplásticos são projetados para terem menor impacto ambiental em comparação aos plásticos tradicionais. Nesse sentido, existem muitos tipos e variedades de bioplásticos, alguns deles consolidados no mercado e comumente utilizados pela população, como, por exemplo, filmes bioplásticos para os mais diversos usos, tais como as sacolas biodegradáveis (bio-sacos) “para compras e coleta de lixo” (RUGGERO et al., 2019, p. 960).

A substituição dos plásticos convencionais pelos bioplásticos traz benefícios ambientais e socioeconômicos significativos. Além disso, os bioplásticos, feitos de biomassa vegetal, reduzem a poluição atmosférica e marinha, mitigam emissões de gases de efeito estufa e lidam com a acumulação de resíduos sólidos nos oceanos através de compostagem ou reciclagem, e economicamente, promovem a independência do petróleo e geram mais empregos (AMORIM, 2019).

Nas pesquisas em ensino de Química, poucos trabalhos discutem a articulação entre a abordagem CTS e a PHC. A partir de um breve mapeamento sobre essa articulação, entre os trabalhos identificados, temos o de Silva (2018) que identificou princípios epistemológicos, teóricos e estratégicos em proposições didáticas desenvolvidas na Educação Científica com Orientação CTS (EOCTS) considerando aproximações com a PHC, o de Patino e Bulhões (2023) que buscou

estabelecer pontos de afastamento e de aproximações entre as linhas educacionais CTS e PHC e o de Firme e Silva (2024) que analisaram uma sequência de ensino-aprendizagem com abordagem CTS a partir de pressupostos da PHC.

Adicionalmente, nenhum desses trabalhos teve como objeto de investigação a catarse. Olhar para os processos catárticos que ocorrem no âmbito de intervenções pedagógicas no ensino de Química fundamentado na abordagem CTS e na PHC, nos parece um objeto de investigação pertinente, dado que é a catarse uma categoria central “no modo como essa perspectiva pedagógica orienta a prática educativa [...]” (CARDOSO; MARTINS, 2014, p. 150).

Vale ressaltar que, embora o foco da prática social adotada nesta pesquisa esteja voltado para questões ambientais, adotamos o acrônimo CTS e não o acrônimo CTSA, considerando que o primeiro é mais recorrente na literatura da área. A partir das considerações tecidas, nesta pesquisa temos o objetivo de analisar processos catárticos vivenciados por estudantes do Ensino Médio no desenvolvimento de uma intervenção pedagógica fundamentada na abordagem CTS e na Pedagogia Histórico-Crítica tendo os “Bioplásticos como práticas sustentáveis” como prática social.



A ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS)

Nos anos 50 e 60 do século XX, os trabalhos intelectuais, como o da Rachel Carson que denunciava agravamento de problemas ambientais decorrentes de processos industriais, as questões relativas às armas nucleares, o monopólio de uma elite que tinha o controle sobre o conhecimento científico, o medo e a frustração da sociedade pelos excessos tecnológicos, e os trabalhos intelectuais que desafiaram, na década de 70, os valores materialistas da civilização industrial, dentre outros aspectos, criaram o contexto propício para o surgimento do Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) (WAKS, 1990).

O Movimento CTS ocorreu como uma reação ao cientificismo predominante, que atribuía um valor intrínseco à ciência e depositava uma fé cega em seus resultados positivos (SANTOS; MORTIMER, 2001). Sob essa visão, a ciência era considerada uma atividade neutra, controlada por um grupo exclusivo de especialistas que a conduziam de forma desinteressada e autônoma em busca de um conhecimento universal, sem se responsabilizar pelas consequências ou usos inadequados (SANTOS; MORTIMER, 2001). A crítica a essas ideias impulsionou uma nova abordagem na filosofia e sociologia da ciência, que passou a reconhecer as limitações, responsabilidades e interconexões dos cientistas, destacando a ciência e a tecnologia como processos sociais (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Considerando que a ciência não é neutra, Santos e Mortimer (2001) afirmam que há necessidade de um controle social sobre a atividade científica, o que, em uma perspectiva democrática, implica a participação crescente da população nas decisões relacionadas à ciência e tecnologia. Essa necessidade de envolvimento público no controle da ciência e tecnologia influenciou uma mudança nos objetivos do ensino de ciências, como, por exemplo, buscar a preparação dos estudantes para atuarem como cidadãos engajados no controle social da ciência (SANTOS; MORTIMER, 2001).

Em Auler (2002, p. 31) estão apresentados objetivos do Movimento CTS no campo educacional, dentre os quais, destacamos, por exemplo, os de “promover o interesse dos

estudantes em relacionar a ciência com as aplicações tecnológicas e os fenômenos da vida cotidiana; abordar o estudo daqueles fatos e aplicações científicas que tenham uma maior relevância social; [...]”. Vale ressaltar que a integração do Movimento CTS no campo educacional é identificada nesta pesquisa como abordagem CTS.

Para Waks (1994), a abordagem CTS é vista como uma iniciativa voltada para promover uma educação científico-tecnológica abrangente, cujo objetivo é capacitar os cidadãos para tomarem decisões responsáveis sobre questões tecnológicas relevantes na sociedade contemporânea. É nesse sentido que Alves Cabral et al (2024, p. 41) destacam “a relevância de promover uma educação científica que possibilite a percepção crítica dos estudantes em relação aos aspectos científicos, sociais e tecnológicos”.

Por fim, Santos (2012), citando autores como López e Cerezo (1996), caracteriza a abordagem CTS no ensino de ciências como a inter-relação entre os três elementos da tríade (Ciência, Tecnologia e Sociedade), além de apontar que na proposta de currículo CTS, os conteúdos científicos e tecnológicos são explorados em conjunto com a análise de seus contextos históricos, éticos, políticos, ambientais e socioeconômicos.

A PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA (PHC)

A Pedagogia Histórico-Crítica (PHC) é uma teoria pedagógica desenvolvida por Dermeval Saviani, no final da década de 1970, que surge como resposta às tendências pedagógicas crítico-reprodutivistas (PATINO; BULHÕES, 2023; SANTOS, 2018). Distinta dessas abordagens, a PHC adota um método de orientação crítica, sem ser reprodutivista (SAVIANI, 2019). Trata-se de uma tendência pedagógica que busca capacitar os alunos a compreenderem de forma crítica o contexto em que estão inseridos, através das práticas sociais, e a agirem de forma transformadora sobre ele, valendo-se da educação como instrumento de mudança (SILVA et al., 2023).

Segundo Saviani (2019, p. 75), a PHC entende a “educação como uma atividade mediadora no seio da prática social global” e nesse sentido, o processo de educação tem a prática social como ponto de partida e chegada. O processo educativo se constitui como mediação que promove a passagem dos estudantes de uma situação acrítica e não intencional para uma situação crítica e intencional, por meio da tomada de consciência dos problemas da prática social, da apropriação de instrumentos teóricos e práticos para a compreensão e solução desses problemas (SAVIANI, 2019).

O método da PHC é constituído por cinco momentos, articulados dialeticamente, a saber: prática social como ponto de partida; problematização; instrumentalização; catarse e prática social como ponto de chegada. Segundo Saviani (2019), a prática social, como ponto de partida, é considerada uma prática comum a professores e alunos, porém vivenciada de maneira diferente por eles, enquanto o professor tem uma compreensão sintética, os estudantes possuem uma compreensão sincrética da prática social; a problematização, por sua vez, consiste em identificar as questões que requerem resolução dentro da prática social e como a educação pode contribuir para encontrar as soluções adequadas; a instrumentalização compreende a utilização de instrumentos teóricos e práticos essenciais para lidar com os problemas identificados na prática social; a catarse se refere à culminância do processo pedagógico, marcado pela incorporação dos instrumentos

como parte integrante da vida dos estudantes; e a prática social, como ponto de chegada, representa a compreensão sintética da prática social pelos estudantes (SAVIANI, 2019).

De acordo com Cardoso e Martins (2014, p. 152), é esperado pela PHC que, por meio da educação, seja alterada a “qualidade da inserção dos homens na prática social global”. Nessa perspectiva, segundo esses autores, é por meio do processo educativo que os homens modificam suas relações na e com a prática social.

A CATARSE COMO CATEGORIA CENTRAL DA PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA

Para Saviani (2019, p. 75), a catarse é a “incorporação na própria vida dos alunos dos elementos constitutivos do trabalho pedagógico”. É nesse sentido que os momentos do método da PHC se articulam dialeticamente para que o processo educativo atinja a catarse. Entretanto, segundo Duarte (2019, p. 20), é necessário evitar uma visão estática da catarse, relativa a um determinado momento no qual o movimento é encerrado, dado que “se, por um lado, a catarse é um salto qualitativo como resultado de um processo, por outro lado, isso marca o início de novos desenvolvimentos que irão ocorrer numa condição distinta da anterior”.

Segundo Cardoso e Martins (2014, p. 153):

A catarse na PHC não poderá ser reduzida a um momento isolado do processo educativo, que ocorre de modo mecânico após a instrumentalização, mas, ao contrário, atingirá a plena expressão na relação dialética que estabelece com as diversas dimensões e momentos da prática educativa, sendo ela própria produtora de uma nova prática social, de novos problemas a serem superados e gerando a necessidade de incorporação de novos conhecimentos que deem conta das históricas contradições da realidade (CARDOSO; MARTINS, 2014, p. 153).

Galvão et al. (2019, p. 114) corroboram a relação dialética entre os momentos do método da PHC considerando que “a prática social é catarse e a catarse é também prática social”. Isso porque a prática social universal só se concretiza quando o indivíduo a incorpora por meio da catarse e essa incorporação, resultado da catarse, é a expressão singular da prática universal. Portanto, “o trabalho educativo consiste no ato de produzir, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida historicamente pelo conjunto dos homens” (SAVIANI, 2019, p. 41).

APORTE METODOLÓGICO

Esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito das atividades do Programa de Residência Pedagógica do Núcleo Química de uma universidade pública federal. O Programa de Residência Pedagógica é um programa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, cujo objetivo, dentre outros, é incentivar a pesquisa colaborativa e a produção acadêmica com base nas experiências vivenciadas em sala de aula (CAPES, 2023).

Nesta pesquisa adotamos a abordagem qualitativa dos dados, visto que, de acordo com Minayo et al. (2002), uma pesquisa de cunho qualitativo se concentra em aspectos específicos e subjetivos, explorando um universo com diversos significados, que representam uma camada mais profunda da realidade social. Portanto, os dados não podem ser quantificados de forma direta, pois

exigem uma abordagem interpretativa e contextualizada para compreender as complexidades das relações, dos processos e fenômenos sociais (MINAYO et al., 2002).

As pesquisas do tipo Intervenção pedagógica são aquelas aplicadas com o objetivo de “contribuir para a solução de problemas práticos” (DAMIANI et al., 2013, p. 58). Nesse sentido, nesta pesquisa buscamos, por meio de uma intervenção pedagógica fundamentada na abordagem CTS e na PHC, contribuir para o desenvolvimento de uma compreensão mais elaborada pelos estudantes acerca da prática social “Bioplásticos como práticas sustentáveis”, em suas dimensões científica, tecnológica e social.

O contexto da pesquisa foi uma escola pública da Região Metropolitana do Recife, estado de Pernambuco, com a participação de 20 estudantes do 2º ano do Ensino Médio. O estudo foi realizado em três etapas metodológicas: 1) planejamento da intervenção pedagógica; 2) desenvolvimento da intervenção pedagógica; 3) análise dos dados.

A intervenção pedagógica foi estruturada em dois encontros, cada um com duas horas de duração. No primeiro encontro ocorreu a apresentação e problematização da prática social a ser abordada - Bioplásticos como práticas sustentáveis. Os objetivos desse primeiro encontro foram identificar as concepções prévias dos estudantes sobre bioplásticos e práticas sustentáveis e problematizar os plásticos convencionais na perspectiva dos impactos ambientais e sociais do consumo e descarte. Os estudantes foram divididos em 4 grupos para a apresentação da prática social por meio de slides. Em seguida, cada grupo recebeu uma folha de anotações para responder ao seguinte questionamento: O que vocês conhecem e entendem como bioplásticos e práticas sustentáveis, e sobre a relação entre eles? Posteriormente, iniciou-se a problematização da prática social a partir da exibição de um vídeo¹ que aborda aspectos como impactos, quantidade de lixo produzido e a durabilidade dos plásticos convencionais. Após a exibição do vídeo, foi conduzida uma discussão a partir dos seguintes pontos: o bioplástico é uma alternativa para minimizar ou cessar os impactos provocados pelo plástico? o uso do bioplástico é visto com frequência no dia a dia? por que, mesmo sabendo que o bioplástico é uma prática sustentável viável, o plástico continua sendo muito utilizado e os impactos não diminuem?

O segundo encontro teve como objetivo instrumentalizar os estudantes para lidarem com as questões levantadas no momento da problematização da prática social. Nesse sentido, a instrumentalização contemplou as dimensões: científica (reação de polimerização (PET), tipos de polímeros sintéticos e naturais, durabilidade do plástico e bioplástico); tecnológica (o método de produção e custo-benefício do bioplástico); e social (impactos positivos e negativos referentes à tecnologia bioplástico com ênfase na relação custo-benefício do uso e dos investimentos da produção). Portanto, inicialmente, foi realizada uma aula expositiva dialogada sobre os temas indicados nas três dimensões científica, tecnológica e social. E em seguida, foi solicitada, aos grupos de estudantes, a elaboração manual de um folder que contemplasse os temas abordados na aula. Para a confecção do folder foi apresentada aos grupos os tópicos constitutivos: definição de bioplásticos; diferença entre plásticos convencionais e bioplásticos; impactos; exemplos de

¹ “Os impactos do plástico na natureza”, disponível no YouTube (<https://youtu.be/N2CpNQpF2dA?si=S0auBjNBksaeUWAj>).

bioplásticos; conteúdos químicos envolvidos. Os desenhos e as artes ficaram por conta dos grupos de forma livre. A título de ilustração, apresentamos na Figura 1 as capas dos folders elaborados pelos grupos.

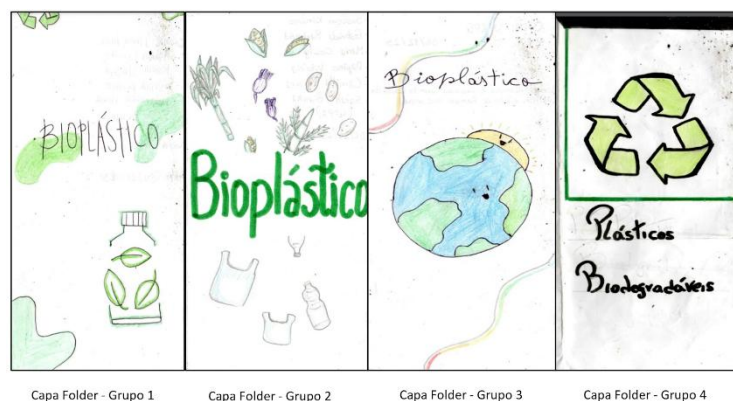


Figura 1 - Capas dos folders elaborados pelos grupos. **Fonte:** Autores.

As respostas dos grupos ao questionamento (O que vocês conhecem e entendem como bioplásticos e práticas sustentáveis, e sobre a relação entre eles?) posto no momento da problematização e os textos constitutivos dos folders elaborados pelos estudantes no momento da instrumentalização, constituíram os dados deste estudo. Para as análises, as respostas dos grupos e os textos dos folders foram lidos criteriosamente. Quanto às respostas dos grupos, a análise foi voltada para a compreensão de bioplásticos e de práticas sustentáveis e a relação entre eles. Quanto aos textos dos folders elaborados pelos grupos, a análise foi voltada para definição de bioplásticos, a diferença entre plásticos convencionais e bioplásticos e os impactos gerados pelos bioplásticos.

RESULTADOS

Inicialmente, analisamos as respostas dos grupos de estudantes para o questionamento posto no primeiro encontro da intervenção pedagógica (momento da problematização) e, em seguida, analisamos os textos constitutivos dos folders elaborados pelos estudantes no segundo encontro da intervenção pedagógica (momento da instrumentalização).

Quanto ao questionamento – O que vocês conhecem e entendem como bioplásticos e práticas sustentáveis, e sobre a relação entre eles? –, as respostas dos grupos foram:

Grupo 1: “Bioplásticos são plásticos que são mais fáceis de degradar, que são feitos com recursos naturais. Reduzir o uso de plásticos eles se relacionam na questão de repensar o descarte”.

Grupo 2: “Bioplásticos são plásticos biodegradáveis (feitos de materiais orgânicos) por causa disso, não agredem o meio ambiente”.

Grupo 3: “Os bioplásticos são um método mais sustentável para o meio ambiente pois se degradam com o tempo”.

Grupo 4: “Bioplásticos são plásticos que são feitos de matéria orgânica e se decompõem naturalmente, já as práticas sustentáveis buscam a sustentabilidade do meio ambiente”.

A partir das respostas dos diferentes grupos de estudantes, observamos que o grupo 1 compreende como bioplásticos aqueles com facilidade de degradação por serem constituídos de

recursos naturais e como práticas sustentáveis, a redução do uso de plásticos refletindo na questão do descarte desses materiais. O grupo 2, em sua resposta, expressa uma compreensão de bioplásticos como plásticos biodegradáveis que são constituídos de materiais orgânicos, destacando que esses não agredem o meio ambiente. Para o grupo 3, os bioplásticos são sustentáveis para o meio ambiente, pois são degradados com o tempo. E o grupo 4 expressa uma compreensão de bioplásticos como plásticos constituídos de matéria orgânica que se decompõem naturalmente e as práticas sustentáveis são aquelas que buscam a sustentabilidade do meio ambiente.

Em síntese, podemos dizer que os grupos 1, 2, 3 e 4 compreendem bioplásticos a partir da degradação deles. Os grupos 1, 2 e 4 consideram também a constituição (recursos naturais, materiais orgânicos e matéria orgânica) como característica dos bioplásticos. Quanto à compreensão de práticas sustentáveis, essas foram associadas à redução do uso de plásticos (grupo 1), a não agressão ao meio ambiente (grupo 2), à degradação dos bioplásticos (grupo 3) e à sustentabilidade do meio ambiente (grupo 4).

Entretanto, apenas o grupo 3 expressou uma compreensão da relação entre os bioplásticos e as práticas sustentáveis, quando respondem que “Os bioplásticos são um método mais sustentável para o meio ambiente pois se degradam com o tempo”. Embora não tenha justificado essa relação, ou seja, o porquê dos bioplásticos serem sustentáveis por degradarem com o tempo.

Quanto aos folders elaborados pelos grupos, eles foram analisados considerando, a definição de bioplásticos, a diferença entre plásticos convencionais e bioplásticos, e os impactos gerados pelos bioplásticos. Em relação a esses aspectos, transcrevemos no Quadro 1 trechos dos textos dos grupos apresentados nos seus respectivos folders:

Quadro 1 - Trechos transcritos dos folders elaborados pelos grupos.

Grupos	Trechos transcritos
Grupo 1	São materiais plásticos que são fabricados a partir de fontes renováveis, que eles podem ser biodegradáveis, compostáveis, isso significa que eles podem se decompor mais fácil no ambiente reduzindo o impacto ambiental que os plásticos convencionais causam. A diferença está na origem dos materiais, os bioplásticos tendem a ser mais sustentáveis e biodegradáveis, contribuindo menos para a poluição ambiental com os plásticos tradicionais. Alto custo por ser um problema, por se tratar de uma tecnologia ainda em desenvolvimento e produzida em pequena escala e isso deixa o produto com o custo elevado. Dificuldade em descartar o material.
Grupo 2	Muitos materiais possuem uma pequena resistência por serem 100% orgânicos. Um material é considerado bioplástico se parcial ou totalmente de fonte renovável, ou seja, derivado de biomassa como milho, cana de açúcar, celulose etc. Os plásticos comuns têm um grande problema: são praticamente indestrutíveis. Os bioplásticos são feitos com fontes renováveis, podendo ser de origem natural ou sintética”. Os impactos são 1- alto custo, 2- dificuldade em descarte, 3- muitos materiais possuem uma pequena resistência por serem 100% orgânicos.
Grupo 3	Bioplástico é um tipo de plástico derivado de fontes renováveis, buscando reduzir os impactos ambientais. Plástico convencional é derivado do petróleo, não renovável; bioplástico vem de fontes renováveis como o amido de milho, e é muitas vezes biodegradável buscando ser mais sustentável.

	Ajudam a reduzir a dependência de recursos não renováveis, diminuem a emissão de gases de efeito estufa, e contribuem para a gestão sustentável de resíduos.
Grupo 4	<p>Bioplástico é um tipo de plástico feito de material orgânico e biodegradável usado como um substituto sustentável para o plástico comum.</p> <p>A diferença entre o plástico comum e o bioplástico é que os bioplásticos são menos persistentes ao meio ambiente, podendo ser biodegradados por bactérias, algas e fungos que os convertem em biomassa, dióxido de carbono e água, não gerando microplásticos. Diferente do plástico comum que é nocivo ao meio ambiente e demora anos para se decompor.</p> <p>Os impactos causados pelos bioplásticos são a redução do desmatamento e da poluição ambiental no geral.</p>

Fonte: Autores.

O grupo 1, havia mencionado, anteriormente, que os bioplásticos eram mais sustentáveis por se degradarem com o tempo, e no folder, expressou uma compreensão de que, por serem constituídos de fontes renováveis, serem biodegradáveis e se decomporem mais facilmente no ambiente, reduzem o impacto/poluição ambiental quando comparados com os plásticos. Adicionalmente, para além das questões ambientais, esse grupo mencionou impactos, tais como alto custo, tecnologia ainda em desenvolvimento, produção em pequena escala, e dificuldade para o descarte. Tais aspectos evidenciam a ampliação da compreensão do grupo 1 da relação dos bioplásticos como práticas sustentáveis.

O grupo 2, anteriormente, havia expressado uma compreensão de que os bioplásticos são biodegradáveis e não agredem o meio ambiente. No folder, embora tenha mencionado que os bioplásticos são parcialmente ou totalmente constituídos de fonte renovável (biomassa), como, por exemplo, do milho, podendo ser de origem natural ou sintética, geram impactos (alto custo, dificuldade de descarte e pequena resistência) e os plásticos comuns são praticamente indestrutíveis, não expressou, de forma mais explícita, nenhuma compreensão acerca da relação dos bioplásticos como práticas sustentáveis.

No grupo 3, houve uma ampliação da compreensão da relação dos bioplásticos como práticas sustentáveis. O grupo, anteriormente, havia estabelecido essa relação considerando apenas o tempo de degradação dos bioplásticos. Agora, passa a considerar que os bioplásticos são sustentáveis por serem derivados de fontes renováveis, reduzirem impactos ambientais e a dependência de recursos não renováveis, diminuir a emissão de gases de efeito estufa e contribuir na gestão sustentável de resíduos, diferentemente dos plásticos convencionais derivados do petróleo, não renovável.

O grupo 4 expressou uma compreensão acerca da relação dos bioplásticos como práticas sustentáveis, que antes não havia sido apresentada, à medida que considerou os bioplásticos como um substituto sustentável do plástico comum (prejudicial para o meio ambiente e demora anos para se decompor), devido à sua constituição, ao fato de serem biodegradáveis “por bactérias, algas e fungos que os convertem em biomassa, dióxido de carbono e água, não gerando microplásticos”, à redução do desmatamento e da poluição ambiental.

Portanto, quanto ao conceito de bioplásticos e à sua diferenciação dos plásticos convencionais, destacamos que os grupos 1 e 4 consideram a biodegradabilidade e a fonte renovável como características dos bioplásticos. Entretanto, os grupos 2 e 3 mencionaram, respectivamente, que o bioplástico pode ser parcial ou totalmente produzido de fonte renovável,

podendo ser de origem natural ou sintética (ou seja, nem todos os bioplásticos são produzidos de fontes renováveis); e que os bioplásticos muitas vezes são biodegradáveis (ou seja, nem todos os bioplásticos são biodegradáveis). As compreensões dos grupos 2 e 3 são mais coerentes do ponto de vista científico dado que os bioplásticos podem ser produzidos de fontes renováveis ou não renováveis e têm uma taxa maior de biodegradabilidade (ARANTES et al., 2024).

Adicionalmente, os grupos 1, 2 e 4 associaram os bioplásticos à biodegradabilidade. Sobre essa questão, é relevante destacar que os bioplásticos são considerados biodegradáveis quando eles, por meio da ação de microrganismos do ambiente, são transformados quimicamente em “produtos atóxicos, como água e dióxido de carbono” (JONES, 2020, p. 75). E é por isso que os bioplásticos produzidos a partir de fontes renováveis são mais suscetíveis de serem biodegradáveis.

DISCUSSÃO

A partir dos trechos dos textos dos folders dos grupos 1, 2, 3 e 4, podemos dizer que eles se apropriaram de conhecimentos científicos e de conhecimentos relacionados à tecnologia: bioplásticos, sustentável, fontes renováveis, biodegradação, plásticos, alto custo de produção dos bioplásticos, tecnologia ainda em desenvolvimento e produção em pequena escala (grupo 1); fonte renovável, biomassa, plásticos, alto custo de produção dos bioplásticos (grupo 2); bioplásticos, sustentável, fontes renováveis, recursos não renováveis, emissão de gases de efeito estufa, plásticos convencionais e petróleo como fonte não renovável (grupo 3); bioplásticos, sustentável, plástico, biodegradáveis, bactérias, biomassa, dióxido de carbono e microplásticos (grupo 4).

Segundo Duarte (2019, p. 16), “quando uma criança se apropria, por exemplo, da língua falada, sua visão de mundo dá um salto gigantesco, e isso seguramente pode ser considerado um processo catártico”. Nesse sentido, no caso desta pesquisa, podemos dizer que os processos catárticos ocorreram à medida que os estudantes se apropriaram dos conhecimentos científicos, dos aspectos tecnológicos e da linguagem científica, relativos à prática social “Bioplásticos como práticas sustentáveis”.

Os grupos 1, 3 e 4, conforme identificamos anteriormente, passaram a expressar novas compreensões dos bioplásticos como práticas sustentáveis, quando comparado às suas concepções iniciais, ou seja, os estudantes ampliaram suas compreensões sobre a prática social “Bioplásticos como práticas sustentáveis”.

Por exemplo, o grupo 4, para a questão posta no primeiro encontro da intervenção pedagógica (momento da problematização) – O que vocês conhecem e entendem como bioplásticos e práticas sustentáveis, e sobre a relação entre eles? – respondeu que “Bioplásticos são plásticos que são feitos de matéria orgânica e se decompõem naturalmente, já as práticas sustentáveis buscam a sustentabilidade do meio ambiente”. E na elaboração do folder, esse grupo expressou um salto qualitativo na sua compreensão acerca da relação bioplásticos e práticas sustentáveis ao colocarem que “Bioplástico é um tipo de plástico feito de material orgânico e biodegradável usado como um substituto sustentável para o plástico comum”. Nesse sentido, podemos dizer que esse salto qualitativo representa um processo catártico, considerando-o como “efetiva incorporação dos instrumentos culturais, transformados agora em elementos ativos de transformação social” (SAVIANI, 2019, p. 57).

Entretanto, o grupo 2, por sua vez, não expressou, de forma mais explícita, nenhuma mudança em compreensão acerca da relação dos bioplásticos como práticas sustentáveis, ou seja, acerca da prática social.

Nesta perspectiva, os grupos 1, 3 e 4, ao se apropriarem dos elementos culturais relativos aos conhecimentos científicos e a alguns aspectos tecnológicos no contexto da prática social “Bioplásticos como práticas sustentáveis”, vivenciaram processos catárticos, ou seja, expressaram compreensões mais elaboradas acerca dessa prática. Isso porque, para Cardoso e Martins (2014, p. 154), a catarse é “o processo que, por meio dessa incorporação efetiva do patrimônio cultural produzido historicamente, faz o indivíduo mudar qualitativamente a própria visão de mundo, ou seja, a visão de conceber, posicionar-se e agir na realidade”.

Em outras palavras, a relação dos estudantes com o conhecimento (conhecimentos científicos e aspectos tecnológicos) relativos à prática social “Bioplásticos como práticas sustentáveis”, foi modificada por meio do momento catártico ao tempo em que eles saíram “do sincretismo caótico inicial para uma compreensão sintética da realidade, relacionando-se intencional e conscientemente com o conhecimento” (MARSIGLIA, 2011, p. 26).

Nesse contexto, destacamos a relevância dos conhecimentos “clássicos” (fundamentais) colocada por Saviani (2019). Segundo ele, “o trabalho educativo consiste no ato de produzir, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida historicamente pelo conjunto dos homens”, e nesse processo, identificar os elementos culturais fundamentais (clássicos) é um dos objetos da pedagogia.

Dangió e Martins (2018, p. 60) corroboram essa discussão ao considerarem a importância da aprendizagem dos conhecimentos clássicos pelo cidadão, dado que o “saber sistematizado contém em si elementos científicos superiores para o conhecimento do cotidiano, instrumentalizando o ser humano em uma vivência mais consciente de seu entorno físico e social”.

Portanto, o estudante, ao se apropriar do conhecimento a ele ensinado sistematicamente pelo processo educativo, transforma sua consciência em diferentes graus, passando a “ser capaz de compreender o mundo de forma relativamente mais elaborada, superando, ainda que parcialmente, o nível do pensamento cotidiano ou, em termos gramscianos, o nível do senso comum” (DUARTE, 2019, p. 15).

Adicionalmente, devemos destacar, segundo Duarte (2019, p. 15), que a apropriação dos conhecimentos, por meio dos processos educativos, não tem um fim em si mesma, pelo contrário, é parte do processo mais amplo de formação humana, cuja “justificativa encontra-se, em última instância, na prática social”.

Nesse sentido, vale ressaltar que a apropriação e não a reprodução, pelos estudantes, de conhecimentos científicos e de alguns aspectos tecnológicos no contexto da prática social “Bioplásticos como práticas sustentáveis” é evidenciada quando eles, nos textos dos folders, inseriam aspectos sobre os impactos gerados pelos bioplásticos, para além da relação custo-benefício que foi priorizada na aula expositiva dialogada. Essa evidência foi identificada nos textos dos folders dos grupos 3 (redução da dependência de recursos não renováveis, diminuição da emissão de gases de efeito estufa e contribuição para a gestão sustentável de resíduos) e 4 (redução do desmatamento e da poluição ambiental no geral).



Contudo, devemos reforçar que os processos catárticos não são estanques. Isso porque, “se, por um lado, a catarse é um salto qualitativo como resultado de um processo, por outro lado, isso marca o início de novos desenvolvimentos que ocorrerão numa condição distinta da anterior” (DUARTE, 2019, p. 20).

Em síntese, se a abordagem CTS busca promover aos estudantes a compreensão de relações entre conhecimentos científicos e tecnológicos e questões sociais (ACEVEDO DÍAZ; ALONSO; MANASSERO-MAS, 2003) e capacitar os cidadãos para tomarem decisões responsáveis sobre questões tecnológicas relevantes na sociedade contemporânea (WAKS, 1994), podemos dizer que os estudantes, participantes desta pesquisa, em seus respectivos grupos, compreenderam relações entre os conhecimentos científicos, aspectos tecnológicos e impactos sociais e ambientais, e expressaram visões mais elaboradas, por meio da vivência da intervenção pedagógica, acerca da prática social “Bióplásticos como práticas sustentáveis”, evidenciando a ocorrência de seus processos catárticos. É nessa perspectiva que, para Saviani (2019), a prática social como ponto de partida e de chegada é e não é a mesma, dado que alteramos qualitativamente o modo de nos situarmos diante dela.

Contudo, devemos ressaltar, segundo Saviani (2019), que somos nós, agente sociais ativos, que podemos produzir uma alteração objetiva das práticas sociais. Logo, o ensino de Química CTS articulado à PHC, por exemplo, não vai transformar diretamente a prática social, mas, de forma indireta e mediata, poderá agir sobre os estudantes, que são os sujeitos dessa prática, dando-lhes condições para tomarem decisões responsáveis sobre questões tecnológicas relevantes na sociedade contemporânea (WAKS, 1994).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos apontam evidências da ocorrência de processos catárticos vivenciados pela maioria dos estudantes participantes da intervenção pedagógica desenvolvida para esta pesquisa. Tais processos refletiram em compreensões “novas” ou mais elaboradas acerca da prática social “Bióplásticos como práticas sustentáveis”.

Em outras palavras, é em busca de processos catárticos que podemos identificar novas formas de entendimento da prática social, a partir da apropriação de instrumentos teóricos e práticos, em termos não mais sincréticos e superficiais, e sim sintéticos e elaborados, conforme é proposta pela PHC. É nesse sentido que destacamos, como é posto pela PHC, a relevância do conhecimento sistematizado como uma necessidade para a formação da humanidade.

Portanto, os resultados desta pesquisa corroboram a articulação da abordagem CTS e da PHC, reforçando a relevância de práticas pedagógicas que abordam questões sociais relativas à ciência e à tecnologia e que contribuam para a formação de cidadãos conscientes e ativamente envolvidos na construção de um futuro sustentável.

Por fim, do ponto de vista pedagógico, vale destacar, no âmbito do desenvolvimento desta pesquisa, a dificuldade inicial dos estudantes em relacionarem conceitos científicos às questões sociais e ambientais. Contudo, essa dificuldade foi superada por meio da condução de um ensino contextualizado, característica inerente da abordagem CTS e da PHC.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro por meio das bolsas concedidas no âmbito do Programa de Residência Pedagógica, as quais foram fundamentais para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO DÍAZ, J. A.; ALONSO, A. V.; MANASSERO-MAS, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 2, p. 1-32, 2003.
- AIKENHEAD, G. S. **Educação científica para todos**. Portugal: Edições Pedagogo LDA, 2009.
- ALVES CABRAL, W.; CALDAS DE ÁVILA, B. C.; SOARES BOA MORTE, G. R.; MAIA DELLA SAVIA FREIRAS, R. M.. Caso simulado-CTS: Desafios da execução na formação inicial e possibilidades para o ensino de Química. **Educação Química em Punto de Vista**, v. 8, p. 30–43, 2024. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/eqpv/article/view/4530>
- AMORIM, D. P. D. L. Bioplásticos: benefícios sustentáveis e ascensão da produção. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, Minas Gerais, v. 9, n. 1, p. 85-99, 2019.
- ARANTES, G. C. A et al. Utilização do bagaço de malte para preparação de bioplásticos: uma proposta de economia circular ao setor cervejeiro. **Quim. Nova**, v. 47, n. 7, 1-6, 2024.
- AULER, D. **Interações Entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciências**. 2002. 248f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- BOUZON, J. D. et al. A O Ensino de Química no Ensino CTS Brasileiro: uma Revisão Bibliográfica de Publicações em Periódicos. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, 214-225, 2018.
- CAPES. Programa de Residência Pedagógica. *GOV.BR - Ministério da educação*, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-basica/programa-residencia-pedagogica>
- CARDOSO, M. M. R.; MARTINS, M. F. A catarse na pedagogia histórico-crítica. **Revista HISTEDBR On-Line**, v. 14, n. 57, p. 146-164, 2014.
- DAMIANI, M. F., ROCHEFORT, R. S., CASTRO, R. F. de., DARIZ, M. R., PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação**, n. 45, p. 57-67, 2013.
- DANGIÓ, M. C. dos S., MARTINS, L. M. **A alfabetização sob o enfoque histórico-crítico: contribuições didáticas**. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2018.
- DUARTE, N. A catarse na didática da pedagogia histórico-crítica. **Pro-Posições**, v. 30, p. 1–23, 2019.
- FIRME, R. N., SILVA, T. S. Análise de uma sequência de ensino-aprendizagem com abordagem ciência-tecnologia-sociedade à luz da pedagogia histórico-crítica. **Educación Química**, v. 35, n. 1, p. 77-90, 2024.
- GALVÃO, A. C., LAVOURA, T. N., MARTINS, L. M. **Fundamentos da didática histórico-crítica: na educação infantil e ensino fundamental**. Campinas, SP: Autores Associados, 2019.
- JONES, F. A promessa dos bioplásticos. **Revista Pesquisa Fapesp**, n. 290, p. 73-76, 2020.
- MARSIGLIA, A. C. G. **A prática pedagógica histórico-crítica**. Campinas, São Paulo: Autores Associados, 2011.
- MINAYO, M. C. S., DESLANDES, S. F., NETO, O. C., GOMES, R. (Eds.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade** (ed. 21). Rio de janeiro: Vozes, 2002.

PATINO, L. C., BULHÕES, G. S. Pedagogia histórico crítica e o enfoque ciência, tecnologia e sociedade no ensino de ciências: pontos de encontro e afastamentos. **Cadernos da Pedagogia**, v. 17, n. 39, p. 134-153, 2023.

RUGGERO, F., GORI, R., LUBELLO, C. Methodologies to assess biodegradation of bioplastics during aerobic composting and anaerobic digestion: A review. **Waste Management & Research**, v. 37, n. 10, p. 959-795, 2019.

SAVIANI, D. (2019). **Pedagogia Histórico-Crítica**: quadragésimo ano - novas aproximações. Campinas: SP: Autores Associados, 2019.

SANTOS, W. L. P. dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. In: Santos, Wilson L. P. dos; e Auler, Décio. (Orgs.). **CTS e Educação Científica**: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisas. Brasília: Editora UnB, p. 21-48, 2011.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia: revista de educação em ciências e matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 49-62, 2012.

SANTOS, W. L. P. MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, p. 95-111, 2001.

SILVA, A. J. da. **Aproximações da educação científica com orientação CTS e pedagogia histórico-crítica no ensino de química**. 2018. 346 f. Tese (Doutorado em Educação) — Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

SILVA, C. O., SANTOS, G. M., SILVA, L. N. The environmental degradation caused by the inadequate dispose of plastic packs: a case study. **Revista Eletrônica Em Gestão, Educação E Tecnologia Ambiental**, v. 13, n. 13, p. 2683–2689., 2013. <https://doi.org/10.5902/223611708248>

SILVA, P. A. da. et al. Saviani e a Pedagogia Histórico-Crítica: uma abordagem transformadora para a educação. **IOSR Journal of Humanities and Social Science (IOSR-JHSS)**, v. 28, n. 8, p. 1-9, 2023.

WAKS, L. J. Educación en ciencia, tecnología y sociedad: orígenes, desarrollos internacionales y desafíos intelectuales". In: MEDINA, M., y SANMARTÍN, J. Ciencia, tecnología y sociedad, Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública. Barcelona, Anthropol, p. 42-75, 1990.

WAKS, L. J. Value Judgment and Social Action in Technology Studies. **International Journal of Technology and Design Education**, v. 4, p. 35-49, 1994.

WARTHA, E. J. Ciência Como Linguagem: Do Contexto ao Texto e do Texto ao Contexto. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, e46123, p. 1–18, 2023.

RESUMO

Nesta pesquisa pretendemos analisar processos catárticos vivenciados por 20 alunos do 2º ano do ensino médio de uma escola pública da Região Metropolitana do Recife, Pernambuco, durante uma intervenção pedagógica baseada na abordagem CTS e na Pedagogia Histórico-Crítica no ensino de Química focado na prática social "Bioplásticos como práticas sustentáveis". A pesquisa qualitativa foi desenvolvida por meio do Programa de Residência Pedagógica e foi realizada em três etapas: planejamento, execução e análise dos dados. Os resultados mostraram experiências catárticas entre os estudantes, enquanto suas compreensões sobre a prática social foram mais elaboradas. Assim, os resultados corroboram a articulação da abordagem CTS e da Pedagogia Histórico-Crítica e reforçam a abordagem das questões sociais relacionadas à ciência e à tecnologia por meio de práticas pedagógicas que constituem instrumentos de transformação social para um futuro sustentável.

Palavras-chave: Ensino de Química; Abordagem CTS; Pedagogia Histórico-Crítica; Bioplásticos.

RESUMEN

En esta investigación pretendemos analizar los procesos catárticos vividos por 20 estudiantes del 2º año de secundaria de una escuela pública de la Región Metropolitana de Recife, Pernambuco, durante una intervención pedagógica basada en el enfoque CTS y la Pedagogía Histórico-Crítica en la enseñanza de la Química, enfocado a la práctica social “Bioplásticos como prácticas sustentables”. La investigación cualitativa se desarrolló a través del Programa de Residencia Pedagógica y se realizó en tres etapas: planificación, ejecución y análisis de datos. Los resultados mostraron experiencias catárticas entre los estudiantes, mientras que sus comprensiones de la práctica social eran más elaboradas. Así, los resultados corroboran la articulación del enfoque CTS y la Pedagogía Histórico-Crítica y refuerzan el abordaje de cuestiones sociales relacionadas con la ciencia y la tecnología a través de prácticas pedagógicas que constituyen instrumentos de transformación social para un futuro sostenible.

Palabras clave: Enseñanza de la Química; Enfoque CTS; Pedagogía Histórico-Crítica; Bioplásticos.

