



Matheus de Brito **REIS**¹
Universidade Federal de Mato Grosso do
Sul, Brasil.

Dália Melissa **CONRADO**²
Pesquisadora do INCT IN-TREE.
Universidade Federal da Grande
Dourados, Brasil.

Ademir de Souza **PEREIRA**³
Universidade Federal de Mato Grosso do
Sul e Universidade Federal da Grande
Dourados, Brasil.

Correspondência:

¹mateusbritoreis@gmail.com

²dalia.ufgd@gmail.com

³ademirpereira@ufgd.edu.br

Obsolescência Programada no Ensino de Ciências: reflexões no contexto da Educação CTSA

Programmed Obsolescence in science teaching: reflections in the context of STSE Education

RESUMO

Os muitos desafios contemporâneos associados à sustentabilidade ambiental decorrentes do excesso de lixo eletrônico e do consumismo. O tema da obsolescência programada, abordado numa perspectiva da educação CTSA, é uma oportunidade para uma formação crítica, ética e participativa. Nesse contexto, o presente trabalho teórico discutiu as possibilidades para se abordar a temática obsolescência programada como uma questão sociocientífica na perspectiva da educação CTSA para o ensino de ciências. Para isso, dialogamos com os principais trabalhos que relacionam o fenômeno da obsolescência programada e a educação científica e tecnológica, sugerindo e refletindo caminhos para uma atuação docente, em conformidade com a formação de cidadãos capazes de construir e manter sociedades sustentáveis.

Palavras-chave: Questões Sociocientíficas, Consumismo, Sustentabilidade; Ética; Lixo Eletrônico.

ABSTRACT

The many contemporary challenges associated with environmental sustainability result from excess electronic waste and consumerism. The theme of planned obsolescence, approached from a STSE education perspective, is an opportunity for critical, ethical, and participatory training. In this context, the present theoretical work discussed the possibilities for approaching the theme of planned obsolescence as a socio-scientific issue from the perspective of STSE education for science teaching. Thus, we dialogue with the main works that relate the phenomenon of planned obsolescence and scientific and technological education, suggesting and reflecting paths for teaching action, in accordance with the formation of citizens capable of building and maintaining sustainable societies.

Keywords: Socio-scientific Issues, Consumerism, Sustainability; Ethics; e-Waste.

Recebido em: 15/12/2023

Aprovado em: 27/04/2024



INTRODUÇÃO

Muito conhecimento tem sido gerado em torno do excesso de resíduos e suas consequências socioambientais (ex. Duarte *et al.*, 2020; Almeida *et al.*, 2015; Peixoto; Dantas, 2020). Contudo, mesmo após nove anos do estabelecimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), ainda presenciamos um aumento do lixo e do consumismo mundial (Souza; Medeiros, 2024).

Particularmente, o lixo eletrônico, que tem aumentado a cada ano, possui alguns agravantes: o crescimento da poluição ambiental mundial; o aumento de doenças relacionadas com o acúmulo dos resíduos de produção e descarte; a redução da matéria prima para a produção; os impactos à saúde resultantes da exposição aos componentes (como mercúrio, arsênio, zinco e chumbo); entre outros prejuízos tanto para o ambiente quanto para todos os seres vivos (Mhoti; Nhedzi; Mapira, 2023; Duarte *et al.*, 2020; Coelho; Haonat; Arantes, 2017).

No processo de formação de cidadãos, discutir sobre temas associados à construção e à manutenção de sociedades sustentáveis é essencial (Spazziani; Rumenos; Thomé, 2022; Hodson, 2018). A própria “Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável” orienta políticas públicas para essa construção, a partir da promoção de um mundo livre de pobreza, doenças, fome e privação; inclusive sugerindo metas específicas para assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis (ONU, 2018).

O Programa Nacional de Resíduos Sólidos

(PNRS), que surge em 2010, tem como principal objetivo, para a redução de resíduos no país, alcançar a não geração de resíduos sólidos (Brasil, 2010); contudo, essa ação prioritária é incipiente e não existem evidências de que os resíduos deixaram de ser descartados ou que pelo menos foram reduzidos (Brasil, 2022).

O PNRS ainda ressalta a importância do estímulo para que a produção, a distribuição e o consumo sejam repensados ou pelo menos que a geração de resíduos seja diminuída (Brasil, 2022). Porém, essa observação não foi suficiente para gerar resultados de impacto ambiental, já que os planos de gestão de resíduos no país ainda não são implementados de modo adequado, levando em conta os objetivos estimados (Duarte *et al.*, 2020; Maiello; Britto; Valle, 2018; Reis; Friede; Lopes, 2018; Coelho; Haonat; Arantes, 2017).

Podemos associar os problemas do excesso de produção, consumo e descarte com diferentes interesses de mercado, como por exemplo, o interesse no hiperconsumo (Souza; Medeiros, 2024). No passado, devido à necessidade de se aumentar o consumo de produtos, criou-se a ideia de Obsolescência Programada¹ (OP), a partir de estratégias para reduzir a vida útil de um produto para que o consumidor pudesse trocá-lo periodicamente (Oliveira; Carvalho, 2023; Almeida *et al.*, 2015).

Tendo em vista a insuficiente implementação de políticas públicas recomendadas pelo PNRS e também devido ao agravamento de problemas socioambientais relacionados com o excesso de

¹ O termo Obsolescência Programada é também encontrado na literatura como Obsolescência Planejada ou

Obsolescência Tecnológica, por isso, aqui consideramos como sinônimos.



resíduos descartados, torna-se fundamental abordar temas como a OP nas aulas, já que o fenômeno da OP estimula a produção desenfreada de bens de consumo e o descarte inadequado de resíduos sólidos.

A competência de número um da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) afirma que todo aluno de ensino médio deve ser capaz de analisar fenômenos com base nas interações entre matéria e energia e propor soluções que aperfeiçoem os processos produtivos (Brasil, 2018).

Na BNCC, cada competência inclui o desenvolvimento de habilidades específicas, entre as quais se destaca a capacidade do aluno em analisar os impactos na saúde e no meio ambiente relacionados a materiais tóxicos. Além disso, é esperado que o estudante apresente propostas de soluções para o descarte responsável desses materiais (Brasil, 2018).

Para Oliveira e Carvalho (2023) e Souza; Medeiros (2024), é necessário que o cidadão comum compreenda as questões econômicas e ambientais associadas à OP, ao hiperconsumo e às consequências do desperdício de recursos, entre outras externalidades negativas do processo de produção, sobretudo das mercadorias eletrônicas.

Nesse caso, ao debater em sala de aula os riscos ambientais relacionados com o descarte inadequado de materiais, além de relacionar e problematizar a contribuição da OP com os impactos ambientais da sociedade do consumo, o estudante terá condições de desenvolver habilidades que contribuem para alcançar a competência supracitada. Por exemplo, refletir

criticamente sobre a manipulação de propagandas para estimular o consumismo, ou mesmo sobre como ter comportamentos de consumo responsável visando benefícios individuais, sociais e ambientais (Wilkinson, 2017; Bencze *et al.*, 2019; Oliveira; Firme, 2022; Souza; Medeiros, 2024).

No contexto do Ensino de Ciências (EC), o tema da OP pode estar associado aos problemas socioambientais, o que é uma oportunidade para discutir sobre contaminação e poluição ambiental, capacidade de suporte do planeta, tempo de degradação dos diferentes tipos de materiais, questões de saúde, bem como a sustentabilidade e o valor da vida no planeta.

Desta forma, podemos perceber as possibilidades de utilizarmos o tema sobre OP para discutir interações entre ciência, tecnologia, sociedade, e ambiente (CTSA), já que todo o processo de produção, consumo e geração de resíduos (em especial o lixo eletrônico) afeta o meio ambiente e as relações humanas com a atual e com as próximas gerações; e, particularmente, é uma escolha da sociedade humana contemporânea continuar com práticas consumistas ou reduzir seu impacto ambiental negativo (Böck *et al.*, 2022; Oliveira; Firme, 2022). Nesse contexto, o uso de Questões Sociocientíficas (QSC) pode auxiliar na compreensão, na reflexão crítica e na tomada de decisão e ação visando a transformação de nossas relações com o meio natural (Hodson, 2018; 2020; Bencze *et al.*, 2019).

Considerando o agravamento dos problemas socioambientais referentes ao excesso de resíduos, e também considerando a possibilidade de se abordar OP no EC, visando objetivos educacionais



da BNCC relacionados a uma educação crítica para o consumo responsável, este trabalho buscou responder a seguinte questão de pesquisa: “Como a temática OP pode ser abordada no EC, considerando a perspectiva da educação CTSA?”

Nesse contexto, neste trabalho de caráter teórico tivemos como objetivo apresentar e discutir contribuições da abordagem sobre OP no EC, visando a melhoria da formação do cidadão, a partir da perspectiva educacional CTSA. Para isso, traçamos um diálogo entre os principais trabalhos da área de EC sobre o tema da OP, bem como a partir do ensino baseado em QSC, discutindo tendências, possibilidades e desafios para a área educacional.

OBSOLESCÊNCIA PROGRAMADA

O fenômeno da obsolescência programada (OP) tem sua origem em meados dos anos 1920, devida a organização do processo produtivo nos padrões do fordismo e taylorismo, onde um dos primeiros casos dessa prática foi o do cartel dos produtores de lâmpadas (Alves, 2021).

Conforme Conceição *et al.*, (2014), o conceito de obsolescência programada foi definido pela primeira vez nos Estados Unidos em 1932, por um investidor imobiliário, Bernard London. O plano de London era de acabar com a depressão econômica que o país sofria, fazendo com que todos os produtos tivessem o ciclo de vida interrompidos intencionalmente para que os consumidores voltassem a comprá-los; esse plano não foi aplicado pelas autoridades da época,

embora possamos considerar como uma fonte inspiradora para práticas contemporâneas (Oliveira; Carvalho, 2023).

Segundo Alves (2021), por volta de 1960, com as guerras, os bens de consumo duráveis se tornaram mais acessíveis aos trabalhadores das classes mais baixas, e a saturação no mercado com bens de consumo duráveis levou à OP.

A compreensão da OP na prática ocorreu quando um fabricante intencionalmente alterou um programa para causar uma redução da vida útil de um produto. Esse caso ocorreu em 1924, quando formou-se nos Estados Unidos um cartel de fabricantes de lâmpadas e foi criada uma normativa que determinava a vida útil de lâmpadas incandescentes em 1000 horas, enquanto as lâmpadas da época tinham uma vida útil de 3000 horas (Conceição; Conceição; Araújo, 2014; Oliveira; Carvalho, 2023).

Após a crise de 1929, o Estados Unidos passou por uma grande depressão econômica; com um aumento desenfreado da oferta e a falta da demanda, as indústrias começaram a frear drasticamente sua produção, gerando uma demissão de funcionários em massa, agravando ainda mais a crise que logo teve proporções globais (Conceição; Conceição; Araújo, 2014).

O modo de consumo da população estadunidense mudou no período pós-crise; antes de 1929, os cidadãos consumiam freneticamente, descartando os produtos antes mesmo de estragarem; após a crise de 29, a população passou a consumir com consciência e o descarte só ocorria em casos de extrema urgência (Monteiro, 2016).

Em 1932, Bernard London propôs que o



governo dos EUA adotasse a prática de estipular um prazo de vida para todos os produtos e, ao atingir esse prazo, a população deveria trocar seus bens com uma ajuda de custo do governo; com isso, London chegou a propor que o governo multasse as pessoas que continuassem a utilizar produtos fora do prazo estipulado (Conceição; Conceição; Araújo, 2014).

Nos tempos contemporâneos, as mercadorias são produzidas por demanda e com estoques mínimos; deste modo, a produção desenfreada passa a ser flexível, com bens personalizados e com uma maior variedade de produtos, atingindo todas as classes sociais (Alves, 2021).

Contudo, o excesso de produção e consumo de todo tipo de mercadoria tem gerado uma sobrecarga ambiental, o que aqui destacamos em relação ao lixo eletrônico e suas consequências já mencionadas (Almeida *et al.*, 2015; Coelho; Haonat; Arantes, 2017).

Para Monteiro (2016), a troca ou o desuso de um produto já não é mais determinada por o produto se tornar inútil ou obsoleto; atualmente, a troca ocorre devido a diversos fatores, como a mudança de formato, tamanho, aparência, funções e *status*. Oliveira e Carvalho (2023) complementam que o apelo psicológico para aumentar o desejo por um produto também influencia a prática da OP no mercado de consumo atual.

Também na década de 1960, nos Estados Unidos pós-guerra, o capitalismo começou a assumir um formato de acumulação flexível; assim, os bens de consumo duráveis passaram a ser acessíveis até para as classes mais baixas, sendo que

esse fenômeno levou à produção de mercadorias mais individuais, personalizadas e instáveis (Alves, 2021).

Alves (2021) ressalta que, na década de 1960, já existiam classificações para diferentes tipos de obsolescência, sendo elas: a) obsolescência de função, quando um produto se torna antiquado, pois surge um novo que executa melhor a mesma função; b) obsolescência de qualidade, quando um produto se desgasta ou quebra, geralmente em um prazo de tempo curto; c) obsolescência de deseabilidade, quando o produto ainda está em condições normais de função e qualidade, mas torna-se obsoleto no senso comum, por surgir um novo modelo com uma mudança de estilo, desvalorizando o modelo anterior.

Monteiro (2016) aponta uma grande dificuldade em unificar as diferentes correntes que debatem as classificações da OP, portanto o autor unifica diversas nomenclaturas e classifica a OP em seis tipos:

a) Obsolescência Programada Estrutural: Quando a troca do produto ocorre devido a falhas estruturais que não permitem o reparo, tendo como única alternativa a troca;

b) Obsolescência Programada Funcional: Ocorre quando há troca do produto devido sua funcionalidade estar debilitada, mesmo ele estando com a estrutura intacta;

c) Obsolescência Programada Visual: Ela acontece quando o produto é trocado por conta de sua estética, quando novos modelos são lançados e o antigo se torna esteticamente muito diferente;

d) Obsolescência Programada Perceptiva: Quando a troca do produto ocorre por mudanças



estruturais sutis, mas que geram a sensação de que seu produto não é o mais atual;

e) **Obsolescência Programada Cognitiva:** Ela é baseada nas expectativas futuras, quando o consumidor troca seu produto a qualquer custo só porque o fabricante lançou um novo modelo;

f) **Obsolescência Programada Indireta:** Um tipo de obsolescência que ocorre devido a pressões do ciclo social em que a pessoa está, mesmo que a pessoa não esteja incomodada com seu produto, devida a essa pressão, é levada a trocar por um novo.

Na União Européia, a iniciativa foi de implementar uma economia circular de forma a incentivar produtos com maior durabilidade e contribuir para sustentabilidade socioambiental (Maitre-Ekern; Dalhammar, 2016). Conforme os autores, também foram previstas punições para projetos com base em uma lógica de OP.

Mhoti; Nhedzi; Mapira (2023), investigando o comportamento de cidadãos de uma cidade em Gwanda (Zimbabwe), a respeito do descarte de lixo eletrônico, concluiu que a maior parte das pessoas não separa esse tipo de lixo e não sabe sobre as consequências ambientais e os riscos na saúde advindos da gestão inadequada de lixo eletrônico doméstico, sugerindo campanhas de sensibilização e educação para fomentar a sustentabilidade, de modo a promover a reciclagem e o consumo consciente desses aparelhos. Nesse sentido, podemos aprender a avaliar práticas consumistas e de OP, que amplificam os problemas socioambientais, já que a redução da vida útil de um eletrônico aumenta consumo e resíduos devido a trocas (Mhoti;

Nhedzi; Mapira, 2023).

Diversos trabalhos têm associado aspectos do consumo responsável e a sustentabilidade socioambiental no âmbito da educação ambiental (Coelho; Haonat; Arantes, 2017; Oliveira; Carvalho, 2023; Spazziani; Rumenos; Thomé, 2022; Reis; Friede; Lopes, 2018; Veras, 2023).

Trabalhos sobre o tema da OP no EC, buscaram, de modo geral, abordar diferentes metodologias de ensino, em níveis educacionais variados, contextualizando o conteúdo científico para discutir sobre essa problemática.

Abreu (2014) apresenta uma sequência didática que se utiliza de diversos recursos didáticos como: experimentação, vídeos, apresentação de slides, leitura de textos, debates, trabalho em grupo, questionários, resolução de estudos de caso e prova.

Couto (2017) discute, na educação infantil, uma sequência didática com o objetivo de dialogar sobre “o que precisamos para viver” e “o que desejamos ter”, problematizando o consumismo, a propaganda infantil e o descarte inadequado de resíduos, finalizando com reflexões sobre o tempo de vida de produtos e como podemos reutilizá-los ou dar um destino mais adequado.

Assis et al. (2015) sugerem a construção de um sensor eletrônico, com o reaproveitamento de peças eletrônicas que seriam descartadas, permitindo uma reflexão sobre os impactos ambientais decorrentes do descarte de lixo eletrônico e como esse descarte tem uma relação direta com a OP dos eletrônicos.

Veras (2023) apresenta um livro paradidático sobre resíduos sólidos, visando promover a



reflexão de professores a respeito da temática considerando a relevância do diálogo sobre consumo, descarte e sustentabilidade, numa perspectiva de educação ambiental crítica.

Pacheco (2018) avalia uma estratégia didática com base na educação CTSA, para o letramento científico no ensino fundamental. A autora discute as repercussões do lixo eletrônico no meio ambiente, explorando a comunicação e o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, além de fornecer materiais para docentes.

Em suma, a OP se mostra um tema versátil na área da educação em ciências, podendo ser trabalhada de diferentes formas em sala de aula, somente com debates, documentários e filmes, experimentos e reflexões.

A partir do exposto, pode-se notar o potencial da temática sobre OP para promover no EC um debate crítico e contextualizado em sala de aula. Para isso, várias abordagens são possíveis. A seguir, discutiremos a possibilidade de se utilizar a perspectiva da educação CTSA juntamente com o ensino baseado em QSC para essa abordagem.

EDUCAÇÃO CTSA, QSC E CONSUMO RESPONSÁVEL

A perspectiva educacional CTSA explicita as relações e a interdependência entre os domínios ciência, tecnologia, sociedade, ambiente, bem como favorece a construção de uma visão ampla da ciência como atividade cultural, histórica e política, influenciada por interesses e valores individuais e coletivos (Bazzo, 2017).

A educação CTSA pode ser implementada no ensino de ciências a partir de diferentes abordagens e estratégias, geralmente associada a metodologias ativas de ensino e de aprendizagem.

Por exemplo, Oliveira; Firme (2022) utilizaram um modelo teórico para o ensino de química visando o desenvolvimento da responsabilidade socioambiental dos estudantes, aprofundando sobre cidadania participativa, compreensão e busca de soluções para problemas socioambientais derivados do excesso de plásticos no mundo. Por outro lado, o uso de Questões Sociocientíficas (QSC) tem se mostrado bastante valioso para o alcance dos objetivos educacionais da educação CTSA, sobretudo por facilitar o planejamento pedagógico e se adequar aos documentos curriculares nacionais, como a BNCC (Cruz *et al.*, 2022). Nesse sentido, Pereira e Carvalho (2020) comentam a respeito da potencialidade de trabalhar temas controversos com pauta ambiental para a promoção de ações sensibilizadoras.

Reis *et al.* (2019) avaliando a aplicação de uma sequência didática na perspectiva CTSA para o ensino médio, discute a implementação da PNRS, os tipos de obsolescência, o descarte de móveis e a relação com os conceitos de química e a legislação sobre o tema como modo de estimular os estudantes para a aprendizagem.

Oliveira Neto *et al.* (2020), discutindo o ensino sobre resíduos eletrônicos, numa perspectiva CTSA, concluíram sobre a necessidade de se estimular professores para fortalecer e implementar práticas pedagógicas de modo a aumentar a criticidade dos estudantes sobre os problemas socioambientais associados



com essa temática, contribuindo assim para uma formação crítica e participativa dos cidadãos.

Peixoto; Dantas (2020) realizam uma revisão bibliográfica sobre a abordagem do lixo eletrônico no ensino básico, corroborando sobre a pertinência da educação CTSA para uma formação mais ampla e crítica do cidadão pertencente à comunidade escolar, principalmente por explicitar valores éticos, políticos e econômicos, e estimular a tomada de decisão com base no conhecimento científico.

No contexto da educação CTSA, o uso de QSC como estratégia didática permite contextualizar os conteúdos científicos com o cotidiano dos alunos, juntamente com a discussão de questões éticas, políticas, culturais, ambientais, e históricas do desenvolvimento científico e tecnológico, favorecendo o interesse do estudante pela ciência e o desenvolvimento de capacidades como pensamento crítico, habilidades argumentativas, tomada de decisões socioambientalmente responsáveis e a compreensão do papel da ciência na sociedade (Oliveira; Araújo; Lacerda, 2023; Conrado; Nunes Neto, 2018).

Por exemplo, Abreu (2014) e Reis et al. (2019) apresentam sequências didáticas que relacionam o tema resíduos sólidos com Ciências Tecnologia e Sociedade (CTS), utilizam de aulas expositivas, debates e experimentos para abordar o descarte de resíduos e problematizar a OP, sendo que os trabalhos utilizaram temas distintos da química para relacionar com sua problemática.

Debater criticamente a OP é essencial para a construção de um ensino crítico, em que os alunos

possam refletir sobre um problema diretamente ligado à própria realidade; compreender as contradições em torno do tema; e ser encorajado a investigar e propor soluções, contribuindo para transformar situações prejudiciais ao planeta (Oliveira; Carvalho, 2023; Spazziani; Rumenos; Thomé, 2022; Bencze *et al.*, 2019; Oliveira; Pereira, 2024).

A discussão sobre a produção, o consumo e o descarte de eletrônicos é diretamente relacionada com a temática da OP.

Bonilla Castañeda e Martínez Pérez (2018) apresentam uma QSC sobre a extração do mineral Coltán, que gera grandes prejuízos socioambientais, por causa de problemas éticos e políticos na região do Congo. Os autores indicam, a partir de uma sequência didática, uma possibilidade de se discutir os custos socioambientais da produção de aparelhos eletrônicos que necessitam desse mineral, e do descarte e do consumismo associado a reflexões sobre a importância de se mudar o modo de utilizar aparelhos eletrônicos, para que possam durar mais.

Silveira; Palácio; Conrado (2016) elaboraram e aplicaram uma sequência didática com base em uma QSC sobre eletrificação rural, discutindo questões sobre a distribuição e o acesso à energia elétrica, bem como sobre condicionantes sociais, econômicos, políticos e culturais que influenciam esse acesso, como, por exemplo, os diferentes tipos de uso da energia elétrica, a localização das periferias que as tornam áreas de menor interesse político, entre outros aspectos que contribuíram para um aprendizado mais interessante e amplo sobre a temática, não se limitando a



conhecimentos específicos e descontextualizados da disciplina.

Nesse caso, uma QSC sobre OP permite discutir não apenas os conceitos científicos de um aparelho eletrônico, mas também explorar o ciclo de vida deste produto, as condições mais sustentáveis de produção, o pensamento hegemônico consumista (não só para eletrônicos) e suas consequências, os direitos do consumidor de ter um produto durável, os valores morais adjacentes à ideia de lucro a quaisquer custos, os impactos ambientais resultantes do descarte dos resíduos de produção e de consumo desses produtos, as condições não igualitárias de acesso a eletrônicos e à contaminação ambiental, entre outras possibilidades que enriquecem o ensino sobre a temática.

Toda a discussão sobre as práticas de OP e o apelo ao consumismo são passíveis de se refletir sobre a dimensão ética do conteúdo e da temática. Poderíamos pensar, por exemplo, que um eletrônico é útil para nossas tarefas diárias, mas também refletir qual o custo socioambiental da grande quantidade de eletrônicos que temos hoje sendo descartados em comunidades vulneráveis, sobretudo dos países com maior pobreza. No trabalho de Akese; Little (2018), discute-se problemas relacionados com o lixo eletrônico em Agbogboshie (Gana), considerado um dos maiores locais no mundo em acúmulo desse tipo de material, o que, além dos problemas de saúde e contaminação ambiental, possui problemas de corrupção, violência, pobreza, marginalização, injustiças e muita toxicidade. Isso indica que o problema do lixo eletrônico e da OP é complexo e pode ser utilizado para desenvolver empatia,

solidariedade, autocontrole, persistência em ações socioambientalmente justas, considerando princípios éticos que estão na base da sociedade.

Assim, levando em conta a dimensão ética dos problemas associados ao lixo eletrônico, podemos refletir sobre as raízes de injustiças e conflitos socioambientais, que estão muitas vezes no egoísmo e na ganância humana, que alimentam práticas que sustentam todo o ciclo produtivo e de mercado desses materiais, parecendo faltar uma consideração moral mínima sobre os atores sociais que sofrem e que sofrerão em diferentes momentos, escalas e realidades (Nunes Neto; Conrado, 2021).

Assim, podemos perceber que a discussão sobre OP pode ser realizada por diferentes áreas do conhecimento, além das ciências, permitindo uma visão mais ampliada e contextualizada do fenômeno. Isso se encaixa em uma perspectiva educacional CTSA enfocada em um ensino crítico, multidisciplinar e contextualizado (Böck *et al.*, 2022; Spazziani; Rumenos; Thomé, 2022), já que o envolvimento de áreas interdisciplinares reflete a complexidade do fenômeno da OP e a necessidade de abordagens multifacetadas para lidar com questões sociais, econômicas, éticas e ambientais associadas a essa temática. Nesse aspecto, o uso de QSC também se torna uma interessante estratégia didática para o alcance de um ensino mais interessante, amplo, crítico e reflexivo (Oliveira; Araújo; Lacerda, 2023).

Considerando o atual momento histórico, social e altamente tecnológico, juntamente com o uso de QSC no ensino de ciências, e visando o desenvolvimento de uma responsabilidade cidadã e de um comprometimento com o coletivo,



Hodson (2011; 2018; 2020) recomenda a organização do currículo de ciências levando em conta quatro passos: (1) reconhecer os impactos socioambientais do desenvolvimento científico e tecnológico, percebendo a influência da cultura e da história na atividade científica; (2) entender os interesses e as disputas de poder entre os atores sociais envolvidos com a ciência e a tecnologia, identificando grupos que terão maiores benefícios às custas de outros grupos e do próprio meio natural; (3) refletir e discutir sobre controvérsias, explicitando valores dos envolvidos e dilemas éticos da QSC abordada, desenvolvendo argumentos para justificar os próprios pontos de vista e valores individuais; e (4) assumir um posicionamento e agir perante as QSC, desenvolvendo capacidades para aprender e avaliar sobre, através e a partir da ação e das tarefas realizadas durante o processo.

Nesse caso, a partir de uma QSC sobre OP, poderíamos seguir o modelo teórico acima, planejando e implementando quatro momentos: 1) reconhecer os inúmeros impactos sociais (por ex. riscos à saúde de pessoas pobres, devido ao descarte inadequado de resíduos de produção e consumo; discriminação e condições inadequadas de trabalho em regiões pobres que fornecem materiais para o desenvolvimento dessas tecnologias) e ambientais (poluição, contaminação de solo, ar, e água), bem como de apelos manipulativos para o descarte precoce a substituição de eletrônicos pelos consumidores; 2) entender o *status* social imposto por uma parcela da sociedade, que valoriza mais o *ter* do que o *ser*, incentivando o consumismo e a alienação sobre os impactos socioambientais negativos, bem como

utilizando a OP como modo de controle social e econômico; 3) argumentar sobre controvérsias associadas ao tema, como, por exemplo, a real necessidade e os custos envolvidos no desenvolvimento e na produção de novos equipamentos, o esclarecimento de valores morais e sociais, o conflito de interesses entre diferentes grupos envolvidos com produção, consumo e descarte; e 4) estabelecer planos de ação sobre possíveis modos de resolver os conflitos e problemas socioambientais analisados nas etapas anteriores, e agir a partir de decisões individuais e coletivas, avaliando o aprendizado em todo o processo.

Dessa forma, por meio de um aprofundamento sobre OP em situações do cotidiano, os estudantes poderão não apenas conhecer as relações CTSA e a importância do conhecimento científico e tecnológico contextualizado, mas também sensibilizar-se com o problema, sobretudo para grupos vulneráveis (de seres humanos e não-humanos, o meio natural e as próximas gerações); refletir sobre possibilidades de agir sobre questões envolvendo consumo e sustentabilidade ambiental; perceber a necessidade da mudança de determinados hábitos de consumo, e de se explicitar e reconhecer as dimensões éticas e políticas envolvidas com essa temática, contribuindo assim para uma formação cidadã mais crítica, responsável e participativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fenômeno da obsolescência programada pode ser avaliado a partir de múltiplos pontos de vista. Neste trabalho, exploramos como a temática



da OP pode ser abordada no EC, considerando a perspectiva da educação CTSA.

Os trabalhos apresentados indicam que a OP está principalmente associada a discussões sobre lixo eletrônico e tem um potencial para explicitar aspectos de ética, valores individuais e sociais, bem como para a reflexão sobre hábitos e práticas pouco sustentáveis na sociedade, indicando possibilidades para tomada de decisão voltadas para a transformação pessoal e coletiva. Além disso, as experiências compartilhadas pelos autores mostram possibilidades de uso de metodologias ativas e desafios para a implementação nos currículos e nas salas de aula.

REFERÊNCIAS

- ABREU, D. C. **Resíduo eletroeletrônico**: uma abordagem CTS para promover a prática argumentativa entre alunos do ensino médio. 2014. 147 f., il. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) — Universidade de Brasília, Brasília, 2014.
- AKESE, G. A.; LITTLE, P. C. Electronic Waste and the Environmental Justice Challenge in Agbogboshie. **Environmental Justice**, v.11, n.2, 2018. Disponível em: DOI: 10.1089/env.2017.0039 Acesso em: 22 fev. 2022.
- ALMEIDA, M. *et al.* Destinação do lixo eletrônico: impactos ambientais causados pelos resíduos tecnológicos. **Revista Científica e-Locução**, v. 1, n. 07, p. 17, 20 jun. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.57209/e-locucao.v1i07.43> Acesso em: 21 jan. 2021.
- ALVES, S. E. D. S. **Falha na Matrix**: um estudo sobre obsolescência programada. Tese (Doutorado). Campinas/SP: Universidade Estadual de Campinas, 2021.
- BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade e o contexto da educação tecnológica**. 5. ed. Florianópolis: Edufsc, 2017.
- BENCZE, L. et al. Roadblocks to critical and active civic engagement in/through school science: stories from the field. **Educação e Fronteiras**, Dourados, v. 9, n. 25, p. 47-70, abr. 2019. Disponível em: <doi: <https://doi.org/10.30612/eduf.v9i25.1101>>. Acesso em: 21 jan. 2021.
- BÖCK, B. S. *et al.* Mapeamento das publicações em CTS – uma análise comparativa entre o Brasil e periódicos internacionais. **CEMeR**, caminhos da educação matemática em revista, IFS, v. 12, n. 1, p.88-107, 2022. Disponível em: https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/1290/1274 Acesso em: 24 abr. 2024.
- BONILLA CASTAÑEDA, M. N.; MARTÍNEZ PÉREZ, L. F. La explotación del Coltán: una cuestión sociocientífica para el desarrollo de competencias. *In*: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas**: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas. Salvador: EDUFBA, 2018, pp. 363-373. Disponível em: <https://doi.org/10.7476/9788523220174.0018> Acesso em: 24 abr. 2024.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, seção 1, 2010.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental. **Plano**



Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: MMA, 2022.

COELHO, A.; HAONAT, A. I.; ARANTES, E. B. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) brasileira frente a tutela constitucional quanto ao tratamento do lixo eletrônico e sua repercussão humanística. **Revista Espacios**, v.38, n.41, p.29-36, 2017. Disponível em:

<https://www.revistaespacios.com/a17v38n41/a17v38n41p29.pdf> Acesso em: 21 jan. 2021.

CONCEIÇÃO, J. T. P.; CONCEIÇÃO, M. M.; ARAÚJO, P. S. L. Obsolescência programada-tecnologia a serviço do capital. **INOVAE - Journal of Engineering and Technology Innovation**, v. 2, n. 1, p. 90–105, 2014.

CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. Questões sociocientíficas e dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais dos conteúdos no ensino de ciências. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Orgs.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018, p. 77-118. Disponível em:

<https://doi.org/10.7476/9788523220174.0005>. Acesso em 02 fev. 2020.

COUTO, A. R. O. **Educação ambiental:** Construção de um processo formativo em educação infantil em uma perspectiva crítica. 2017, 178p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Estadual de Campinas, SP, 2017.

CRUZ, H. A. *et al.* O estado do conhecimento sobre questões sociocientíficas na educação em ciências. **Saberes**, Caicó RN, v. 22, n. 1, p.1-19, Dez, 2022.

DUARTE, V. *et al.* Responsabilidade

compartilhada: o papel do consumidor no descarte do lixo eletrônico. **Revista Augustus**, v. 25, n. 50, p. 111-129, 23 mar. 2020. Disponível em

<https://doi.org/https://doi.org/10.15202/1981896.2020v25n50p111> Acesso em: 24 abr. 2024.

HODSON, D. Going Beyond STS Education: Building a Curriculum for Sociopolitical Activism. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**. v. 20, p. 592–622, 2020. Disponível em:

<https://doi.org/10.1007/s42330-020-00114-6> Acesso em: 24 abr. 2024.

HODSON, D. **Looking to the future:** building a curriculum for social activism. Rotterdam: Sense Publishers, 2011.

HODSON, D. Realçando o papel da ética e da política na educação científica. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. (Orgs.). **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas.** Salvador: EDUFBA, 2018. p. 27-57. Disponível em <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/27202> Acesso em 12 dez. 2022

MAIELLO, A.; BRITTO, A. L. N. P.; VALLE, T. F. Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Administração Pública**, v.52, n.1, p.24–51, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-7612155117> Acesso em: 24 abr. 2024.

MHOTI, P.; NHEDZI, E.; MAPIRA, J. Household e-waste management practices in Gwanda town, Zimbabwe. **European Journal of Social Sciences Studies**. v.8, n.4, p.205-219, 2023.



- MONTEIRO, T. R. B. **Obsolescência programada na sociedade de consumo**. 2016. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife/PE: 2016.
- NUNES-NETO, N.; CONRADO, D. M. Ensinando ética. **Educação em revista**, v. 37, p.1-28, 2021. Disponível em <https://doi.org/10.1590/0102-469824578> Acesso em 12 dez. 2022.
- OLIVEIRA NETO, E. *et al.* Um estudo sobre os resíduos eletrônicos no município de Belém com enfoque CTS como proposta de responsabilidade e transformação socioeconômica e ambiental **Brazilian Applied Science Review**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 1676–1684, 2020. Disponível em: DOI: 10.34115/basrv4n3-074 Acesso em: 24 abr. 2024.
- OLIVEIRA, F. S.; PEREIRA, A. S. Abordagem PLACTS na promoção de discussões no contexto da problemática hidrológica de alagamentos no ensino de ciências. **Revista Cocar**, n. 23, 11 mar. 2024.
- OLIVEIRA, H. B. *et al.* Uma proposta de construção e utilização de um sensor de presença simplificado. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. v.32, n.3 p.809-823, 2015.
- OLIVEIRA, J. E. G.; FIRME, R. N. Análise de uma intervenção pedagógica sobre resíduos plásticos na perspectiva CTS visando o desenvolvimento da responsabilidade socioambiental. **CEMeR: caminhos da educação matemática em revista**, IFS, v. 12 n. 1, p.49-67, 2022. Disponível em: https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/1283/1272 Acesso em: 24 abr. 2024.
- OLIVEIRA, M. S.; CARVALHO, A. C. Educação ambiental como instrumento de política pública contra o descarte desordenado de resíduo tecnológico. **Revista Brasileira de Educação Ambiental** (RevBEA), [S. l.], v. 18, n. 5, p. 245–260, 2023. Disponível em: DOI: 10.34024/revbea.2023.v18.14695. Acesso em: 24 abr. 2024.
- OLIVEIRA, S. B.; ARAÚJO, C. S. T.; LACERDA, N. O. S. O ensino de ciências e o uso de questões sociocientíficas (QSC) como estratégia de aprendizagem. **Revista observatorio de la economia latinoamericana**. Curitiba, v.21, n.8, p. 10321-10339. 2023. Disponível em: DOI: 10.55905/oelv21n8-133 Acesso em: 24 abr. 2024.
- PACHECO, P. Q. **Meio ambiente e lixo eletrônico: uma abordagem CTSA, a partir de uma Ilha Interdisciplinar de racionalidade, no ensino de ciências**. 2018. 194 p. Dissertação (Mestrado em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) – Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.
- PEIXOTO, A.; DANTAS, J. Resíduos eletroeletrônicos no Ensino Básico: Análise das produções de artigos entre 2008 e 2018. **Indagatio Didactica**, v. 12, n. 4, p. 615-630, 16 nov. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34624/id.v12i4.21979> Acesso em: 24 abr. 2024.
- PEREIRA, A. S.; CARVALHO, W. L. P. DE. Avaliação de Ciclo de Vida de Produtos como Temática Sociocientífica na Formação de Professores de Química como Intelectuais Transformadores. **Ciência & Educação (Bauru)**,



v. 26, n. e20065, p. 1–17, 2020.

REIS, D.; FRIEDE, R.; LOPES, F. H. P. Política nacional de resíduos sólidos (Lei no 12.305/2010) e educação ambiental. **Revista Interdisciplinar do Direito** - Faculdade de Direito de Valença, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 99–111, 2018. Disponível em: <https://revistas.faa.edu.br/FDV/article/view/251>. Acesso em: 24 abr. 2024.

REIS, V. A. *et al.* Resíduos Sólidos: Influência das Obsolescências discutida nas aulas de Química. **Indagatio Didactica**, v.11, n.2, p.13-29 2019.

SILVEIRA, M.; PALÁCIO, R.; CONRADO, D. M. Aplicação de questões sociocientíficas como estratégia para o ensino sobre energia elétrica. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 1033-1050, 5 jul. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.34624/id.v8i1.3651> Acesso em: 24 abr. 2024.

SOUZA, I. S. F.; MEDEIROS, L. R. Lixo eletrônico e obsolescência programada em município do interior do Rio Grande do Norte: um estudo de percepção ambiental. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 20, n. 59, p. 83-102, 2024. Disponível em: DOI: 10.3895/rts.v20n59.15968 Acesso em: 24 abr. 2024.

SPAZZIANI, M. L.; RUMENOS, N. N.; THOMÉ, I. M. Educação ambiental e ciência, tecnologia, sociedade e ambiente: possíveis interlocuções. **CEMeR: caminhos da educação matemática em revista**, IFS, v. 12 n. 1, p.229-251, 2022. Disponível em: https://periodicos.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/1289

Acesso em: 24 abr. 2024.

VERAS, P. P. S. **Educação ambiental crítica e resíduos sólidos**: estudo para ir além do discurso da reciclagem na educação básica. 2023, 89 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Instituto Federal de Educacao, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, IFRJ Nilópolis, 2023.

WILKINSON, T. Politicizing the Discourse of Consumerism: Reflections on The Story of Stuff. In: Williams, P., Stables, K. (eds.) **Critique in Design and Technology Education**. Contemporary Issues in Technology Education. Singapore: Springer, 2017, p. 275-299. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-10-3106-9_15 Acesso em 24 abr. 2024.

