

# **Lixo Eletrônico como temática para oficinas de Educação Ambiental: um estudo sobre as contribuições para a Formação Cidadã Crítica de Estudantes do Ensino Médio**

## **Electronic Waste as a theme for Environmental Education Workshops: a study on the Contributions to the Critical Citizenship Training of High School Students**

*Wesley Diogo de Assis<sup>1</sup>*

*Victor Augusto Bianchetti Rodrigues<sup>2</sup>*

*Carmine Inês Acker<sup>3</sup>*

### **RESUMO**

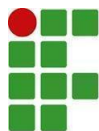
Com os desafios da educação escolar atualmente no Brasil, assim se faz necessário projetos voltados para temáticas “Meio Ambiente e Sustentabilidade” para que os estudantes desenvolvam habilidades nas aulas regulares. Desta forma estudantes e professores do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Santa Catarina desenvolveram uma oficina de Educação Ambiental com a temática do Lixo Eletrônico na Escola de Educação Básica Antônio Colonetti. A importância da temática se dá pela escala global de produção e consumo de eletrônicos devido a demanda capitalista que incentiva e consolida a geração de milhões de toneladas de resíduos eletrônicos que são descartados inadequadamente, causando impactos ambientais. Desta forma este trabalho apresenta as concepções de Educação Ambiental Crítica dos autores, apresentando a relação entre capitalismo e as crises socioambientais, a construção de paradigmas ambientais vinculados aos ideais neoliberais e o papel da conscientização em uma perspectiva crítica e transformadora na Educação Ambiental. O trabalho também destaca que os impactos ambientais trazem consigo injustiças sociais, considerando o contexto geopolítico, países ricos enviam os milhões de toneladas anualmente para países do continente africano e da América Latina sendo uma forma de dominação e expropriação de nações produto das crises do capitalismo. Sendo assim, o trabalho tem como objetivo analisar as contribuições de oficinas de Educação Ambiental com a temática do lixo eletrônico para formação cidadã crítica na Escola de Educação Básica Antônio Colonetti, buscando relações estabelecidas pelos estudantes entre os conhecimentos científicos e a perspectiva crítica da realidade. A partir de questionários e gravações realizadas durante a oficina, foi possível analisar através de quatro categorias as respostas e falas dos estudantes. Foi possível observar que a oficina contribuiu na construção de relações entre os conhecimentos científicos e a realidade em perspectiva crítica, sendo possível notar a

---

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Licenciatura em Química. Câmpus Criciúma do Instituto Federal de Santa Catarina. E-mail: [wesleyda2000@gmail.com](mailto:wesleyda2000@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutor em Educação Científica e Tecnológica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e professor do câmpus Criciúma do Instituto Federal de Santa Catarina. E-mail: [victor.bianchetti@ifsc.edu.br](mailto:victor.bianchetti@ifsc.edu.br)

<sup>3</sup> Doutora em Ciências Biológicas (Biologia Toxicológica) pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e professora do câmpus Criciúma do Instituto Federal de Santa Catarina. E-mail: [carmine.acker@ifsc.edu.br](mailto:carmine.acker@ifsc.edu.br)



sensibilização dos estudantes em relação à temática do lixo eletrônico.

**Palavras-Chave:** Educação Ambiental, Cidadania Crítica, Ensino Médio, Lixo Eletrônico, Educação Científica.

## **ABSTRACT**

With the challenges of school education currently in Brazil, it is necessary to have projects focused on the themes "Environment and Sustainability" so that students develop skills in regular classes. In this way, students and teachers of the Chemistry Degree Course at the Federal Institute of Santa Catarina developed an Environmental Education workshop with the theme of Electronic Waste at the Antônio Colonetti School of Basic Education. The importance of the theme is due to the global scale of production and consumption of electronics due to capitalist demand that encourages and consolidates the generation of millions of tons of electronic waste that are improperly discarded, causing environmental impacts. Thus, this work presents the authors' conceptions of Critical Environmental Education, presenting the relationship between capitalism and socio-environmental crises, the construction of environmental paradigms linked to neoliberal ideals and the role of awareness in a critical and transforming perspective in Environmental Education. The work also highlights that environmental impacts bring with them social injustices, considering the geopolitical context, rich countries send millions of tons annually to countries in the African continent and Latin America, being a form of domination and expropriation of nations product of the crises of capitalism. Therefore, the objective of this work is to analyze the contributions of Environmental Education workshops with the theme of electronic waste for critical citizenship training at the Antônio Colonetti Basic Education School, seeking relationships established by students between scientific knowledge and the critical perspective of reality. From questionnaires and recordings made during the workshop, it was possible to analyze the students' answers and speeches through four categories. It was possible to observe that the workshop contributed to the construction of relationships between scientific knowledge and reality in a critical perspective, and it is possible to notice the students' awareness regarding the issue of electronic waste.

**Key words:** Environmental Education, Critical Citizenship, High School, Electronic Waste, Science Education.

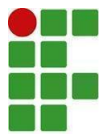
## **1 INTRODUÇÃO**

A educação escolar brasileira passa por diversos desafios, tanto pelas questões que historicamente têm afetado a vida na escola, quanto pelas recentes mudanças mobilizadas pelo governo Bolsonaro<sup>3</sup>. Como uma das características dessa nova organização escolar, surge a necessidade do desenvolvimento de projetos para que os estudantes da educação básica participem no contraturno das aulas regulares. Diante desse contexto, foi identificada a necessidade da realização de oficinas pedagógicas em algumas escolas da rede pública da região de Criciúma/ SC.

Dentre as temáticas que compõem a estrutura curricular do Novo Ensino Médio, foi identificada a temática "Meio Ambiente e Sustentabilidade" como uma das demandas da

---

<sup>3</sup> As mudanças propostas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) desde 2020, durante o governo Bolsonaro, prevê a realização de projetos no contraturno. Porém, grande parte das escolas no Brasil não possuem estrutura para colocar os projetos em prática.



Escola de Educação Básica Antônio Colonetti (EEBAC), localizada em Criciúma/ SC. Nesse sentido, um coletivo do curso de licenciatura em Química do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) - Câmpus Criciúma, por meio de um projeto de extensão intitulado “*O consumismo e a produção de lixo eletrônico como temáticas de oficinas de educação ambiental crítica em escolas da rede pública da região de Criciúma/SC*”, elaborou uma oficina de educação ambiental crítica para ser desenvolvida na EEBAC. Essa oficina teve foco na discussão sobre produção de lixo eletrônico causada pelo consumismo latente na sociedade contemporânea e os seus impactos socioambientais.

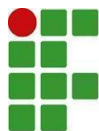
O desenvolvimento de microprocessadores em 1972 e a construção de microchips no final do século XX, proporcionou a criação de sistemas Android e Sistema Operacional Apple (iOS) em 2006. Com esses avanços, a produção de aparelhos eletrônicos como celulares, computadores, notebooks, aparelhos televisores e entre outros, vêm crescendo cada vez mais no planeta (ABREU, 2017).

Desta forma, em virtude das novas tecnologias e da dinâmica de superprodução e consumo do sistema capitalista, milhões de dispositivos eletrônicos se tornam obsoletos devido a técnica utilizada pela indústria chamada de obsolescência programada e são muitas das vezes descartados inadequadamente. De acordo com a entidade *Global E-Waste Monitor*, mais de 53 milhões de toneladas de lixo eletrônico (e-lixo) foram produzidos em 2019 e apenas 18% desses materiais foram reciclados (FORTI, 2020), ou seja, grande parte dos dispositivos produzidos não foram destinados corretamente, o que pode gerar danos severos ao ambiente e à sociedade.

Entre os diversos impactos socioambientais causados pela alta produção de eletrônicos, destaca-se o descarte ilegal de resíduos eletrônicos em países do continentes africanos e da América Latina por parte de países do continente europeu e Estados Unidos, desta forma, consolidando um movimento de dominação, destruição e expropriação dos povos desses países (DE JESUS, 2022). Desta forma, a crise socioambiental que envolve o ciclo do lixo eletrônico não apenas possui um caráter destrutivo contra a natureza, mas também possui características coloniais.

A composição de resíduos eletrônicos, em geral possui grande parte da sua composição feita de metais condutores e semicondutores, tendo como principal destaque os elementos, Cobre, Ferro, Alumínio, Níquel e eletrônicos mais antigos podem possuir Chumbo. Além disso, materiais isolantes como polímeros plásticos, resinas epóxi, borrachas, materiais cerâmicos e microfibras de vidro. Por ser um resíduo extremamente heterogêneo, se fazem necessárias diferentes técnicas para a reciclagem e reaproveitamento que vão desde tratamento mecânicos e térmicos para separação de metais e materiais isolantes e tratamentos químicos para a reciclagem de metais.

Diante desse contexto, a temática “Lixo Eletrônico” se constitui como um importante tema da sociedade contemporânea, sobretudo ao enfocarmos as desigualdades socioambientais vinculadas ao tema. Nesse sentido, com o intuito de avaliar o impacto de uma oficina de educação ambiente para os estudantes da educação básica participantes do projeto citado anteriormente, esta pesquisa visa propor respostas para a seguinte questão: Quais as contribuições de oficinas de Educação Ambiental (EA) sobre a temática do Lixo Eletrônico para a formação cidadã crítica de estudantes do ensino médio da Escola de Educação Básica Antônio Colonetti? Nessa perspectiva, este trabalho tem como objetivo investigar as



contribuições de oficinas de EA a partir da temática do lixo eletrônico para a formação cidadã crítica de estudantes do ensino médio da EEBAC, analisando as relações estabelecidas pelos estudantes entre a realidade que os cerca e alguns conhecimentos científicos.

A relevância do desenvolvimento da pesquisa para o Ensino de Química e para a formação de professores se deve à possibilidade de trabalhar a temática do lixo eletrônico em diversos contextos, em nível regional ou global, podendo ser explorado os diferentes problemas socioambientais, permitindo visualizar a realidade das crises que assolam as periferias do capitalismo e as relações com os conhecimentos científicos em uma perspectiva crítica buscando um caráter emancipatório no processo de ensino, sendo uma contribuição necessária para a Educação Científica.

## **2 O LIXO ELETRÔNICO COMO TEMA GERADOR DE REFLEXÕES SOCIOAMBIENTAIS NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA**

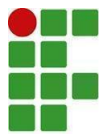
Nesta seção, são apresentados os principais referenciais teóricos relacionados às concepções de EA consolidada em uma visão crítica das crises socioambientais, dos conceitos de sustentabilidade e conscientização ambiental. Para além das concepções de EA, a seção discorre sobre as questões geopolíticas envolvidas na exportação e importação ilegal de resíduos eletrônicos em países periféricos e as técnicas de reciclagem mais utilizados para o reaproveitamento de metais em placas de circuitos eletrônicos. As discussões presentes nesta seção deram base para a construção das atividades que compuseram a oficina, além de subsidiar a análise dos produzidos no processo de pesquisa.

### **2.1 EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA**

Considerando a necessidade de abordar criticamente a temática do lixo eletrônico, lançamos mão de alguns pressupostos teóricos da EA em perspectiva crítica. De acordo com Loureiro (2006), no Brasil, o modelo hegemônico do positivismo e das pedagogias tradicionais, durante o século XX, trouxe por muito tempo perspectivas tecnicistas e essencialistas no currículo tradicional, que buscavam a industrialização nacional e avanços tecnológicos.

Nessa perspectiva, até os anos 1970, as teorias críticas tiveram pouco destaque dentro das vertentes pedagógicas brasileiras. Contudo, de acordo com Macedo (2002), em meados de 1980, algumas vertentes progressistas educacionais, como a pedagogia libertadora freireana (FREIRE, 2014), ganharam força juntamente a pedagogia crítico-social dos conteúdos (SAVIANI, 2008) e, posteriormente, na metade da década de 90, marcaram presença nas políticas públicas educacionais de diversas redes municipais e estaduais no Brasil (MOREIRA, 2000).

Assim como as teorias críticas, a EA foi fundamentada em princípios éticos e valores em relação à sustentabilidade e equidade social, a partir de eventos históricos como a Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano, em 1972, o Programa Internacional de Educação Ambiental, em 1975, e a Conferência de Tbilisi, em 1977. Esses eventos tiveram importância na globalização da EA (RAMOS, 2001). Como forma de orientar sobre a importância e o dever da EA, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e



a Cultura (UNESCO) juntamente ao Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) publicou, em 1980, o Livro Azul, sendo uma referência de consulta para as principais ações da EA (DIAS, 2004).

As ideias discutidas pelo Clube de Roma e as condutas presentes no Livro Azul que se tornaram base de referência para discutir a missão da EA em relação aos saberes da complexidade dos problemas socioambientais fez com que o meio ambiente fosse incorporado à educação formal, contemplando os valores de conservação da natureza e os problemas mais visíveis de degradação, como a deposição de rejeitos industriais e residenciais, juntamente com as formas de contaminação da biota. Esses saberes complexos estão acompanhados da educação interdisciplinar que pode possibilitar novas reflexões dos estudantes (LEFF, 2001).

Mesmo com os princípios da EA bem definidos a partir dos eventos internacionais e nacionais, Leff (2001), em concordância com Gonçalves (1984) e Lima (1984), afirma que a EA promovida naquela perspectiva está longe de trazer uma compreensão crítica do mundo e de visualizar as diversas causalidades. Esses autores pontuam que a EA ainda possui muitas necessidades, sendo que a principal delas é alcançar o “pensamento crítico reflexivo”.

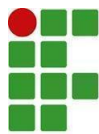
Desta forma, para compreender a importância das perspectivas críticas aplicada a EA, se faz necessário o entendimento de alguns pressupostos sobre o modelo capitalista de produção e consumo, a complexidade das crises socioambientais, paradigmas formados em relação aos conceitos hegemônico de sustentabilidade e as diferentes formas de pensar a “conscientização”.

### **2.1.1 CAPITALISMO E AS CRISES SOCIOAMBIENTAIS**

O atual modelo econômico capitalista traz consigo formas de desenvolvimento tecnológico, que alimentam a demanda de produção e consumo que se consolidaram ao longo da história a partir da centralização do capital, reforçando as desigualdades sociais e o individualismo e permitindo a devastação do meio ambiente a partir da geração de resíduos, gases poluentes, exploração desenfreada como a mineração e desmatamento (LAYRARGUES, 2009). Juntamente com a devastação do meio ambiente, o modelo capitalista hegemônico tem como características um movimento expansionista e colonizador, fazendo com que diversos países periféricos sejam explorados a partir do setor privado, devastando também os povos originários desses países, sobretudo dos continentes africano, asiático e da América Latina (FREITAS, 2014).

Esses aspectos são característicos das crises do capitalismo, que têm caráter civilizatório, ecológico, socioeconômico, humanitário e ético. Para Guimarães (2010), o modelo de desenvolvimento moderno e pós-moderno é incompatível e inconsistente ambientalmente. Desta forma, quando é entendido que a atual crise ambiental é produto das crises do capitalismo, não se trata apenas de uma crise ambiental, mas de crises socioambientais, considerando que os problemas ambientais historicamente e atualmente alimentam as formas estruturantes de injustiça social (SANTOS *et al*, 2022).

As mudanças ambientais antrópicas trazidas pelo atual modelo de desenvolvimento econômico são vivenciadas de formas diferentes por determinados grupos sociais e étnicos, sendo que alguns desses grupos são forçados a viver em meio a poluição e regiões



contaminadas (ANGELI; OLIVEIRA, 2016). Assim, os problemas ambientais e, conseqüentemente, as desigualdades sociais geradas pelo modelo de produção capitalista são característicos da crise civilizatória pontuada por Leff (2012).

De acordo com Herculano (2008), o estabelecimento de relações entre os problemas ambientais com a pobreza e as questões étnicas têm origem nos Estados Unidos a partir de movimentos das comunidades afro-americanas, dando origem ao conceito de “Racismo Ambiental”. Esse conceito foi desenvolvido a partir de denúncias sobre a distribuição de resíduos químicos perigosos e emissão de gases tóxicos em regiões periféricas dos EUA, atingindo, principalmente, a população negra (HERCULANO, 2008).

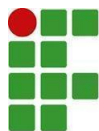
Como forma estruturante, o Racismo Ambiental é reforçado globalmente por países que historicamente se utilizam da exploração em prol de um modelo econômico de produção e consumo, assim, além das injustiças sociais estarem presentes na disposição desigual de resíduos e emissão de gases poluentes em regiões onde grupos étnicos vivem, destaca-se também a expulsão e escravização de povos tradicionais para a exploração de recursos naturais principalmente em países periféricos (HERCULANO, 2008). Esse movimento expansionista também é característico do Racismo Ambiental como produto das crises do capitalismo e do movimento imperialista de nações do Norte Global (SANTOS, 2021).

Os conceitos de Norte e Sul Global apontam quem se beneficia e quem são as vítimas das formas de opressão, como o capitalismo, o colonialismo e o patriarcado e conseqüentemente da crise civilizatória e os povos que resistem a partir da luta anti-colonial, além de demonstrar quem são os principais responsáveis pelo movimento colonizador (SANTOS, 2008). Para Santos (2008), o conceito de Sul Global aponta principalmente a quais povos é negada à humanidade a partir de diversas formas de opressão. O autor pontua que

O conceito de Sul não aponta exclusivamente a uma geografia. É uma metáfora do sofrimento humano causado pelo capitalismo, pelo colonialismo e pelo patriarcado, e da resistência a essas formas de opressão (Santos, 1995). Na dor e na luta, desigualmente distribuídas pelo mundo, cabem uma multiplicidade de conhecimentos invisibilizados e desperdiçados pela modernidade. A linha abissal é uma imagem fundadora da proposta epistemológica e política apresentada neste dossiê e assenta na ideia de que uma linha radical impede a copresença do universo “deste lado da linha” com o universo “do outro lado da linha”. Do lado de lá, não estão os excluídos, mas os seres sub-humanos não candidatos à inclusão social. A negação dessa humanidade é essencial à constituição da modernidade, uma vez que é condição para que o lado de cá possa afirmar a sua universalidade (SANTOS, 2008, p.16).

Essas afirmações evidenciam que o movimento colonizador como produto do capitalismo, racismo e patriarcado trata os povos do Sul Global como seres sub-humanos (SANTOS, 2008), expressando a essência intrínseca da crise socioambiental e as relações étnicas envolvidas com os problemas socioambientais. Essas formas de violência ao meio ambiente e a negação da humanidade apontadas pelo conceito de Sul Global vão ao encontro com Liboiron (2021), que afirma que o capitalismo necessita de obter mais terras ou espaços para conter a poluição e, para que isso seja concretizado, os povos dessas localidades são expropriados.

Assim, os efeitos da colonização não se reduzem ao passado, uma vez que se mantém um processo constante de roubo de terras e expropriação de povos originários, o que gera crises socioambientais e da base para as relações coloniais. Muitas vezes, essas violências são



relativizadas, contribuindo para manutenção do modelo hegemônico de produção (LIBOIRON, 2021). A partir das reflexões de Liboiron (2021), é possível pensar que o modelo de produção em suas diversas especificidades continua se concretizando e formando paradigmas vinculados a uma visão hegemônica da sustentabilidade e que reforça injustiças sociais e ambientais.

## **2.1.2 PARADIGMAS AMBIENTAIS**

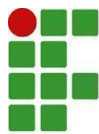
Antes de apresentar alguns paradigmas relacionados às questões ambientais, é necessário definir o conceito de paradigma. Para o filósofo Thomas Kuhn, paradigmas são ideias ou realizações científicas aceitas universalmente ou reconhecidas por um grupo e que são consideradas como um modelo temporário (SIQUEIRA, 2017). Desta forma, quando falamos de paradigmas relacionados às questões ambientais, é preciso refletir sobre um conceito muito presente na sociedade contemporânea, o conceito de “sustentabilidade”. Após a Rio-92, o termo “sustentabilidade” foi atrelado à EA, trazendo o discurso “Educação Ambiental para um futuro sustentável”, sendo um discurso muito atraente para os educadores, porém o termo foi e continua sendo utilizado com diversos sentidos, inclusive por grandes empresas e pela mídia hegemônica. Ao longo do tempo, o ideal de sustentabilidade foi sendo atrelado ao ideal de “progresso” vinculado a um discurso neoliberal, conduzindo a sustentabilidade para o caminho da produção e do consumo. A partir disso, empresas têm utilizado a “sustentabilidade” para “pintar de verde o processo produtivo”, a fim de mascarar as formas com que a natureza está sendo explorada, assim como as injustiças sociais vinculadas à essa exploração (LEFF, 2014).

Os ideais de sustentabilidade se adaptam aos objetivos predatórios do capitalismo, sendo reforçada estrategicamente por organizações mundiais e o setor privado que incentiva o acúmulo de capital a partir de um discurso dito "sustentável", mesmo que a preservação dos recursos naturais não seja uma opção. Esse discurso neoliberal de sustentabilidade forma paradigmas ligados aos problemas socioambientais, porém, são moldados pelo capitalismo, sendo um movimento característico da formação de paradigmas cartesianos.

Os paradigmas cartesianos, para Loureiro (2014), são moldados pelo capitalismo visando ganhar aceitação mundial a partir de um projeto político estruturado:

Entre os séculos XV e XXI inúmeras visões contraditórias visões de mundo foram constituídas e modificadas e, dentre estas, o denominado paradigma cartesiano se tornou dominante exatamente por sua funcionalidade ao capitalismo, sem, com isso, ser sinônimo de aceitação universal. Logo, a construção de um novo paradigma hegemônico não se esgota em mudança na forma de pensar, é parte de um projeto político a ser concretizado por agentes sociais em suas práticas (LOUREIRO, 2014, p. 60).

A partir do contexto histórico mostrado pelo autor, é possível compreender que o capitalismo consolida paradigmas, sendo aceito em escala global pois mantém o funcionamento dele. Para combater esse tipo de paradigma é preciso formar outro paradigma a partir de ações conjuntas por parte de projetos políticos e seus agentes sociais. Logo, é importante entender que os paradigmas relacionados às questões ambientais formados a partir de um discurso neoliberal são produto também da necessidade de manter a crise civilizatória, assim, a EA, não só deve ser instrumento de denúncia e anúncio sobre os problemas



socioambientais que afligem principalmente as mazelas presentes na sociedade, mas também instrumento de luta política para a formação de novos paradigmas e superação do atual modelo econômico.

De acordo com Leff (2012), Prigogine (2003) e Morin (2003), as crises socioambientais têm trazido cada vez mais desafios aos educadores ambientais pois os paradigmas ligados ao discurso ocidental e do Norte Global (SANTOS, 2008), vem destruindo as complexidades envolvendo a compreensão das crises presentes na sociedade, alimentando o reducionismo, trazendo a unidimensionalização dos problemas socioambientais, independente do contexto geopolítico e de como as crises se tornam planetárias.

De acordo com Morin (2003), a “inteligência cega” traz a incapacidade de visualizar a relação entre os problemas ambientais planetários e a complexidade global:

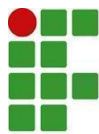
Dessa forma, quanto mais os problemas se tornam multidimensionais, mais existe a incapacidade de se pensar sua multidimensionalidade; quanto mais progride a crise, mais progride a incapacidade de se pensar a crise; quanto mais os problemas se tornam planetários, mais eles se tornam esquecidos. Incapaz de visualizar o contexto e a complexidade planetária, a inteligência cega se torna inconsciente e irresponsável (MORIN, 2003b, p. 71).

Essa incapacidade de pensar a crise e de visualizar o contexto citada pelo autor, é refletida na EA que, em concordância com os pressupostos de Enrique Leff, está longe de alcançar a perspectiva crítica da situação mundial. Esse fator também se deve à visão ambiental que ainda está impregnada da interpretação ocidental, a qual reforça as tendências ecocapitalistas, aspectos coloniais e a visão centralizada para o Norte Global (SANTOS, 2008), dificultando o combate aos paradigmas ambientais vigentes.

### **2.1.3 CONSCIENTIZAÇÃO**

Para Guimarães (2010), o modelo de desenvolvimento econômico é incompatível e inconsistente ambientalmente, assim a EA precisa ser uma forma de combate, trazendo aos sujeitos as dimensões sociais e ambientais da crise do atual modelo econômico que não apenas fortifica as diferenças de classe, raça e gênero, a partir da demanda de produção e consumo, mas também promove a poluição que, de acordo Porto-Golçalves (2016), causa escassez do ar, água, solos e minérios sendo um produto da crise. Discutir com os estudantes sobre as dimensões sociais e ambientais dos problemas socioambientais é importante, a fim de oportunizar o pensamento crítico e reflexivo sobre o dito “progresso”, principalmente no contexto brasileiro em que o discurso neoliberal do “empreendedorismo” tem crescido (DE OLIVEIRA, 2017), acompanhado pela busca do “progresso” em prol da redução de direitos básicos e capitalização da natureza.

Logo, nesse contexto, a EA tem como papel discutir e buscar criticidade e aspirações emancipatórias para a sociedade. Nesse sentido, é imprescindível falar sobre “conscientização” e seus diversos significados utilizados em relação às questões ambientais. Quando pensamos em conscientização, vemos um discurso replicado pela mídia que aponta os responsáveis por danos ambientais diversos. Porém, a grande problemática é que as tentativas de conscientização mundial estão impregnadas dos ideais contraditórios da sustentabilidade, trazendo consigo a culpabilização dos danos ambientais aos indivíduos das



classes populares da sociedade e não propondo mudanças estruturais.

Desta forma, o ato de conscientizar em uma perspectiva hegemônica não está de acordo com os objetivos da Educação Ambiental Crítica (EAC). Desta maneira, uma das possibilidades de desenvolver a conscientização em uma vertente crítica e transformadora, é partir da perspectiva libertadora de Paulo Freire. A perspectiva libertadora da educação vem em concordância com o conceito de "conscientização" presente no discurso de Freire, atrelada principalmente aos preceitos marxistas sobre "consciência de classe" e ao desenvolvimento da consciência crítica (OLIVEIRA; CARVALHO, 2007). Desta forma, esse conceito é construído por Freire devido a necessidade da conscientização das massas brasileiras com o objetivo de oportunizar a reflexão dos sujeitos em relação à realidade em que eles se encontram (FREIRE, 2018).

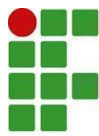
A forma com que Freire (2018) aborda o conceito de conscientização, se diferencia das perspectivas de "conscientização ambiental" pregadas no sistema capitalista, que está impregnado de contradições sociais e ambientais. A conscientização presente nas obras de Freire vem ao encontro de ações que tragam reflexões em torno dos problemas socioambientais a fim de aproximar os estudantes de uma leitura crítica da realidade, de forma a construir coletivamente alternativas para promover a libertação, sendo compatível com o papel da EAC. A possibilidade de relacionar as contribuições de Freire com a EAC pode ser observada na seguinte afirmação:

ao ouvir pela primeira vez a palavra conscientização, percebi imediatamente a profundidade de seu significado, porque estou absolutamente convencido de que a educação, como prática de liberdade, é um ato de conhecimento, uma aproximação crítica da realidade. (FREIRE, 1980, p. 25)

Conscientizar, em uma perspectiva freiriana, no contexto de atividades voltadas para EA, tem grande importância em temáticas vinculadas às discussões sobre os fetiches do capitalismo, como o consumismo. Segundo Loureiro e Franco (2014), a abordagem dessas temáticas pode abrir brechas históricas, que permitam a construção de necessidades de superação das crises do capitalismo. Abrir brechas históricas pode ser um ato de conscientização, pois é uma atitude que também promove novas reflexões críticas e aspirações emancipatórias para a formação de cidadãos críticos, ou seja, denunciadores de contradições e anunciadores de alternativas que façam frente à estrutura desumana imposta pela estrutura de classes (FREIRE, 2018).

A ação de conscientizar na concepção freireana é um trabalho de humanização através de uma abordagem crítica da realidade, buscando a emancipação coletiva, ou seja, um ato de libertação. Logo, a EA pode ter o papel de conscientizar a partir da valorização de práticas da liberdade, conforme afirmado por Schwengber e Dickmann (2020), assim como Paulo Freire que mostra em sua obra, *Educação como Prática da Liberdade* (1967). Através da leitura desta obra, é possível entender sobre o papel da educação transformadora como uma prática da liberdade. Se a educação possui o caráter transformador e exerce a função de libertação, logo, a EA, em princípio, pode cumprir essa função também.

Como forma estratégica, a EA pode promover reflexões a partir do movimento de conscientização sobre a distribuição dos recursos de acordo com a necessidade da população, as possíveis formas de eliminação do capitalismo, apresentando as dimensões econômicas, políticas, geopolíticas e ecológicas. Assim, o discurso da EA na perspectiva da ecologia



política, propõe a formação de uma racionalidade que se coloque à frente do sistema hegemônico, como forma de combate, superação e conseqüentemente a emancipação da classe trabalhadora, melhorando as condições de vida no meio ambiente. Logo, para a libertação e emancipação, a proposição de reformas ou adaptações não é uma opção coerente, pois este tipo de racionalidade adapta o movimento emancipatório ao capitalismo (LÖWY, 2014).

Löwy (2014) mostra que os educadores que pretendem abordar temáticas ambientais, não apenas precisam problematizar as atuais crises que levam aos problemas socioambientais, mas também apontar que as desigualdades são produto do caráter destrutivo do capitalismo, ou seja, apresentar as falhas do atual sistema a fim de abrir brechas históricas para a transformação estrutural da realidade. O discurso de Löwy, (2014) se encontra em concordância com as “Onze Teses para constituir uma Educação Ambiental Crítica” apresentada por Bomfim, (2011).

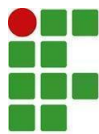
I) resgatar o humanismo; II) desmitificar o capitalismo, apontando que a depredação do ambiente não é uma contradição para o capital; III) mostrar os limites do desenvolvimento sustentável; IV) manter-se em revisão permanente; V) criticar a perspectiva conservadora da EA; VI) mostrar os limites das propostas comportamentalistas e individualistas da EA; VII) problematizar ou redimensionar as ações paliativas à questão ambiental; VIII) denunciar os principais responsáveis pela degradação ambiental; IX) mostrar quem mais sofre com a degradação; X) mostrar que a proposta idealista de conscientização ambiental tende a ser insuficiente à transformação; XI) buscar aspirações e experiências emancipadoras (BOMFIM, 2011, p.7).

As “Onze Teses da Educação Ambiental Crítica” representam o papel da EA e os caminhos que o movimento de conscientização pode seguir para combater as formas estruturantes de injustiças sociais e paradigmas hegemônicos em relação às questões ambientais.

Diante do exposto, se fazem necessárias ações de conscientização que estimulem o pensamento crítico da população local, pois, a abordagem crítica é a essência da formação cidadã e da EA. Desta forma, se torna claro que atividades voltadas à EA podem estar vinculadas a uma perspectiva crítica (LOUREIRO, 2006), visando promover uma educação científica significativa sobre a complexidade das crises socioambientais articulando Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e Educação.

A perspectiva crítica que pode ser trazida em sala de aula pela abordagem CTSA conjuntamente com a pedagogia de Paulo Freire e que é apresentada por Nascimento e Linsingen (2006), que destacam a possibilidade de elencar dois pontos principais entre duas linhas pedagógicas, a saber, a (i) abordagem temática e a seleção de conteúdos; e (ii) o uso de materiais didáticos que resultem em um processo de ensino e aprendizagem como fonte problematizadora para o desenvolvimento de uma consciência crítica e cidadã.

Nesse sentido, é reiterada a importância do desenvolvimento de oficinas de EA como forma de oportunizar a conscientização de maneira crítica, uma vez que, neste trabalho, pretendeu-se conhecer mais sobre as potencialidades e os limites da abordagem do tema dos resíduos eletrônicos para a formação de estudantes, a partir de uma ação de educação ambiental em perspectiva crítica.



Desta forma, a EAC, por meio da temática do lixo eletrônico, tem o papel de refletir sobre os aspectos socioambientais em relação ao histórico do consumismo de lixo eletrônico no mundo, o descarte inadequado de lixo eletrônico no Brasil e região, a logística reversa (FRÁGUAS, 2020), a situação dos catadores de lixo e os impactos ambientais causados no solo, corpos de água e ar.

## **2.2 LIXO ELETRÔNICO NA PERSPECTIVA GEOPOLÍTICA**

Desde o advento da computação em 1980 a produção de equipamentos eletrônicos teve um crescimento absurdo. Até 2003, aproximadamente 110 milhões de toneladas de *Personal Computers* (PCs) se tornaram obsoletos (NNOROM; OSIBANJO, 2008) sendo considerado resíduo eletrônico. Até 2004 os países participantes da União Europeia, já produziam entre 5 a 20 kg de lixo eletrônico anualmente por habitante. No mesmo período, os Estados Unidos foi responsável pela produção de 7 milhões de toneladas de *Cathode Ray Tubes* (CRTs) presentes em TVs e monitores (MUSSON *et al.*, 2000) e 130 milhões de toneladas de telefones celulares.

Países como Estados Unidos, constituintes da União Europeia e Japão, entre 1994 e 2005, foram responsáveis pelo descarte de aproximadamente 718.000 toneladas de chumbo, 1.363 toneladas de cádmio e 287 toneladas de mercúrio proveniente de diversos tipos de eletrônicos presentes em lixo eletrônico (WIDMER *et al.*, 2005). Entre os metais potencialmente tóxicos, Pb, Cd e Hg possuem maior poder de acumulação nos organismos e consequente causam mais danos às diversas formas de vida (HAGELÜKEN *et al.*, 2010).

Com a miniaturização de aparelhos eletrônicos como celulares, que possuíam 350 g em 1994 e passaram a ter 80 g em 2005, juntamente com a estratégia neoliberal da indústria de utilização da obsolescência programada que reduziu a vida útil de *Central Processing Unit* (CPU) de PCs de 5 anos para 2 ou 1 ano, fez com houvesse uma superprodução de resíduos eletrônicos nos países desenvolvidos (PICKREN, 2014), criando um fluxo de resíduos eletrônicos de países desenvolvidos para países em desenvolvimento como China, Paquistão, Índia, Vietnã e Philipinas, que se tornaram grandes centros de reciclagem (LU *et al.*, 2015).

Tendo em vista o contexto da produção e descarte de resíduos eletrônicos, nos próximos tópicos serão apresentadas as diferentes situações geopolíticas e as injustiças sociais trazidas pelos impactos ambientais provocados pela exportação de resíduos eletrônicos em países como a China, países do continente africano e América Latina. Além disso, serão apresentadas as relações econômicas e socioambientais da exploração para produção de eletrônicos e da reciclagem desses resíduos nesses países.

### **2.2.1 EXPORTAÇÃO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS NA CHINA**

Desde a Guerra do Ópio a República Popular da China lutava contra as forças imperialistas dos países europeus. Após a revolução chinesa, em 1911, com a derrubada da dinastia Qing, a luta anticolonial ganhou ainda mais força, principalmente na década de 40 e perdurou até a atualidade (SILVA *et al.*, 2020). Deste modo, devido aos constantes conflitos para a retirada dos colonizadores, juntamente com as questões geográficas e climáticas desfavoráveis, o país tem uma escassez de recursos naturais para o fortalecimento da indústria

nacional, o que levou a China a investir na economia circular (PAUTASSO, 2019).

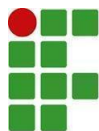
Assim, com o crescimento da economia circular, o setor de exportação e importação expande acordos entre países da América Latina e africanos, compartilhando desenvolvimento de ciência e tecnologia entre os países e consolidando as economias nacionais dos países parceiros (JABBOUR; GABRIELE, 2021).

Com o crescimento da exportação e importação ao longo da história, a República Popular da China era o maior importador de resíduos eletrônicos para a reciclagem, sendo até hoje um dos maiores centros de reciclagem do mundo. Porém, a partir de 2018 o país cortou as relações de exportação de resíduos eletroeletrônicos, plásticos e diversos tipos de sucata. Desta forma, a China se desvincula e retira navios de empresas ilegais de países como Reino Unido, França e Estados Unidos da América (ROCHA, 2018).

Ainda assim, a China tem acordos externos com países do oriente, como Japão e Coreia do Sul (ZHAO; CHEN, 2011). Representantes de empresas estatais chinesas vão até diversos lixões, aterros e ecopontos no Japão e Coreia do Sul, em busca de sucata de composição metálica, procurando principalmente equipamentos ricos em Fe, Cu e Al (RAABE, 2022). Esses resíduos são levados até a China e reciclados para a extração, principalmente, de metais citados e metais preciosos como Au e Ag. Os metais são reciclados a partir de tratamentos mecânicos e térmicos e processos químicos como a pirometalurgia, hidrometalurgia e eletrometalurgia (ZHANG; XU, 2016) e vendidos para países parceiros econômicos como Índia e Rússia, ou utilizados por empresas de produção de eletrônicos (YANG; LI *et al*, 2022).

Atualmente o movimento tecnonacionalista e a expansão das discussões entre Partido Comunista Chinês, camponeses e classe operária urbana tem transformado as legislações trabalhistas como forma de aproximar as massas do mercado (JABBOUR *et al*, 2020). Mesmo com o aumento de leis trabalhistas para as classes populares da China, a população que trabalha nos sete principais distritos (onde se localizam os centros de coleta de sucata) ainda se encontram em risco de vida, pois estão em contato com substâncias possivelmente tóxicas, além dos materiais cortantes presentes em sucatas eletrônica e eletroeletrônica (LI *et al*, 2019). Desta forma, reitera-se a necessidade de a China ampliar as políticas trabalhistas com o objetivo de garantir direitos básicos para os catadores de lixo e reforçar as políticas ambientais em relação a liberação de substâncias nocivas.

### **FIGURA 01 - Cooperativa de reciclagem na China**



Fonte: OSSAMU, 2017

A Figura 01 mostra as condições de trabalho da comunidade que trabalha em uma cooperativa de reciclagem na China, imagem registrada em 2015. É visível que os trabalhadores estão utilizando luvas para realizar o processo de separação dos resíduos eletrônicos, porém, estão utilizando roupas comuns, ou seja, sem proteção contra possíveis contaminação.

### **2.2.2 EXPORTAÇÃO DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS EM GANA E NIGÉRIA**

A partir de 1994, países africanos como Gana e Nigéria se tornaram vítimas da importação de resíduos eletrônicos. A região de Accra, em Gana, é o principal país do Sul Global receptor de lixo eletrônico, sendo conhecido como “inferno eletrônico”, um dos maiores lixões do mundo (THE GUARDIAN, 2019). A localização do pátio de sucata na região de Accra está representada na FIGURA 02.

A intensificação da importação de resíduos eletrônicos ocorreu em 2004 em Gana, quando as taxas de importação para produtos de segunda-mão foram reduzidas, principalmente para a Indústria da Tecnologia da Informação (TIC) vindas do Norte Global. Assim, containers com equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) de segunda-mão, que deveriam ser destinados à população da região (GRANT, 2016), juntamente com resíduos eletrônicos, foram trazidos, mostrando a ilegalidade e a negligência dos países do Norte Global, o que vai contra as políticas desenvolvidas desde 1989 na Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos, que representam 147 países que enviam EEE e resíduos eletrônicos para Gana (SANTOS, 2017).

**FIGURA 02 - Localização do pátio da sucata em Gana, região de Accra**



Fonte: Adaptado do Google Earth pelo autor

Desta forma, Gana se tornou o principal destino de lixo eletroeletrônico do mundo e, para que sejam reciclados, principalmente no caso dos metais presentes nos resíduos, podem ser realizados os processos de pirólise e lixiviação ácida. Porém, no caso de Gana, esses processos são realizados a céu aberto, sem nenhuma das condições mínimas de proteção, como equipamentos de proteção individual e coletiva e maquinários necessários. Devido às más condições fornecidas para a reciclagem de eletrônicos, a queima do plástico é feita nos lixões, liberando gases tóxicos na atmosfera juntamente com dioxinas. Além disso, o processo de extração de metais a partir de oxidação utilizando ácido sulfúrico ocorre, em grande parte, perto de corpos de água que são contaminados por metais potencialmente tóxicos (OTENG-ABABIO, 2010).

Na FIGURA 03 e na FIGURA 04 é possível ver as condições dos moradores da região, as formas de tentativas de reciclagem, a exposição desses povos aos resíduos e aos gases gerados na queima, assim como a proximidade da população com a lagoa contaminada.

**FIGURA 03 - Queima de fiação e resíduos eletrônicos na região**



Fonte: EL PAÍS, 2019

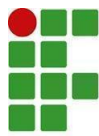
#### **FIGURA 04 - Proximidade dos resíduos sólidos no rio**



Fonte: EL PAÍS, 2019

Essas condições desumanas vistas nas figuras acima são produto da privatização de diferentes empresas estatais (AMOYAW-OSEI *et al.*, 2011), sendo essa política imposta, principalmente, durante o governo liberal de J.J.Rawlings e que perdura até os dias atuais. Além disso, o conjunto de políticas liberais, abriu mais ainda as portas para a venda de commodities provenientes da exploração ilegal das terras ganesas e da reciclagem de resíduos eletroeletrônicos para países ocidentais (SACHS, 2000).

Assim como em Gana, na Nigéria, países do Norte Global enviam containers com toneladas de resíduos eletrônicos, principalmente para a cidade de Lagos. Assim, desde 2012, o país está na segunda posição de países que mais importam lixo eletrônico (ISIMEKHAI, *et al.*, 2017). A União Europeia adotou um Plano de Ação para a Economia Circular em 2015 e que foi revisado em 2020, que determinou que a exportação de resíduos sólidos só pode ocorrer caso os países importadores tenham condições adequadas para a “reciclagem formal” (THAPA, 2022). Porém, desde 2016 a Nigéria tem sido o principal destino do lixo eletrônico dos países europeus, estima-se que 11% dos resíduos enviados para o país são eletrônicos



(MEREM, *et al*, 2021).

Com a exposição de resíduos eletrônicos na cidade de Lagos na Nigéria, são encontrados no solo da região altas concentrações de compostos insolúveis de mercúrio (Hg) como HgO, Metil-Mercúrio (Me-Hg) e HgS, espécies potencialmente tóxicas pelo alto poder bioacumulativo e a formação destes compostos é acelerado pelos processos de reciclagem por lixiviação e pirólise. De acordo com Anselm *et al* (2021), 1 Kg de resíduo eletrônico importado para a Nigéria, possui 84 mg de mercúrio, já outros metais como Cu, Fe, Ni, Pb, Cd, Zn e Cr podem estar aproximadamente nas seguintes quantidades (em mg/kg), respectivamente:  $13.000 \pm 529$ ,  $878 \pm 0.07$ ,  $230 \pm 4.1$ ,  $1680 \pm 24$ ,  $43.4 \pm 0.88$ ,  $8140 \pm 163$  e  $136 \pm 1.9$ .

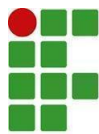
Desde 2015, diversas ONGs se uniram com países em desenvolvimento para ganhar voz em convenções da Organização das Nações Unidas, colocando em questão a criação de um acordo que dá fim à comercialização de resíduos perigosos e obriga os países de origem a gerenciar, descartar e reciclar os próprios resíduos de forma correta, com o mínimo de danos possíveis ao meio ambiente e à saúde humana (KHAN, 2016). Porém, desde 2018, países como Estados Unidos, Japão, Reino Unido, Alemanha vem ameaçando a União Africana de não assinar o acordo proposto pela Convenção de Bamako caso seja fechada a comercialização de resíduos perigosos existindo uma forte pressão desde 2019 destes países para o aumento do descarte de resíduos perigosos e a inclusão de novos tipos de resíduos, como o fotovoltaico e nuclear em Gana (DOS SANTOS, 2021).

### **2.2.3 EXPORTAÇÃO ILEGAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL E EXPLORAÇÃO DAS TERRAS BRASILEIRAS PARA PRODUÇÃO DE ELETRÔNICOS**

No Brasil, os primeiros registros de exportação ilegal de resíduos sólidos se deu em 2009, quando foram encontrados aproximadamente 1600 toneladas de resíduos sólidos em containers nos portos de Santos/SP e Rio Grande/RS, vindos da Inglaterra. Os resíduos presentes nos 89 containers trazidos pelo Reino Unido, eram em sua totalidade resíduos domiciliares, sacolas plásticas, lixo hospitalar, pilhas, computadores, brinquedos, fraldas sujas, além dos insetos e animais presentes nos containers (DINIZ JÚNIOR, 2016; RUSCHEL, 2021). A partir de 2010, a Alemanha exporta para o Brasil resíduos industriais para cooperativas do país realizarem a reciclagem desses resíduos. Porém, ao invés de enviar apenas resíduos industriais, a Alemanha envia nos containers embalagens de produtos de limpeza e alimentos, resíduos domiciliares, fraldas descartáveis sujas e restos de ração de animais (DINIZ JÚNIOR, 2016)

Entre os períodos de 2011 a 2013, os Estados Unidos enviaram aproximadamente 90 toneladas de resíduos hospitalares para diversos portos brasileiros. Além disso, Espanha, Canadá e Inglaterra enviaram, no mesmo período, mais 160 toneladas de lixo hospitalar juntamente com resíduos da indústria têxtil e roupas vindas de lixos de hotéis da Espanha (DE JESUS, 2022).

A partir de 2014, diversas medidas foram tomadas pelo IBAMA para conter o avanço de navios ilegais nos portos brasileiros, realizando apreensão desses navios e impedindo a entrada de containers contaminados por resíduos perigosos. Porém, através da política entreguista do governo Bolsonaro, o Brasil permitiu em 2020, que os EUA enviassem



aproximadamente 1,1 mil toneladas de resíduos hospitalares que vinham de hospitais particulares da Flórida. Em 2021, 14 países europeus, EUA e República Dominicana enviaram 68 containers para os portos paulistas contendo resíduos plásticos e papelão, totalizando 75 toneladas por container (RUSCHEL, 2021)

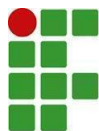
Para além das problemáticas associadas ao descarte de resíduos eletrônicos, atualmente, diversas denúncias estão sendo feitas em relação a exploração e venda ilegal de ouro de terras indígenas brasileiras. As denúncias foram feitas, principalmente, pela matéria produzida pela equipe de Daniel Camargos do jornal Repórter Brasil, em junho de 2022, que mostra o ciclo de extração clandestina de ouro em terras Kayapó, Yanomami e Munduruku. Segundo a reportagem, o ouro extraído ilegalmente seria direcionado às refinadoras Chimet, FD`Gold e Marsam, que têm relações comerciais com *Big Techs* como Apple, Google, Microsoft e Amazon.

A exploração de terras indígenas é inconstitucional e criminosa, porém, nos últimos quatro anos, o governo de Jair Messias Bolsonaro não negou esforços para legalizar essa prática violenta, como é mostrado na reportagem supracitada. Além disso, outras figuras políticas como o vice-presidente Hamilton Mourão teve contato direto com o presidente da FD`Gold (Dirceu Frederico Sobrinho), que tem objetivo de legalizar a exploração das terras amazônicas (CAMARGOS, 2022). Dessa forma, a exploração de metais preciosos no Brasil teve grande aumento no governo anterior, que promoveu um movimento de colonização e neocolonização, agravando o ciclo do desmatamento (PACKER, 2020).

### **2.3 COMPOSIÇÃO DO RESÍDUO ELETRÔNICO E PLACAS DE CIRCUITOS ELETRÔNICOS (PCE)**

As placas de circuito eletrônico (PCEs) ou placas de circuitos impressos (PCIs) são bastante utilizadas em equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) como televisores, smartphones, tablets, entre outros, e sua composição é muito variada, geralmente incluindo polímeros, cerâmicos e metais (SILVA, 2021). Os metais são amplamente utilizados em equipamentos e estruturas devido a sua alta durabilidade e condutividade que representam aproximadamente 40% da composição.

Nas placas de circuitos eletrônicos, é possível encontrar uma grande variedade de metais que estão entre metais mais básicos até metais preciosos e tóxicos. Na Tabela 1, é possível observar a quantidade de metais em mg/Kg de material após a pirólise das placas de circuitos eletrônicos. Na Tabela 01 é possível visualizar a quantidade de metais em mg por Kg de material de PCEs de diferentes eletrônicos, assim, observa-se que a concentração de Cu é a maior nos três tipos de eletrônicos.



**TABELA 01 - Quantidade de metais presentes em placas de circuitos impressos de dispositivos diversos em mg/Kg.**

<b>Metal</b>	<b>Computadores</b>	<b>Televisores</b>	<b>Telefones celulares</b>
<b>Fe</b>	11,35	31,41	5,36
<b>Cu</b>	167,10	185,19	323,16
<b>Al</b>	21,61	6,42	18,33
<b>Pb</b>	21,66	91,57	5,60
<b>Ag</b>	80,00	1,16	4,12
<b>Au</b>	21,10	5,60	28,00
<b>Zn</b>	70,00	10,22	96,00
<b>Ni</b>	1,31	1,88	6,80
<b>Ca</b>	50,64	24,90	40,94

Fonte: HALL; WILLIAMS, 2007

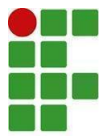
## **2.4 TÉCNICAS DE EXTRAÇÃO DE METAIS EM PCEs**

Devido a variedade da composição de placas de circuitos eletrônicos, diversas técnicas de reciclagem podem ser utilizadas em cooperativas em diversos países para recuperar efetivamente os metais. Para que esses materiais sejam reciclados é necessário processos de separação mecânica e térmica para a efetivamente realizar a reciclagem dos metais, desta forma após a separação de diferentes materiais, é possível utilizar processos de tratamento químico como os mais utilizados para a extração de metais são as técnicas de pirometalurgia, hidrometalurgia e eletrometalurgia, desta forma, ao longo desta sessão será apresentado como esses processos de reciclagem são utilizados (BIRICH *et al.* 2018).

### **2.4.1 HIDROMETALURGIA**

O conceito denominado de hidrometalurgia tem como definição a designação de processos que tenham como intuito a extração e separação de metais utilizando reações de dissolução do material em meio aquoso (BERNARDES, 2009). As técnicas hidrometalúrgicas são muito utilizadas na extração e refinamento de metais, principalmente de minério bruto (BABA; IBRAHIM, *et al.* 2014), mas essa tecnologia pode ser utilizada também para o pré-tratamento de metais básicos e extração de metais preciosos de placas de circuitos eletrônicos.

Uma das técnicas hidrometalúrgicas mais utilizadas é a lixiviação, que se baseia na oxidação de metais em ácidos, bases e agentes complexantes (ZHANG; XU, 2016). Diversos solventes podem ser usados no processo de lixiviação, variando de acordo com o metal a ser reciclado ou extraído. Na extração de metais básicos, são utilizadas soluções de ácido nítrico, ácido sulfúrico e cianetos, enquanto para a recuperação de metais preciosos, são utilizados



agentes complexantes como iodetos, cloretos, brometos e compostos como ácido clorídrico juntamente a peróxido de hidrogênio (HAGELÜKEN; CORTI, 2010).

## **2.4.2 PIROMETALURGIA**

A pirometalurgia compreende técnicas de extração de metais a partir do aquecimento a altas temperaturas, que pode incluir os processos de pirólise, fusão, incineração e sinterização (VEIT, 2005), podendo purificar metais, formar ligas ou compostos intermediários. Consequentemente, requer elevadas temperaturas para sua realização, podendo variar de 450 até 1500 °C.

Por meio da pirólise, foi estudada a recuperação de metais de sucatas de placas eletrônicas, tendo como produto ao final uma cinza constituída principalmente de Cu, Ca, Fe, Ni e Al (HALL; WILLIAMS, 2007). Entre as vantagens desse processo, destaca-se a possibilidade de se utilizar qualquer espécie de eletrônico, sem um pré-tratamento das placas eletrônicas pois os compostos poliméricos são decompostos em piro-óleos e piro-gases e isso se deve às altas temperaturas que variam de cada mistura e composição dos materiais colocados nos reatores.

Porém, utilizar tais métodos podem causar problemas, como a poluição do ar devido a formação e liberação de dioxinas e furanos, geradas a partir de polímeros e outros materiais isolantes. Além disso, componentes cerâmicos e vidros presentes na sucata podem aumentar os custos energéticos e dificultar também a purificação dos metais (LIN; CHIANG, 2014).

Diante dos impactos sociais e ambientais da produção, do descarte e da reciclagem de eletrônicos, a relevância da realização desta pesquisa é reforçada. Nesse sentido, o percurso e as escolhas metodológicas deste trabalho estão apresentadas na seção seguinte.

## **3. PERCURSO METODOLÓGICO**

Conforme apresentado anteriormente, este trabalho teve como objetivo investigar as contribuições de uma oficina de EA com a temática do lixo eletrônico para a formação cidadã crítica de estudantes do ensino médio da EEBAC. Dessa maneira, esta pesquisa tem caráter qualitativo, já que o trabalho está centralizado nas experiências vivenciadas pelos sujeitos em perspectivas subjetiva e processual, com foco no estudo de fenômenos a partir das perspectivas do participante. Essas características vão ao encontro do que propõe Neves (1996) ao caracterizar a perspectiva qualitativa de pesquisa. Dessa forma, considerando que a pesquisa se desenvolveu paralelamente às atividades da oficina, ela se aproxima dos moldes de uma pesquisa participante, pois os pesquisadores atuaram no processo de construção das experiências humanizadoras e discussões no contexto investigado (BRANDÃO, 2007), buscando, para além dos objetivos de pesquisa, a transformação de alguns aspectos contraditórios sobre o lixo eletrônico para a formação de cidadãos críticos.

De acordo com Brandão e Streck (2006), a pesquisa participante pode ser classificada como um conjunto de diferentes experiências coletivas de conhecimentos que tem o objetivo de superar ideias preconcebidas para gerar transformação por meio destes conhecimentos. Para Brandão (2003), as experiências geradas pela pesquisa participante podem transformar os sujeitos e a realidade ao seu redor e isso faz com que o método se diferencie de outros



modelos de prática científica.

Diante do exposto, esta pesquisa se desenvolveu em três etapas principais, quais sejam: (i) aprofundamento teórico, elaboração e desenvolvimento da sequência de atividades que constituíram a oficina de EA; (ii) elaboração de instrumentos de produção de dados; (iii) realização de análise dos dados e proposição de respostas para a questão de pesquisa. A seguir, detalhamos cada uma dessas etapas.

### **3.1 SOBRE O CONTEXTO DA PESQUISA E O DESENVOLVIMENTO DA OFICINA**

As atividades que compuseram a oficina foram construídas em conjunto com dois projetos, um de pesquisa, intitulado “Lixo eletrônico como temática para oficinas de Educação Ambiental: um estudo qualitativo sobre as contribuições para a formação cidadã crítica de estudantes do ensino médio.” e outro de extensão, intitulado “O consumismo e a produção de lixo eletrônico como temáticas para oficinas de educação ambiental crítica em escolas da rede pública da região de Criciúma/SC”, ambos com apoio financeiro do Instituto Federal de Santa Catarina. Por meio dos projetos, foram realizados estudos teóricos acerca da EAC para dar base à elaboração das atividades. Foi realizado o contato com o professor de química da escola público alvo da oficina - a Escola de Educação Básica Antônio Colonetti (EEBAC) - e, a partir de reuniões semanais com o grupo do projeto e, em alguns momentos, com o professor da escola receptora, foram escolhidas duas turmas do primeiro ano do ensino médio para a intervenção (28 alunos). A oficina foi desenvolvida em duas aulas de 100 minutos cada, durante o período de duas semanas. As atividades realizadas nos dois momentos da oficina estão apresentadas no Quadro 01.

Para construir as atividades da oficina de EA baseada em uma perspectiva crítica e transformadora, foi utilizada a abordagem dos Três Momentos Pedagógicos como forma de promover aos estudantes a oportunidade de vincular os conhecimentos científicos com a realidade de forma crítica. Desta forma, a oficina foi organizada nas três etapas como é proposto por Delizoicov e Angotti (1990): problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

#### **QUADRO 01 - Atividades realizadas na Oficina.**

<b>Problematização inicial</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Caça ao lixo eletrônico (Discussão sobre a situação dos catadores de lixo)</b></li> <li>- <b>Análise e discussão da história em quadrinhos</b></li> <li>- <b>Problematização sobre a situação mundial e nacional sobre o lixo eletrônico</b></li> </ul>
<b>Organização do conhecimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Observação do terrário e lixo eletrônico</b></li> </ul>
<b>Aplicação do conhecimento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Reflexão sobre os possíveis danos causados pelos PCEs e pilhas no terrário</b></li> <li>- <b>Aplicação do questionário</b></li> </ul>

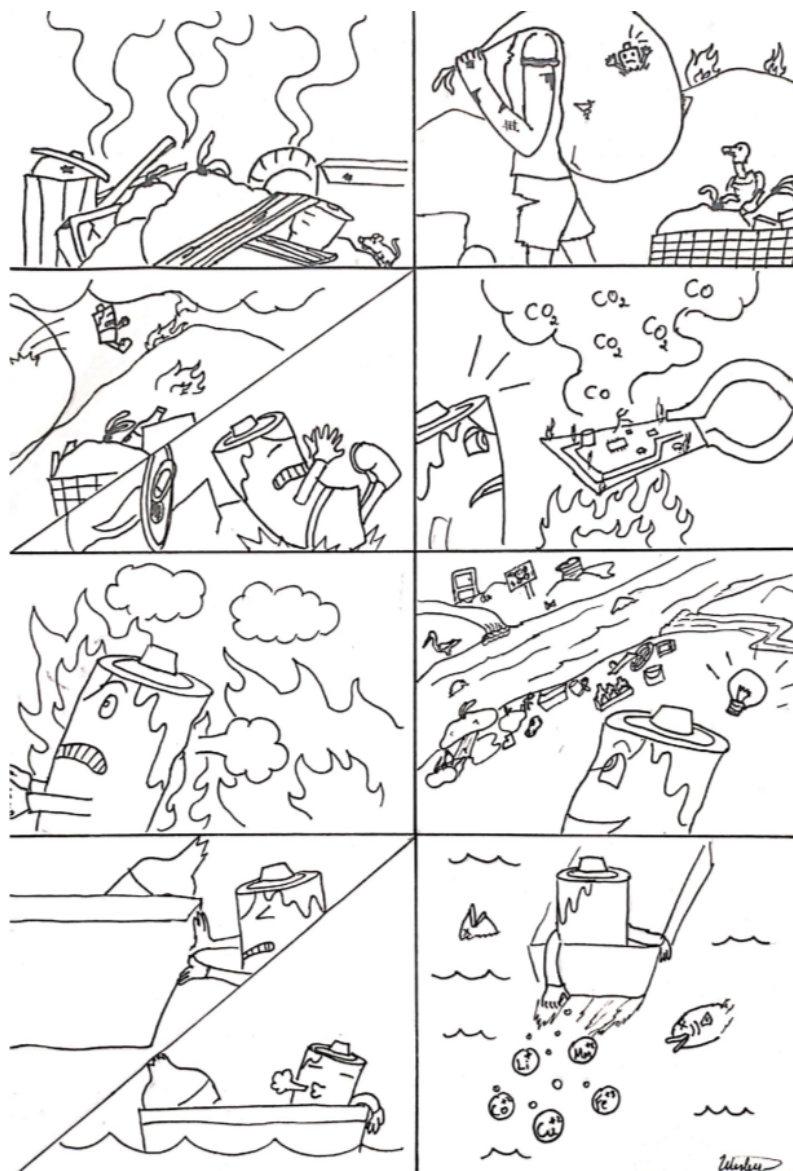
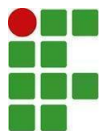
Fonte: Autores, 2023

No início do primeiro encontro, foi realizada a atividade “caça ao lixo eletrônico” e para realizar esta atividade, as turmas foram divididas em 4 grupos, sendo que para cada grupo foi dado uma sacola grande com diversos tipos de resíduos (metal, vidro, papel, plástico, madeira e eletrônico). Os estudantes deveriam separar os diferentes tipos de resíduo em caixas (lixeiras), cada caixa tinha uma coloração que representava cada tipo de resíduo, conforme ocorre na coleta seletiva: Amarelo - Metal, Verde - Vidro, Azul - Papel, Vermelho - Plástico, Preto - Madeira e Laranja - Contaminante. A caixa de cor laranja não foi utilizada nesta atividade, pois o objetivo era que os estudantes debatessem entre eles onde poderiam colocar o lixo eletrônico, diante da análise dos materiais que constituem os equipamentos. Após os estudantes separarem os diferentes tipos de resíduos, foram discutidas as escolhas dos grupos para separar cada tipo de resíduo, dando foco para as condições de trabalho dos catadores de lixo imposta pelas grandes empresas e cooperativas de separação e coleta do lixo.

Em seguida, ainda na primeira aula, após os estudantes realizarem a atividade de caça ao lixo eletrônico, foi distribuída uma história em quadrinho para cada grupo de estudantes (ver Figura 05).

**FIGURA 05<sup>4</sup> - História em quadrinhos utilizada em uma das atividades da oficina.**

<sup>4</sup> A personagem utilizada na história em quadrinhos tem o nome de PIQ, e foi criada em um projeto de Prática como Componente Curricular com a temática de “pilhas”. O projeto foi realizado com turmas da quarta fase em 2020.

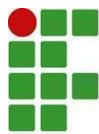


Fonte: Autores, 2022.

Os quadrinhos mostram a história de uma pilha que já foi usada e está danificada, como podemos ver na situação da personagem que está com o fluido (eletrólito) vazando. A personagem está sendo levada para um lixão e ela foge da sacola de lixo e, após isso, ela tenta escapar do lixão para não ser queimada, assim como é feito com outros resíduos eletrônicos para reciclar os metais. Diante dessa situação, a pilha encontra diversos cenários dentro do lixão.

Desta forma, a partir dos quadrinhos, essa atividade teve como objetivo, discutir com os estudantes os cenários que a personagem encontra ao longo da história para refletir sobre as condições de trabalho das pessoas que se encontram nos lixões, como é feita a reciclagem de resíduos eletrônicos e as consequências do descarte inadequado de resíduos perigosos na natureza.

No segundo encontro, para fazer a problematização sobre a temática com os estudantes, foram utilizados slides com imagens e notícias que mostram como a exploração das terras nacionais para a extração de metais, como o ouro, têm afetado comunidades indígenas e como os países



do Norte Global têm utilizado de meios ilegais para descartar resíduos eletrônicos em países como Gana e China. Para mostrar a situação do país Gana, foi utilizado um vídeo intitulado “Gana - A lata de lixo do Mundo” que mostra as injustiças e crimes que os países do Norte Global cometem contra a população da região de Acra, capital de Gana, enviando ilegalmente resíduos eletrônicos.

Além disso, foi apresentado aos estudantes, um recorte de uma reportagem do canal de televisão Globo, sobre os catadores de lixo no Brasil, dando foco para a vida de uma mulher, mãe de três filhos que trabalha em um lixão no estado do Distrito Federal e conta as suas experiências e as situações desumanas que passa todas as semanas.

Ainda na segunda aula, após a problematização, os estudantes puderam observar dois terrários feitos pelo grupo do projeto. Esses terrários foram feitos em um pote de vidro, onde foram colocadas pedras e carvão na base, seguidos de terra e areia, musgo e muda de planta. Para simular um ecossistema contaminado por resíduos eletrônicos, foi adicionado ao terrário, pedaços de PCEs e pilhas danificadas. Dessa forma, os estudantes puderam observar o terrário contaminado com resíduo eletrônico e anotar os principais aspectos do sistema para discutir e responder um questionário sobre a temática. Além desse questionário, foram utilizados outros instrumentos para a produção de dados, os quais estão descritos na seção seguinte.

### **3.2 SOBRE OS INSTRUMENTOS DE PRODUÇÃO DE DADOS**

Para a produção de dados durante as oficinas, foi utilizada uma câmera para realizar gravações em áudio e vídeo para registrar as discussões e falas durante as atividades da oficina, enriquecendo ainda mais a pesquisa qualitativa. Além disso, os estudantes<sup>5</sup> responderam um questionário com perguntas relacionadas à temática do lixo eletrônico, partindo de outra história em quadrinhos vinculada a duas reportagens<sup>6</sup>. O questionário utilizado na oficina como instrumento de produção dos dados está presente no **Anexo 01**.

Para além dos registros em imagens, áudio e a escrita dos estudantes nas atividades propostas, também nos baseamos nas observações participantes do coletivo de professores envolvidos na mediação das oficinas.

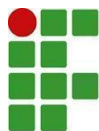
### **3.3 ANÁLISE DE DADOS**

Tendo em vista o caráter qualitativo e os objetivos da pesquisa, as respostas que os estudantes deram ao questionário foram enquadradas em diferentes categorias, de maneira a oportunizar a proposição de respostas para a questão de problema, identificando as contribuições das oficinas para a formação cidadã crítica dos estudantes. A definição das categorias se deu a partir do estudo dos referenciais teóricos apresentados anteriormente, bem como a partir da análise de similaridade entre as respostas apresentadas pelos estudantes.

Neste trabalho, analisamos duas questões que consideramos as principais do questionário, por possibilitarem maior atividade analítica, quais sejam:

<sup>5</sup> Reportagem disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ycliIDxknGE> Acesso em: 27 de maio de 2023.

<sup>6</sup> Reportagem disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=MG8pfSAgKzo>. Acesso em: 27 de maio de 2023.



**Questão 6 (Q6)** - Quais os impactos socioambientais do descarte incorreto do lixo eletrônico?

**Questão 7 (Q7)** - Quais críticas sociais podem ser feitas a partir da interpretação da charge?

A charge referida em Q7, está presente no Anexo 01. Na charge, é possível observar duas situações. Em uma delas, uma atleta está recebendo uma medalha, já na outra, apresenta as condições do local de uma cooperativa de reciclagem de resíduos sólidos, principalmente de eletrônicos. Essas duas situações são colocadas na charge no contexto de uma reportagem sobre o uso de metais reciclados de resíduos eletrônicos para a fabricação das medalhas utilizadas nas olimpíadas de Tóquio2020, ocorridas em 2021 em função da pandemia de COVID-19.

Dessa forma, as respostas dos estudantes às questões Q6 e Q7 foram analisadas utilizando as categorias elaboradas com base nos referenciais teóricos e na análise da similaridade das respostas. Dessa maneira, foram definidas as seguintes categorias: (1) Resposta sem mobilização de conhecimentos científicos relacionado às oficinas; (2) Resposta com mobilização de conhecimentos científicos desvinculados da realidade; (3A) Resposta com mobilização de conhecimentos científicos vinculados à realidade em perspectiva crítica e (3B) Resposta com mobilização de conhecimentos científicos vinculados à realidade em perspectiva conformadora.

Conforme pontuado anteriormente, essas categorias foram escolhidas com o objetivo de identificar os aspectos críticos nas respostas produzidas pelos estudantes sobre os problemas socioambientais vinculados aos conhecimentos científicos aplicados à temática do lixo eletrônico. A análise a partir dessas categorias permitiu inferir se a oficina de educação ambiental promoveu reflexões significativas de forma crítica para a formação dos estudantes do primeiro ano do ensino médio da EEBAC.

Além das respostas às questões Q6 e Q7, foram analisadas também as gravações das falas dos estudantes, de forma a complementar a análise das respostas escritas, conforme apresentado na seção seguinte. Para organizar, apresentar e analisar os dados produzidos a partir da fala e das respostas dos estudantes, se fez necessário criar códigos para identificar e diferenciar os sujeitos. Para as falas do professor foi utilizado *P\**, já para as respostas dos estudantes foi usado o código *En* (*exemplos: E1, E2, E3*), em que *n* é um número que identifica os diferentes estudantes que participaram da oficina, garantindo a confidencialidade das identidades dos sujeitos participantes. Os estudantes não identificados nas gravações foram representados pelo código *E?*.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Conforme a metodologia adotada, foram analisadas as questões 6 e 7 (Q6 e Q7) do questionário, levando em consideração as categorias apresentadas anteriormente. Essas categorias foram escolhidas a partir de análise anterior das respostas e dos referenciais teóricos que orientam este trabalho. As primeiras características observadas nas respostas dos estudantes às questões foram a presença do conhecimento científico ou a ausência dele. Tendo conhecimento que algumas respostas apresentavam articulação de conhecimentos científicos, foram criadas as categorias 2 e 3. Diante do objetivo principal desta pesquisa, era necessário



analisar se os conhecimentos apresentados pelos estudantes estavam contextualizados, ou seja, vinculados com a realidade, e se existia a relação entre os conhecimentos científicos e a transformação da realidade, motivo pelo qual a categoria 3 foi separada em A e B. A seguir, resgatamos as categorias de análise utilizadas neste trabalho.

**Categoria 1:** respostas sem mobilização de conhecimentos científicos relacionado às oficinas;

**Categoria 2:** resposta com mobilização de conhecimentos científicos desvinculados da realidade;

**Categoria 3A:** respostas com mobilização de conhecimentos científicos vinculados à realidade em perspectiva crítica; e

**Categoria 3B:** resposta com mobilização de conhecimentos científicos vinculados à realidade em perspectiva conformadora.

#### **Quadro 02 - Quantitativo de respostas às questões 6 e 7 alocadas em cada categoria**

<b>Categoria</b>	<b>Questão 6</b>	<b>Questão 7</b>
<b>1</b>	6 respostas	1 respostas
<b>2</b>	10 respostas	7 respostas
<b>3A</b>	1 respostas	10 respostas
<b>3B</b>	11 respostas	8 respostas

Fonte: Autores, 2023

Analisando o quantitativo de respostas presentes no Quadro 02, é possível observar que as respostas se encaixam em todas as categorias, porém, a maior parte das respostas se classificaram como 2 e 3B que correspondem respectivamente a falta de relação entre os conhecimentos científicos com a realidade e a relação dos conhecimentos científicos com a realidade em uma perspectiva conformadora.

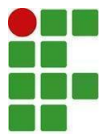
A seguir, são apresentadas as análises das respostas de alguns estudantes de acordo com a categoria em que foram alocadas, como forma de compreender as contribuições das atividades desenvolvidas na oficina para a formação deles.

#### **4.1 Sobre as respostas alocadas na categoria 1**

Conforme apresentado no Quadro 02, sete respostas foram categorizadas no primeiro grupo. Como forma de exemplificar e analisar as respostas, apresentamos algumas delas a seguir. Em relação à questão 6, que perguntava sobre os impactos socioambientais causados pelo descarte indevido de resíduos eletrônicos, o estudante E2 apresentou a seguinte resposta:

##### ***Q6, E2 - Poluição***

É possível observar que, em resposta à Q6, o estudante E2, ao afirmar que os problemas socioambientais do descarte incorreto de resíduos eletrônicos é a “Poluição”, não



articulou conhecimentos científicos relacionados com os que foram apresentados durante as atividades. Durante a oficina, foram apresentadas as consequências do descarte de resíduos eletrônicos, destacando a contaminação do solo, água e ar, geração de gases poluentes e como esses danos influenciam nas relações entre humanos e natureza, sobretudo na produção de injustiças sociais. Assim, é possível concluir que o estudante reduziu a complexidade dos problemas socioambientais à “Poluição”, desconsiderando conhecimentos científicos que poderiam contribuir ao entendimento da temática de maneira mais fundamentada.

Compreendemos que essa generalização, ou reducionismo, pode ser produto de uma construção histórica do capitalismo sobre a complexidade dos problemas ambientais presentes na sociedade, dificultando o estabelecimento de uma visão interdisciplinar e consequentemente os conhecimentos científicos se consolidam em ideais unidimensionais sobre os problemas ambientais (MORIN, 2003). Nesse sentido, ainda que as atividades propostas caminhassem na direção de incorporar o conhecimento científico nos debates socioeconômicos da atualidade, alguns estudantes não demonstraram ter se apropriado desse conhecimento.

#### **4.2 Sobre as respostas alocadas na categoria 2**

Como foi mostrado no Quadro 02, dezessete respostas foram categorizadas no segundo grupo. Desta forma, abaixo está apresentada a análise de respostas à questão 7, que perguntava sobre as críticas postas pela charge. Assim, o *E17* respondeu da seguinte maneira:

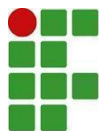
*Q7, E17 - Bem o uso do lixo eletrônico é o que vai trazer grandes benefícios e grandes malefícios também por exemplo: trazer um bom uso pode trazer consequências negativas*

Ao interpretar a charge, o estudante afirma que o lixo eletrônico trouxe “grandes benefícios”, mas também “grandes malefícios” e tenta exemplificar que um bom uso do lixo eletrônico pode trazer consequências negativas. Porém, o estudante não especifica que tipos de benefícios ou malefícios o lixo eletrônico ou as formas de aproveitamento desses resíduos podem causar ao meio ambiente e a sociedade, não sendo possível observar se esses aspectos positivos descritos se referem à produção das medalhas e negativos à situação das pessoas que trabalham com a reciclagem.

Desta maneira, observa-se que o estudante mobilizou conhecimentos científicos, reconhecendo que a produção de lixo eletrônico traz consequências, porém o estudante não cita o que são esses “malefícios” ou “benefícios”, logo, não houve uma relação entre os conhecimentos científicos e a realidade, logo, destacamos que a aproximação dos “conhecimento científico e realidade” têm grande importância para a formação do caráter crítico para o entendimento da complexidade dos problemas socioambientais (LOUREIRO, 2006).

#### **4.3 Sobre as respostas alocadas na categoria 3B**

Para análise das respostas categorizadas em 3B, foram escolhidas algumas respostas à questão 6. Desta maneira, os estudantes 5, 19 e 25 responderam como mostrado abaixo:



*E19 - O descarte incorreto impacta a saúde pública devido aos metais pesados gerando danos ao meio-ambiente através da contaminação do solo.*

*E5 - Negativos, pois os gases poluentes vão todos para a atmosfera prejudicando o meio ambiente e conseqüentemente prejudicando a nós*

*E25 - Podemos citar: a poluição e a exposição a substâncias tóxicas já que esse lixo está em contato direto.*

Nas três respostas dos estudantes, a relação entre os impactos à saúde humana e os impactos ambientais é evidente, pois os estudantes classificam os problemas ambientais como a contaminação da biota por metais potencialmente tóxicos e a liberação de gases poluentes como os geradores de danos a saúde, inclusive trazendo problemas sistêmicos como o impacto a saúde pública, como é afirmado pelo estudante *E19*.

Essas respostas podem mostrar que os estudantes tiveram o entendimento que os problemas ambientais são caracterizados como “problemas socioambientais”, pois é perceptível que existe uma mobilização dos conhecimentos científicos relacionados com a realidade no momento em que se tem o entendimento que a crise ambiental afeta diretamente a sociedade.

De acordo com Guimarães (2010) em concordância com Leff (2014), é importante que a sociedade tenha entendimento que as crises ambientais são sinônimo de crises civilizatórias. Desta forma, para entender como a crise opera é preciso visualizar as injustiças sociais derivadas dos problemas ambientais, demonstrando a complexidade da crise. Desta forma, os estudantes relacionaram os conhecimentos científicos com os impactos ambientais, no entanto, não apontaram problemas estruturantes e as relações de opressão, assim, se categorizando como uma visão conformadora.

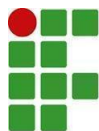
#### **4.4 Sobre as respostas alocadas na categoria 3A**

Foram escolhidas duas respostas à questão 6 e duas respostas à questão 7 categorizadas como 3A. Além disso, foram utilizadas algumas falas dos estudantes presentes nas gravações feitas durante a oficina que apresentam aspectos que podem ser classificados em 3A.

*Q6, E6 - Afetam a vida de animais e pessoas menos afortunadas pois o lixo vai para na casa delas.*

Nessa resposta, destaca-se que o estudante afirma que o lixo eletrônico afeta a vida de pessoas menos afortunadas e que esse lixo vai parar na casa delas, fazendo referência às discussões feitas no segundo dia da oficina, sobre países ricos que enviam resíduos eletrônicos para países empobrecidos e de população não-branca. Essa relação é feita sobre a consequência do descarte de resíduos eletrônicos. Já na resposta *E8* é destacado a redução do tempo de vida das pessoas que estão nos aterros devido aos problemas ambientais gerados pelos resíduos eletrônicos.

*Q6, E8 - Prejudicar a sobrevivência de seres como: contaminação no solo reduz o tempo de vida nos aterros sanitários*



Nessa resposta à questão 6, o estudante cita que “contaminação no solo reduz o tempo de vida nos aterros sanitários”, referindo-se a diminuição da perspectiva de vida das pessoas que trabalham em lixões e aterros sanitários devido a contaminação provocada pelos resíduos. Desta forma, os estudantes 6 e 8 apontam problemas socioambientais e dão indícios de que as consequências do descarte incorreto atingem as pessoas de maneira desigual, sendo que há uma classe que sofre mais com esses problemas. Sendo assim, esses resultados mostram a importância de apresentar temáticas ambientais em perspectiva crítica para trazer a compreensão das complexidades da crise ecológica e como provocadora de problemas sociais presentes na sociedade, ou seja, a racionalidade crítica pode transformar os olhares sobre como a sociedade se organiza e as injustiças sociais presentes na atualidade (LEFF, 2012).

Para Gonçalves (1990), a sensibilização é essencial para a formação do posicionamento do estudante em relação às questões socioambientais, logo, ao analisar as respostas dos estudantes categorizados em 3A, a oficina pode ter contribuído para a formação deste posicionamento. Segundo Gonçalves (1990, p. 131), “[...] O posicionamento correto do indivíduo frente à questão ambiental dependerá da sua sensibilidade e consequente a interiorização de conceitos e valores, os quais devem ser trabalhados de forma gradativa e contínua [...]”.

Assim, as discussões realizadas durante a oficina de EA indicam ter sensibilizado esses estudantes, pois trouxeram conceitos e valores que possivelmente foram mobilizados no questionário, evidenciando que os sujeitos se apropriaram das discussões sobre a temática.

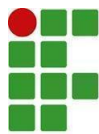
Em resposta à Q7, sobre as críticas sociais que podem ser notadas a partir da charge, o estudante (E6) respondeu a partir de um questionamento, como é possível observar abaixo:

***Q7, E6** - Por exemplo: É justo que apenas pessoas que não tenham boas condições desenvolvam doenças por conta do lixo eletrônico?*

Complementando (E6), o estudante (E10) também fala sobre as injustiças trazidas para a sociedade que não tem seus direitos garantidos devido de consumo, como é possível visualizar abaixo:

***Q7, E10** - Enquanto uma população usa e abusa dos recursos que lhe sobram, e dizem que esse lixo é de segunda mão enviam para uma população que nem sequer possuem os direitos humanos intactos. Será que devemos considerar o lixo eletrônico como segunda mão?*

A partir das respostas dos estudantes, é possível observar aspectos que apontam as desigualdades e as violências típicas do sistema capitalista e da crise ambiental. Essa percepção da realidade tem grande importância para a formação cidadã crítica, pois assim como afirmam Pessoa e Damásio Jr (2013), a imersão do estudante em temáticas que trazem reflexão sobre as atuais injustiças sociais, estimula a formação de sujeitos questionadores. Destarte, acreditamos que essas reflexões também possibilitam a prática da cidadania em perspectiva crítica e transformadora, indo ao encontro do que propõem Rodrigues, Linsingen e Cassiani (2019).



Além de apontar qual parte da população sofre com o descarte dos resíduos eletrônicos (sendo esse um problema proveniente da crise ambiental), o estudante *E10* critica o sistema de exportação, que considera o lixo eletrônico como um material de segunda mão como forma de legalizar o transporte desses resíduos perigosos para países africanos a partir do questionamento “*Será que devemos considerar o lixo eletrônico como segunda mão?*”. A resposta do estudante *E10* apresenta a importância de refletir sobre as questões étnico-raciais relacionadas às injustiças ambientais, assim como afirma Herculano (2008), mostrar o caráter exploratório do modelo de desenvolvimento econômico e como o racismo é estruturado mundialmente para manter as desigualdades é essencial para a compreensão da realidade. Desta forma essa crítica apresentada pelo estudante, mostra a necessidade de debates ambientais, como estratégia para discutir estruturas sociais e o atual modelo de desenvolvimento sustentável.

A perspectiva crítica dos estudantes não se mostrou presente apenas nas respostas às questões, mas também durante a oficina de EA, em que um estudante respondeu a uma pergunta do professor que pode nos trazer algumas reflexões, conforme apresentado na transcrição a seguir

*P\* - Por que os países ricos mandam lixos perigosos para outros países? Eles não têm condições para cuidar desse lixo?*

*E? - É muito gasto, não vale a pena... aí eles não precisam se importar com o que fazem com o lixo em outro lugar.*

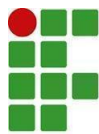
*P\* - Isso é justo? É justo que os Estados Unidos mandem lixo para os países africanos, por exemplo?*

*E? - Não... é bom só para as empresas deles*

As falas do estudante que apontam para os responsáveis pelas violências e destacam que apenas as empresas de países ricos lucram e se aproveitam dos países pobres, concretiza a configuração da EA como transformadora para a libertação e superação de paradigmas dominantes estabelecidas, de acordo com a afirmação de Loureiro (2008), que mostra quais são as perspectivas que os educadores têm buscado a vertente crítica da EA

(...) por situar historicamente e no contexto de cada formação socioeconômica as relações sociais na natureza e estabelecer como premissa a permanente possibilidade de negação e superação das verdades estabelecidas e das condições existentes, por meio da ação organizada dos grupos sociais e de conhecimento produzidos na práxis; emancipatória - ao almejar a autonomia e liberdade dos agentes sociais pela intervenção transformadora das relações de dominação, opressão e expropriação material; transformadora - por visar a mais radical mudança societária, do padrão civilizatório, por meio do simultâneo movimento de transformação subjetiva e das condições objetivas (LOUREIRO, 2006, p.79).

A afirmação de Loureiro (2008), reforça a importância das oficinas de EA para incentivar discussões que tragam a superação de verdades estabelecidas, ou seja, paradigmas, trazendo aspirações emancipatórias assim como Bonfim (2011) e Lowy (2012) mostram nas Onze Teses da Educação Ambiental Crítica. Nas teses 9 e 11, é destacado que atividades de



EA voltadas para perspectiva crítica devem indicar “qual parte da população mais sofre com os problemas ambientais”. Nessa perspectiva, destaca-se também a fala de outro estudante durante a oficina enquanto conversava com o professor sobre as condições que se encontram os catadores de lixo:

*P\* - Um catador de latinhas, quando vai juntar os materiais tem o perigo de se cortar, de se machucar, se contaminar e não recebe nada por todo esse trabalho que faz e os perigos que corre...e se a gente for pensar...*

*E? - Pior sor! ...O cara junta uns pacotão na carroça para ganhar só dez reais...por isso eles colocam areia dentro...RUÍDO...para pesar mais.*

*P\* - Isso mesmo, e por todas essas condições nós consideramos o trabalho de catadores de lixo como um “subemprego” pois eles passam por situações desumanas, inclusive sofrem muito preconceito...*

*E? - E não tá errado eles colocar pedra dentro das latinhas, os caras não ganham nada para se sustentar.*

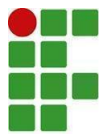
Nesse momento, é possível notar que o estudante possui um olhar crítico em relação às condições dos catadores e durante a conversa, citando aspectos da realidade observados por ele, como por exemplo o uso de carroça para o carregamento de resíduos e os injustos valores pagos pelos sacos. Essas falas mostram a importância de um movimento de conscientização de acordo com o que propõe Freire (2018), que tenha objetivos de alcançar um pensamento crítico e transformador, buscando pensar a superação das formas de opressão. Desta maneira, a oficina de EA parece ter oportunizado discussões e reflexões que apresentassem os aspectos críticos em relação à temática do lixo eletrônico.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Tendo em vista os preceitos teóricos apresentados em relação a EA para a formação cidadã crítica, em minha concepção, a perspectiva crítica-transformadora (perspectiva freireana) trabalhada na EA, deve mostrar e trazer reflexões sobre as diferentes formas de violências a fim de formar pessoas capazes de analisar diversas situações e as relações entre os humanos e a natureza. Para além disso, acredito que a EAC como uma forma de transformação da realidade, pode combater paradigmas ambientais em relação aos conceitos de sustentabilidade vinculados a racionalidade capitalista, buscando mudanças sociais, sendo um processo político de confronto as ideologias neoliberais predominantes em fundações governamentais, instituições políticas e princípios e valores culturais históricos.

Logo, um dos objetivos da formação de cidadãos críticos é oportunizar aos indivíduos uma visão ampla sobre a complexidade das crises socioambientais, sendo que a uma das formas de superar as injustiças sociais e ambientais é com a superação do capitalismo, de maneira que os sujeitos possam pensar, refletir e buscar novas soluções que contemplem as dimensões ambientais, sociais, econômicas e étnicas.

Considerando os resultados obtidos nesta pesquisa, destaca-se que, possivelmente, as atividades da oficina de EA contribuíram para a mobilização dos conhecimentos científicos em relação à temática, além de permitir que alguns estudantes vinculassem esses conhecimentos com a realidade. Para além da relação de conhecimentos científicos e a



realidade, alguns estudantes durante a oficina criticaram o descarte de resíduos eletrônicos e apresentaram os povos que mais sofrem, citando, por exemplo, o continente africano e os catadores de lixo e as discutiram sobre as relações exploratórias impostas pelos países ricos sobre os países africanos, China e Brasil. Sendo assim, é possível que parte dos estudantes se sensibilizaram com o contexto da crise socioambiental e refletiram sobre as relações de classe envolvendo a temática do lixo eletrônico.

Por meio da oficina de EA com a temática do lixo eletrônico, os estudantes puderam participar das diferentes atividades, discutir e refletir sobre os problemas socioambientais gerados pelo descarte incorreto de lixo eletrônico em contexto geopolítico e, a partir dos resultados obtidos, foi possível observar que houve interesse por parte deles com a temática e houve sensibilização dos mesmos perante o tema, pois alguns estudantes observaram aspectos na temática que são condizentes com sua realidade, principalmente em relação a situação dos catadores de lixo e aos lixões a céu aberto. Essa sensibilização foi importante para a formação de novos paradigmas, demonstrada pelos estudantes nas falas em relação aos catadores de lixo, que mostram consciência de que o sistema traz injustiças a essas pessoas.

## **6 REFERÊNCIAS**

ANYANWU, Ibe Anthony. ETHICAL EVALUATION OF E-WASTE CRISIS IN AFRICA. EVAIA: INTERNATIONAL JOURNAL OF ETHICS AND VALUES, v. 2, n. 1, 2022.

ANGELI, Thaís; OLIVEIRA, Rosemary Rodrigues. A utilização do conceito de Racismo Ambiental, a partir da perspectiva do lixo urbano, para apropriação crítica no processo educativo ambiental The use of the concept of Environmental Racism from the urban waste perspective for critical appropriation in the environmental educational process. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 33, n. 2, p. 51-70, 2016.

ABREU, André Souza; DE FREITAS, Pedro Augusto Ramos. LEVANTAMENTO HISTÓRICO DA ELETRÔNICA: PRINCIPAIS INVENTORES E SUAS CONTRIBUIÇÕES. **Anais do Seminário de Pesquisa e Inovação Tecnológica-SEPIT**, 2017.

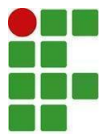
ALMEIDA, Alcides Vieira de. **Dos aprendizes artífices ao Instituto Federal de Santa Catarina**. Florianópolis: Publicações do IF-SC, 2010.

BRASIL. Lei 8.112, de 11 de dezembro de 1990. Dispõe sobre o regime jurídico dos servidores públicos civis da União, das autarquias e das fundações públicas federais. **Diário Oficial da União**, Brasília, 18 mar. 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/leis/L8112cons.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L8112cons.htm). Acesso em: 15 jul. 2011.

BRANDÃO, Carlos R. A pergunta a várias mãos: a experiência da pesquisa no trabalho do educador. São Paulo: Cortez, 2003.

BRANDÃO, Carlos R.; STRECK, Danilo R. (Org.). Pesquisa participante: o saber da partilha. São Paulo: Ideias & Letras, 2006.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues; BORGES, Maristela Correa. A pesquisa participante: um momento da educação popular. **Revista de Educação Popular**, v. 6, n. 1, 2007.



BIRICH, Alexander; MOHAMED, Seifeldin Raslan; FRIEDRICH, Bernd. Screening of non-cyanide leaching reagents for gold recovery from waste electric and electronic equipment. **Journal of Sustainable Metallurgy**, v. 4, n. 2, p. 265-275, 2018.

BRUM, Isis. Estudante aprende 68% mais com bom professor. **O Estadão**, São Paulo, 18 jul. 2011. Notícias. Disponível em: <http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,estudante-aprende-68-mais-com-bom-professor,746352>. Acesso em: 18 jul. 2011.

CAMARGOS, Daniel, Exclusivo: Apple, Google, Microsoft e Amazon usaram ouro ilegal de terras indígenas brasileiras, Reporter Brasil, 2021. <https://reporterbrasil.org.br/2022/07/exclusivo-apple-google-microsoft-e-amazon-usaram-ouro-ilegal-de-terras-indigenas-brasileiras/>

CARVALHO, Breno Oliveira Medeiros de. Lixo eletrônico: o lado obscuro do avanço tecnológico. 2019.

CASTRO, Julia Soares Rosa. **Criatividade escolar**: relação entre tempo de experiência docente e tipo de escola. 2007. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/2704>. Acesso em: 20 jul. 2011.

Delizoicov, D. & Angotti, J. A. (1990). Física. São Paulo: Cortez.

Delizoicov, D. & Angotti, J. A. & Pernambuco, M. M. C. A. (2002). Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez.

DE JESUS, Victor. RACISMO AMBIENTAL, NAVIOS DE LIXO E QUARTO DE DESPEJO: A GEOPOLÍTICA NEOCOLONIAL AMBIENTALMENTE TÓXICA DO DESCARTE DE RESÍDUOS NOS PAÍSES “LIXEIRAS DO MUNDO”. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)**, v. 14, n. Ed. Especi, p. 25-51, 2022.

DE SOUSA SANTOS, Boaventura. Epistemologias do Sul. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, v. 80, p. 5-10, 2008.

DIAS, G. F. Educação Ambiental: princípios e práticas. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2004.

DICKMANN, Ivo; CARNEIRO, Sônia Maria Marchiorato. Paulo Freire e Educação

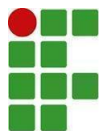
Ambiental: contribuições a partir da obra Pedagogia da Autonomia. In: Revista Educação Pública, Cuiabá, v. 21, n. 45, jan./abr. 2012.

DINIZ JÚNIOR. Toma que o lixo é teu! A história das toneladas de lixo enviadas ilegalmente da Europa para os portos brasileiros e os impactos no meio ambiente Rio Grande do Sul: Portos & Mercados, 2016.

DOS SANTOS, Kaue Lopes. A recommodização da economia urbana em Acra, Gana. **Caderno de Geografia**, v. 31, n. 67, p. 1223-1223, 2021.

EL PAÍS. Agbogbloshie: ideas entre tóxicos, 2014. Disponível em: [https://elpais.com/elpais/2014/09/16/planeta\\_futuro/1410883842\\_074269.html](https://elpais.com/elpais/2014/09/16/planeta_futuro/1410883842_074269.html).

FAQUETTI, Marouva Fallgatter; VANIN, Mariléia; BLATTMANN, Ursula. Apresentação de



trabalhos escolares: a biblioteca no processo de aprendizagem. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIBLIOTECONOMIA, DOCUMENTAÇÃO E CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 21., 2005, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: FEBAB, 2005.

FREITAS, Luciane Albernaz de Araujo; FREITAS, André Luís Castro de. A crise socioambiental: uma crise civilizatória. 2014.

FREIRE, Paulo. **Conscientização**. Cortez Editora, 2018.

FORTI, Vanessa et al. **The global e-waste monitor 2020**. Quantities, flows, and the circular economy potential, p. 1-119, 2020.

GONÇALVES, Dalva RP; RP, A. Educação ambiental e o ensino básico. **SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE UNIVERSIDADE E MEIO AMBIENTE**, v. 4, p. 125-146, 1990.

Isimekhai, K. A., Garelick, H., Watt, J., & Purchase, D. (2017). Heavy metals distribution and risk assessment in soil from an informal E-waste recycling site in Lagos State, Nigeria. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(20), 17206–17219.

HERCULANO, Selene. O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental.

InterfaceHS, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 1 - 20, jan./abr. 2008.

JABBOUR, Elias Marco Khalil et al. A (Nova) Economia do Projeto: o conceito e suas novas determinações na China de hoje. **Geosul**, v. 35, n. 77, p. 17-48, 2020.

JABBOUR, E. GABRIELE, A. *China: o socialismo do século I*. Boitempo, 2021.

LAYRARGUES, Philippe Pomier. Educação ambiental com compromisso social: o desafio da superação das desigualdades. **Repensar a educação ambiental: um olhar crítico**. São Paulo: Cortez, p. 11-31, 2009.

LAZARTE, Leonardo. Ecologia cognitiva na sociedade da informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 29, n. 2, p. 43-51, maio/ago. 2000. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-19652000000200006](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19652000000200006). Acesso em: 19 ago. 2009.

LEFF, E. Aventuras da epistemologia ambiental: da articulação das ciências ao diálogo de saberes. São Paulo: Cortez, 2012.

LEFF, Enrique. Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza. Tradução: Carlos Cabral – Civilização Brasileira. 2006.

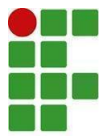
LÖWY, M. **Ecologia e socialismo**. São Paulo: Cortez, 2005.

LOUREIRO, Carlos Frederico B. **Sustentabilidade e educação: um olhar da ecologia política**. Cortez Editora, 2014.

LOUREIRO, Carlos Frederico B. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2006

LU, Chenyu et al. An overview of e-waste management in China. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 17, n. 1, p. 1-12, 2015.

KARNOPP, Lodenir Becker. Língua de sinais na educação de surdos. *In*: THOMA, Adriana



da Silva; LOPES, Maura Corcini (org.). **A invenção da surdez: cultura, alteridade, identidade e diferença no campo da educação**. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2005. p. 105-113.

KUHN, Thomas. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Trad. Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 2011.

MAPHOSA, Vusumuzi; MAPHOSA, Mfowabo. E-waste management in Sub-Saharan Africa: A systematic literature review. **Cogent Business & Management**, v. 7, n. 1, p. 1814503, 2020.

MORIN, E. *A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Trad. Eloá Jacobina. 8o ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2003a.

MUSSON, Stephen E. et al. Characterization of lead leachability from cathode ray tubes using the toxicity characteristic leaching procedure. **Environmental science & technology**, v. 34, n. 20, p. 4376-4381, 2000.

NEVES, José Luis. Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades. **Caderno de pesquisas em administração, São Paulo**, v. 1, n. 3, p. 1-5, 1996.

NNOROM, I. C.; OSIBANJO, O. Electronic waste (e-waste): Material flows and management practices in Nigeria. *Waste Management*, v. 28, n. 8, p. 1472-1479, 2008 b.

OLIVEIRA, Paulo César de; CARVALHO, Patricia de. A intencionalidade da consciência no processo educativo segundo Paulo Freire. **Paidéia (Ribeirão Preto)**, v. 17, p. 219-230, 2007.

OSSAMU, C. Revista Veja Especial Tecnologia – 08/2007. O ouro está no lixo. Disponível em: [http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/conteudo\\_248323](http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/conteudo_248323).

OTENG-ABABIO, Martin. E-waste: an emerging challenge to solid waste management in Ghana. **International Development Planning Review**, v. 32, n. 2, 2010.

PESSÔA, E. B.; DAMÁZIO JR, V. Contribuições da Educação Matemática Crítica para o processo de matricialidade nas séries iniciais do Ensino Fundamental: um olhar através dos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Revista BOEM*, Joinville, v.1, n.1, p.76 - 98, jul./dez.2013.

PAUTASSO, Diego. Desenvolvimento e poder global da China: a política Made in China 2025. **Austral: Brazilian Journal of Strategy & International Relations**, v. 8, n. 16, 2019.

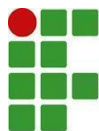
PORTO-GONÇALVES, C. W. *O desafio ambiental*. Organizador Emir Sader. 6o ed. Rio de Janeiro: Record, 2016.

RAABE, Dierk et al. Making sustainable aluminum by recycling scrap: The science of “dirty” alloys. **Progress in Materials Science**, p. 100947, 2022.

RAMOS, Elisabeth Christmann. Educação ambiental: origem e perspectivas. **Educar em Revista**, p. 201-218, 2001.

RODRIGUES, V. A. B.; LINSINGEN, I.; CASSIANI, S. Formação cidadã na educação científica e tecnológica: olhares críticos e decoloniais para as abordagens CTS. **Educação e Fronteiras**, v. 9, n. 25, p. 71-91, 2019.

ROCHA, Ingrid Forte Moura. Os impactos jurídicos na união europeia decorrentes da decisão chinesa de não importar mais o lixo do mundo: necessidade frente ao aumento da poluição



marinha. 2018.

RUSCHEL, René. Importação clandestina de lixo vira problema nos portos brasileiros. CartaCapital, Sustentabilidade, 3 abr. 2021.

THAPA, Kaustubh et al. Ultimate producer responsibility for e-waste management—A proposal for just transition in the circular economy based on the case of used European electronic equipment exported to Nigeria. **Business Strategy & Development**, 2022.

SILVA, Augusto Paulo et al. África e China: laços de mais de meio século que podem ajudar a reescrever a história da cooperação sanitária. 2020.

SANTOS, Josiane Soares; DA SILVA, Everton Melo; DA SILVA, Mylena. RACISMO AMBIENTAL E DESIGUALDADES ESTRUTURAIS NO CONTEXTO DA CRISE DO CAPITAL. **Temporalis**, v. 22, n. 43, p. 158-173, 2022.

SAVIANI, Dermeval. Teorias pedagógicas contra-hegemônicas no Brasil. **Ideação**, v. 10, n. 2, p. 11-28, 2008.

SIQUEIRA, Andressa Terezinha Sodré. Thomas Kuhn entre a Racionalidade e a Relatividade do Conhecimento Científico. 2017.

THE GUARDIAN. Rotten eggs:e-waste from Europe poisons Ghana's food chain.2019.Disponível:<https://www.theguardian.com/global-development/2019/apr/24>

ZHAO, Qinghua; CHEN, Ming. A comparison of ELV recycling system in China and Japan and China's strategies. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 57, p. 15-21, 2011.

WIDMER, Rolf et al. Global perspectives on e-waste. **Environmental impact assessment review**, v. 25, n. 5, p. 436-458, 2005.

**ANEXO 01 – Questionário utilizado para a produção de dados da oficina**  
**Oficina de Educação Ambiental - Lixo eletrônico**

E. E. B. Heriberto Hülse - Câmpus Criciúma do Instituto Federal de Santa Catarina

Estudante: \_\_\_\_\_

**Lixo eletrônico e os impactos socioambientais**

As figuras a seguir apresentam a manchete de uma notícia sobre a última Olimpíada em 2021 e uma charge sobre o tema abordado na notícia. Observe as figuras e responda às questões seguintes:

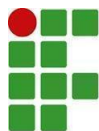
**Figura 1 - Manchete de notícia sobre as medalhas de Tóquio 2021**



**Fonte:** Escola Politécnica da USP (2021)

**Figura 2 - Charge sobre as medalhas feitas de lixo eletrônico**

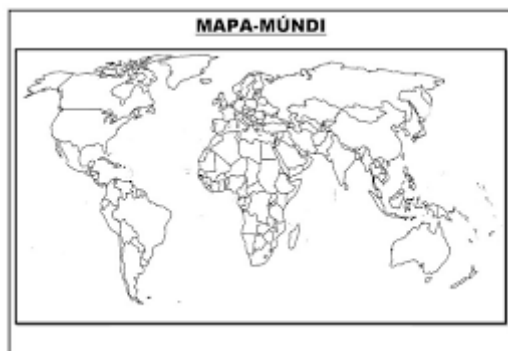




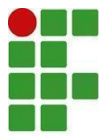
**Autor:** Autores (2022)

**Questões para reflexão (responda as questões nesta folha e, se necessário, anexe mais uma folha para registrar suas respostas)**

- 1) Você identificou qual o lugar representado pelo autor no segundo quadro da charge?  
Em caso afirmativo, qual?
- 2) O que as pessoas do segundo quadro da charge estão fazendo?
- 3) Qual a relação do trabalho das pessoas do segundo quadro com a atleta premiada nas Olimpíadas?
- 4) Quais as condições de trabalho das pessoas que estão no segundo quadro da charge?
- 5) Qual a função das fogueiras apresentadas na charge?
- 6) Quais os impactos socioambientais do descarte incorreto do lixo eletrônico?
- 7) Quais críticas sociais podem ser feitas a partir da interpretação da charge?
- 8) Colora (ou marque com x) a região do mundo em que há mais cenários parecidos com o segundo quadro.

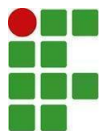


- 9) Por que você acha que a região marcada anteriormente é a que mais se encontra o cenário apresentado no segundo quadro da charge?
- 10) O que poderia ser feito para reverter essa situação?

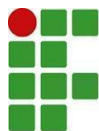


## ANEXO 02 – Respostas dos estudantes ao questionário e as categorias

Estudante	Resposta Q6	Categoria	Resposta Q7	Categoria
E1	Negativos, pois os gases poluentes vão todos para a atmosfera prejudicando o meio ambiente e consequentemente prejudicando os humanos.	3B	Enquanto uma parte da população só recebe de pronto mão os produtos dos recursos que importam, outros não possuem nem os direitos humanos básicos. Será que devemos considerar o lixo eletrônico como segunda mão?	3A
E2	Poluição.	1	Uma planta e uma pilha, acontece que os químicos que tem na pilha afeta a água e água afeta a planta	3B
E3	Pobreza e poluição nos países pobres da África	3A	Enquanto alguns ganham, na África a situação de muitos catadores de lixo é lamentável	3A
E4	Contaminação no solo, na água e até na atmosfera	2	A péssima condição de vida do catador como o ambiente está poluído	3B
E5	Negativos, pois os gases poluentes vão todos para a atmosfera prejudicando o meio ambiente e consequentemente prejudicando a nós.	3B	Enquanto uma população usa e abusa dos recursos que lhe sobram, e dizem, que esse lixo é de segunda mão enviam para uma população que nem sequer possuem direitos humanos intactos. Será que devemos considerar o lixo eletrônico como segunda mão?	3A
E6	Afetam a vida de animais e pessoas menos afortunadas pois o lixo vai para na casa delas	3A	Por exemplo: É justo que apenas pessoas que não tenham boas condições desenvolvam doenças por conta do lixo eletrônico?	3A
E7	O ambiente que foi devastado pode se tornar tóxico	3B	Uma planta e uma pilha, acontece que os químicos que tem na pilha afeta a água e água afeta a planta	2
E8	Prejudicar a sobrevivência dos seres como: Contaminação no solo e reduz o tempo de vida nos aterros sanitários	3B	Parar o uso do ouro e usar outro tipo de material	2
E9	Prejudica a atmosfera, o ar, os nossos pulmões e etc.	3B		



E10	Negativos, pois os gases poluentes vão todos para a atmosfera prejudicando o meio ambiente e consequentemente prejudicando os humanos.	3B	Enquanto uma parte da população só recebe pronto mão os produtos dos recursos que importam, outros não possuem nem os direitos humanos básicos. Será que devemos considerar o lixo eletrônico como segunda mão?	3A
E11	Poluição.	1		
E12	O ambiente que foi devastado pode se tornar tóxico	2	Uma planta e uma pilha, acontece que os químicos que tem na pilha afeta a água e água afeta a planta	3B
E13	Contaminação no solo, na água e até na atmosfera	2	Sobre a poluição no meio ambiente ou as péssimas condições de vida dos catadores	3A
E14	Poluição.	1	As pessoas estão acabando com o planeta e com a saúde dos catadores que queimam as coisas no solo e poluem o ar	3A
E15	Poluição.	1	Crítica a hipocrisia de nós ter que poluir o ambiente para sermos felizes	3A
E16	Dentre os impactos que podemos citar, a poluição e a exposição à substâncias tóxicas já que esse lixo está em contato direto com o solo, o tornando infértil, e as substâncias que são liberadas na atmosfera, o que causa uma série de problemas	3B	A falta de empatia com essas pessoas que expõe a essas condições, a falta de respeito com o planeta (por não terem feito a reciclagem devidamente	3A
E17	Poluição do meio ambiente	2	Bem o uso do lixo eletrônico é o que vai trazer grandes benefícios e grandes malefícios também por exemplo: trazer um bom uso pode trazer consequências negativas	2
E18	Prejudicar a sobrevivência dos seres como: Contaminação no solo e reduz o tempo de vida nos aterros sanitários	3B	Parar o uso do ouro e usar outro tipo de material	2
E19	O descarte incorreto impacta a saúde pública devido aos metais pesados gerando danos ao meio-ambiente através da contaminação do solo	3B	Que o ouro das medalhas olímpicas é a mesma do ouro retirado indevidamente de lixo eletrônico	3B
E20	Poluição	1	Problema de Ética	1
E21	Poluição e exposição a substâncias tóxicas	3B	A falta de empatia com as pessoas	3B
E22	Poluição	1	es catadores acabam tendo mais riscos	



E23	Poluição, contaminação do ambiente e et	2	A péssima condição dos catadores de lixo	3B
E24	Poluição química ambiental, geralmente	2	Descarte incorreta de eletrônicos, e juntamente com as condições precárias a saúde	3B
E25	Podemos citar: a poluição e a exposição a substâncias tóxicas já que esse lixo está em contato direto.	2	A falta de empatia com as pessoas que tem que se expor a essas condições	3A
E26	Esses resíduos podem afetar os humanos	3B		
E27	Podemos citar: a poluição e a exposição a substâncias tóxicas já que esse lixo está em contato direto.	2	A falta de empatia com as pessoas que tem que se expor a essas condições	3B
E28	Podemos citar: a poluição e a exposição a substâncias tóxicas já que esse lixo está em contato direto.		A falta de empatia com as pessoas que tem que se expor a essas condições	