



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE QUÍMICA

FERNANDA GOLDEN SILVA SIQUEIRA

**“PROCESSO DE CAPTAÇÃO DE LIXO ELETRÔNICO EM
ESCOLAS PÚBLICAS ESTADUAIS: UMA ANÁLISE DA
METODOLOGIA DE ENSINO POR INVESTIGAÇÃO EM UM
TRABALHO DE FEIRA DE CIÊNCIAS”**

Trabalho de Conclusão de Curso

SANTO ANDRÉ - SP

2021

FERNANDA GOLDEN SILVA SIQUEIRA

**“PROCESSO DE CAPTAÇÃO DE LIXO ELETRÔNICO EM ESCOLAS PÚBLICAS
ESTADUAIS: UMA ANÁLISE DA METODOLOGIA DE ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO EM UM TRABALHO DE FEIRA DE CIÊNCIAS”**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
conclusão do Curso de Especialização em
Ensino de Química da UFABC.

Orientadora: Profa. Dra. Karina
Passalacqua Morelli Frin

SANTO ANDRÉ - SP

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida e por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso.

Ao meu esposo David José e aos meus pais Marli Siqueira e José Siqueira pelo incentivo, orgulho, motivação e por compreenderem a minha ausência enquanto eu me dedicava a realização deste trabalho.

Ao meu amigo Edilson Fernandes pelos ensinamentos e conselhos.

Em especial a minha Professora e Orientadora Dra. Karina Frin pelas correções, orientações, ensinamentos e por todo encorajamento que me permitiu apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação.

RESUMO

O Brasil é o país que ocupa o primeiro lugar na geração de lixo eletrônico por habitante, resultando em problemas à saúde humana e ao meio ambiente, quando descartado de maneira incorreta. O objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso, foi analisar um trabalho investigativo de uma Campanha de Lixo Eletrônico realizado por duas alunas do Ensino Médio de uma escola pública da região metropolitana de São Paulo. O Trabalho das alunas teve como propósito a criação de um método de coleta de eletrônicos inutilizados a partir de pontos locados em escolas públicas estaduais, buscando resolver a seguinte questão: “Como desenvolver um sistema de recolhimento de lixo eletrônico a partir de pontos de coleta em escolas públicas estaduais?” Os resultados da Campanha Lixo Eletrônico desenvolvida pelas alunas, foram apresentados na Feira de Ciências da Diretoria de Ensino da Região da Grande São Paulo. O trabalho resultou na coleta de 1 tonelada de lixo eletrônico na campanha que envolveu 11 escolas. Elas concluíram que, além dos problemas causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico à saúde humana e ao meio ambiente, existia também o desconhecimento por parte da população sobre locais de descarte adequados para este tipo de lixo. Assim, foi utilizado como método de análise do trabalho as fases essenciais do Ensino por Investigação de Carvalho et al. (2013) e o Ciclo Investigativo de Pedaste et al. (2015). Os dados coletados quando comparados demonstram que o trabalho desenvolvido permeou as fases características essenciais do ensino por investigação. Portanto, concluímos que o trabalho desenvolvido pelas alunas, quando comparados com os elementos constituintes de um trabalho de cunho investigativo, promoveu o aprendizado e auxiliou no desenvolvimento da capacidade e autonomia dos estudantes.

Palavras-chave: Lixo Eletrônico, Ensino por Investigação, Feira de Ciências

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	06
1.1 Justificativa.....	07
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	08
2.1.1 O que é lixo.....	08
2.1.2 O que é lixo eletrônico.....	09
2.1.3 Logística Reversa.....	10
2.1.4 Logística Reversa de Pós-Venda.....	11
2.1.5 Logística Reversa de Pós-Consumo.....	11
2.1.6 Prejuízos do lixo eletrônico ao meio ambiente.....	12
2.1.7 Prejuízos do lixo eletrônico à saúde.....	13
2.1.8 A importância do ensino de sustentabilidade na educação básica.....	15
2.1.9 Metodologia do ensino.....	16
2.1.10 Metodologia de Ensino por Investigação.....	17
2.1.11 O ensino de Ciências por investigação.....	18
2.1.12 Feiras de Ciências.....	20
3. OBJETIVOS.....	21
4. METODOLOGIA.....	21
4.1 Metodologia da Campanha.....	22
4.3 Natureza da pesquisa.....	22
4.4 Local e Público-alvo.....	23
4.5 Campanha.....	23
4.6 Fases da Campanha.....	24
4.7 Critérios para a Campanha.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
5.1 Metodologia do trabalho de conclusão.....	26
5.1.2 Contexto.....	26
5.1.3 Procedimento.....	27
6. CONCLUSÃO.....	28
7. REFERÊNCIAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório do Programa das Nações para o Meio Ambiente (PNUMA), o Brasil é o país que ocupa o primeiro lugar na geração de lixo eletrônico por habitante, seguido por México, Marrocos, África do Sul, China, Peru, Colômbia e Índia, nessa ordem. O lixo eletrônico descartado de maneira incorreta, sem a devida destinação e geralmente depositado em aterros sanitários, traz danos à saúde da população e ao meio ambiente, por conter metais pesados que contaminam o solo e o lençol freático.

O contato com estas substâncias pode provocar vários distúrbios à saúde: o chumbo, encontrado em vários equipamentos eletrônicos, causa danos ao sistema nervoso e sanguíneo; já o mercúrio provoca danos cerebrais e ao fígado; o cádmio provoca problemas aos ossos, pulmões e rins, afetando também o sistema nervoso por envenenamento; o arsênio pode afetar o sistema nervoso e aumenta consideravelmente a probabilidade de ocorrer câncer no pulmão (FAVERA, 2008).

Contudo, percebeu-se que a população não possui conhecimento acerca desse assunto e não existem órgãos encarregados para realizar a fiscalização, tampouco, a elaboração de projetos que impeçam o descarte incorreto do lixo eletrônico. Assim, o presente trabalho propôs uma reflexão acerca das atitudes e dos conhecimentos a respeito desse tema.

O Ensino por Investigação se caracteriza por transformar o aluno em sujeito ativo em seu processo de aprendizagem, por possuir características essenciais responsáveis pelo engajamento dos alunos em uma atividade, estimulando a curiosidade, a construção de opiniões, hipóteses e argumentação, a sistematização de ideias e o desenvolvimento de conceitos científicos.

Foi analisado um trabalho desenvolvido por duas alunas do ensino médio de uma escola pública estadual da região metropolitana de São Paulo a partir de uma perspectiva de investigação científica onde a pergunta base foi “Como desenvolver um sistema de recolhimento de lixo eletrônico a partir de pontos de coleta em escolas públicas estaduais?” Surgindo então a Campanha de Lixo Eletrônico que objetivou desenvolver um método de coleta de eletrônicos inutilizados a partir de pontos locados em escolas públicas estaduais. A Campanha foi dividida em duas etapas: a primeira

foi utilizar 84 escolas estaduais de uma diretoria de ensino da grande São Paulo onde as alunas apresentaram aos gestores dessas unidades escolares os objetivos e as regras da Campanha de Lixo Eletrônico. A segunda etapa envolvia um segundo local, o *stand* na Feira de Ciências onde a campanha foi também executada.

O método utilizado para este trabalho de conclusão de curso se valeu por desenvolver levantamentos dos dados quali/quantitativos apresentados pelas alunas, análise dos resultados e comparação com os 4 elementos essenciais que identificam e constituem um trabalho de investigação científica conforme postula Carvalho et al (2013), além de comparar, para efeito de confirmação, o ciclo investigativo de Pedaste et al (2015). Para efeito de procedimentos técnicos nos valem da revisão bibliográfica para atualização de literatura, ainda verificando, analisando e comparando os materiais bibliográficos relativos ao tema.

O trabalho desenvolvido por elas, a partir deste questionamento, apresentado na Feira de Ciências da Diretoria de Ensino da Região da Grande São Paulo, percorreu as dimensões do ensino por investigação, que está pautado na resolução de problemas, no desenvolvimento do conhecimento científico, no questionamento e levantamento de hipóteses, na construção de argumentos, na experimentação e no desenvolvimento de competências e habilidades, tendo o professor como mentor e facilitador ao acesso do aluno à informação.

De acordo com Azevedo (2004, p.22) as aulas investigativas quando trabalhadas em sala de aula, oportuniza o aluno a participar do seu processo de aprendizagem e sua vivência no mundo cotidiano.

“Utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações”. (Azevedo, 2004, p.22)

1.1 JUSTIFICATIVA

Durante os anos de 2017, 2018 e 2019 uma Diretoria de Ensino da Região Metropolitana de São Paulo realizou Feiras de Ciências para suas 84 escolas e seus

respectivos alunos, cerca de 96 mil segundo o Relatório Anual da Diretoria de Ensino (2020). Na edição de 2019 participaram 33 escolas das 84 de sua jurisdição, com visitação de aproximadamente 3 mil pessoas entre alunos e convidados. Foram 77 trabalhos expostos, 120 professores orientadores e 300 alunos pesquisadores expositores. O objetivo do evento foi de promover a cultura de resoluções de problemas e colaboração. A feira foi estruturada em três etapas sendo: O Congresso dos Alunos Pesquisadores; “Feira Virtual”; e a “Feira Presencial”. (Relatório da Feira de Ciências – DERC – 2019). “Campanha de lixo Eletrônico” foi um dos trabalhos expostos que apresentou uma proposta de desenvolver um método de coleta de eletrônicos inutilizados a partir de pontos locados em escolas públicas estaduais. Elaborado por duas alunas do Ensino Médio de uma das escolas da Diretoria de Ensino Região Carapicuíba, o trabalho foi desenvolvido a partir de uma perspectiva de investigação científica onde a pergunta base foi “Como desenvolver um sistema de recolhimento de lixo eletrônico a partir de pontos de coleta em escolas públicas estaduais?” Melville et al. (2008) observou que o Ensino de Ciências por Investigação busca envolver ativamente os alunos em sua aprendizagem, por meio da geração de questões e problemas nos quais a investigação é condição para resolvê-los, devendo ser incentivados em eventos como Feira de Ciências, onde além da investigação, a contextualização e a interdisciplinaridade são recursos inovadores que ampliam o contato do aluno com o mundo, provocando sua curiosidade e despertando nele o gosto pelo conhecimento.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo inicial, apresentaremos termos e conceitos acerca do lixo eletrônico e as características do ensino por investigação, a fim de entender o objetivo da presente pesquisa: Analisar os aspectos metodológicos do ensino por investigação e os resultados obtidos por alunas de uma escola pública estadual em um trabalho de feira de ciências da região metropolitana de São Paulo.

2.1 O que é lixo

A palavra lixo, derivada do termo latim *lix*, que significa cinza, palavra vinculada a cinza de fogões. Pode-se considerar lixo tudo aquilo que é considerado inútil e sem valor, ou seja, todos os tipos de resíduos sólidos considerados imprestáveis e irrecuperáveis, resultantes das atividades humanas seja papel, papelão, restos de alimentos, vidros, embalagens plásticas. (OLIVEIRA; CARVALHO, 2004).

De acordo com Ferreira (1999), lixo é "aquilo que se varre da casa, do jardim, da rua e se joga fora; entulho. Tudo o que não presta e se joga fora. Sujidade, sujeira, imundície. Coisa ou coisas inúteis, velhas, sem valor". Jardim e Wells (1995, p. 23) definem o lixo como "[...] os restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis".

2.2 O que é lixo eletrônico

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2014) lixo eletrônico consiste em "itens de todos os tipos de equipamentos elétricos e eletrônicos e as suas partes que foram descartadas pelo proprietário como resíduos sem a intenção de reuso". O Brasil é o país que gera maior quantidade de lixo eletrônico por habitante, seguido do México, Marrocos, África do Sul, China, Peru, Colômbia e Índia, de acordo com relatório do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

Segundo Latouche (2012, p. 38), "a capacidade de regeneração da Terra não acompanha a procura: o homem transforma os seus recursos em lixo mais rapidamente do que a natureza pode transformar lixo em novos recursos".

No Brasil em 02 de agosto de 2010, foi aprovada a Lei Federal nº 12.305 referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos com o objetivo de promover diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BRASIL, 2010). A legislação estabeleceu no artigo 33 a obrigação das empresas em implementar e estruturar sistemas de logística reversa para produtos que sejam devolvidos e, portanto, destinados adequadamente:

Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - Pilhas e baterias;

III - pneus; IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.

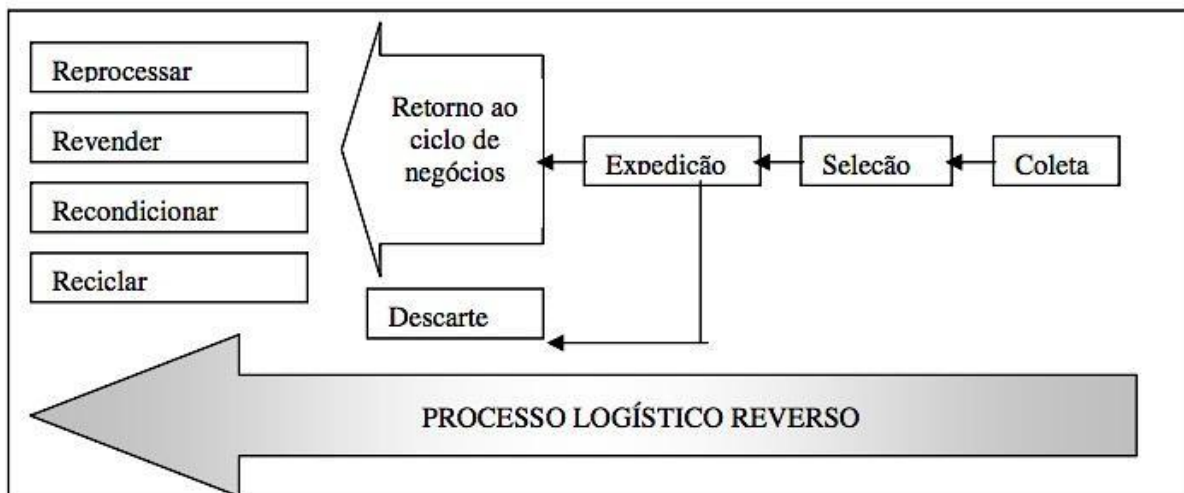
Portanto a logística reversa é um processo de planejamento, implementação e controle eficiente do fluxo e economia de matérias-primas, estoque em processos, produtos acabados e informações relacionadas do ponto de origem até o ponto de consumo com a finalidade de recaptura ou descarte adequado (ROGERS AND TIBBEN-LEMBKE, 1999).

2.3 Logística Reversa

Logística reversa é um termo muito geral e de significado mais amplo. Todas as operações relacionadas ao reaproveitamento de produtos e materiais, incluindo todas as atividades logísticas de coleta, desmontagem e processamento de produtos e / ou materiais e peças, para garantir a recuperação sustentável (LEITE, 2003).

Ainda na visão de Leite (2003), logística reversa é um campo da logística comercial, que visa resolver o aspecto logístico de retorno de mercadorias à produção ou ao ciclo de negócios por meio de canais de distribuição reversa pós-venda e pós-consumo diversificados, e aumentar o valor econômico, a ecologia e legal como demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Atividades Típicas do Processo Logístico Reverso



Fonte: adaptado de Lacerda (2003).

2.4 Logística Reversa de Pós-Venda

É caracterizada pelo uso repetido, revenda como um subproduto ou produto de segunda linha e reciclagem de mercadorias que os clientes devolvem a qualquer ponto da cadeia de distribuição devido a erros comerciais, datas de vencimento e problemas de qualidade, para varejistas, atacadistas ou diretamente para a indústria. A logística reversa de pós-venda pode ser definida como a área onde o fluxo físico e as informações logísticas das mercadorias de pós-venda que não são utilizadas ou raramente utilizadas por diversos motivos, são devolvidas a todos os elos da cadeia de distribuição (Leite, 2009).

2.5 Logística Reversa de Pós-Consumo

Sua característica é o planejamento, controle e destinação final dos bens de pós-consumo que atingiram sua vida útil pelo uso. De acordo com Leite (2003), esses bens ou materiais são convertidos nos chamados produtos pós-consumo e podem ser enviados para destinos finais tradicionais, como incineração ou aterros sanitários, causando graves impactos ambientais. Ainda segundo Leite (2003), “o sistema de reciclagem agrega valor econômico, ecológico e logístico” às mercadorias pós-

consumo, cria condições para que os materiais se reintegrem ao ciclo de produção, substitui novas matérias-primas e cria uma economia reversa.

A logística reversa pós-consumo é considerada por Barbieri e Dias (2002) como logística reversa sustentável, sendo um importante mecanismo para a implantação de planos de produção e consumo sustentáveis, ou seja, tem como foco a reciclagem de materiais pós-consumo e, portanto, uma ferramenta de gestão ambiental.

2.6 Prejuízos do lixo eletrônico ao meio ambiente

O meio ambiente, tem sido afetado negativamente de duas formas com a produção acelerada de eletroeletrônicos: durante a sua fabricação, por utilizar diversos recursos naturais em seu processo; e durante a destinação inadequada desse material quando descartados por mal funcionamento ou por se tornarem obsoletos (Oliveira et al 2010).

Segundo Rosa (2007), a indústria de tecnologia da informação é uma das que mais colaboram com a degradação ambiental. Novas tecnologias surgem a cada ano e encurtam a vida útil de alguns dispositivos, eventualmente acumulando e aumentando a quantidade de lixo eletrônico encontrado em aterros sanitários. Em média, 1.800 kg de materiais são usados para fazer computadores, como 240 kg de combustíveis fósseis, 22 kg de produtos químicos e 1.500 litros de água. Para atingir a pureza exigida na fabricação de colas de silicone, utilizadas, por exemplo, na fabricação de chips eletrônicos e placas de computador, o material deve ser imerso em uma grande quantidade de água purificada.

Torres (2008) afirma que o maior perigo da tecnologia avançada é seu significativo impacto ambiental. Em primeiro lugar, a indústria de informática e seus periféricos eletrônicos, é uma das indústrias que, por parcela do produto, consome a maior parte dos recursos naturais, tanto na forma de matérias-primas quanto na forma água e energia.

Num estudo sobre os impactos sociais e ambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos realizado por Rodrigues (2007), através de um estudo de caso com cerca de 50 organizações que desenvolvem atividades relacionadas com equipamentos elétricos e eletrônicos, concluiu que, no nosso país, a infraestrutura para essa coleta de resíduos é praticamente inexistente, pois

atualmente não existe uma legislação que considere especificamente sua toxicidade ou exija o estabelecimento de sistemas de coleta específicos.

2.7 Prejuízos do lixo eletrônico à saúde

O lixo eletrônico quando descartado de maneira inadequada, e muitas vezes, enviado para aterros sanitários, é prejudicial à saúde das pessoas, pois contém metais pesados (usados em componentes eletrônicos, placas para a fabricação de computadores, telefones celulares, televisores, baterias, impressoras, entre outros), contaminando o solo e os lençóis freáticos. Conforme apontado por Moreira (2007), a contaminação desses resíduos pode vir do contato direto, como no caso do manuseio de placas eletrônicas e seus componentes, mas também acidentalmente, como no caso de equipamentos que vão para aterros sanitários, sendo assim, ingredientes tóxicos que contaminam o solo com grande probabilidade de atingir o lençol freático e, portanto, afetar a água, que tem muitas outras finalidades, como irrigação do solo, alimentação e consumo humano. As consequências dessas substâncias tóxicas podem ser prejudiciais ao homem (Quadro 1).

Quadro 1: Efeitos dos metais pesados à saúde humana

Componente	Efeito na Saúde	Onde é usado
Chumbo	Causa danos ao sistema Nervoso e sanguíneo.	Computador, celular, televisores.
Mercúrio	Causa danos cerebrais e ao fígado.	Computador, monitor e TV de tela plana.
Cádmio	Causa envenenamento, danos aos ossos, rins, pulmões e afeta o sistema nervoso.	Computador, monitores de tubos antigos, baterias de laptop.
Arsênico	Causa doenças de pele, prejudica o sistema nervoso e pode causar câncer no pulmão.	Celular.
Berílio	Causa câncer no pulmão.	Computador, Celular.
Retardantes de chamas (BRT)	Causam desordens hormonais, nervosas, reprodutivas.	Diversos componentes eletrônicos para prevenir incêndios.

Fonte: Adaptado de Favera (2008).

Seguem alguns dos problemas causados por determinados componentes do lixo eletrônico, segundo Gonçalves (2007):

Chumbo: O chumbo pode causar danos ao sistema nervoso central e periférico, ao sistema sanguíneo e aos rins humanos. Efeitos no sistema endócrino também foram observados e seu impacto negativo severo no desenvolvimento do cérebro das crianças tem sido documentado. O chumbo se acumula no meio ambiente e tem efeitos tóxicos agudos e crônicos em plantas, animais e microrganismos. Os produtos eletrônicos respondem por 40% do chumbo encontrado em aterros sanitários. A principal preocupação com o chumbo encontrado nestes aterros é seu potencial de vazamento e contaminação dos sistemas de abastecimento de água potável. As principais aplicações do chumbo em equipamentos eletrônicos são: soldagem em circuitos impressos e outros componentes eletrônicos; tubos de raios catódicos em monitores e televisores. Em 2004, mais de 315 milhões de computadores se tornaram obsoletos nos Estados Unidos. Esse número representa cerca de 954 mil toneladas de chumbo que podem ser liberadas no meio ambiente.

Cádmio: Os compostos de cádmio são classificados como altamente tóxicos, com riscos irreversíveis para a saúde humana. O cádmio e seus compostos se acumulam no organismo humano, especialmente nos rins. É absorvido por inalação, mas também pode ser absorvido por alimentos, causando sintomas de envenenamento. Ele representa um perigo potencial para o meio ambiente devido à sua toxicidade aguda e crônica e efeitos cumulativos. Em equipamentos elétricos e eletrônicos, o cádmio ocorre em vários componentes, como resistores, detectores infravermelhos e semicondutores. Versões mais antigas de tubos de raios catódicos também contêm cádmio. Além disso, o cádmio também é usado como estabilizador para plásticos.

Mercúrio: quando o mercúrio é liberado na água, ele se transforma em metilmercúrio, um composto de mercúrio que é prejudicial à saúde de fetos e bebês e pode causar danos cerebrais crônicos. O mercúrio está presente no ar e quando entra em contato com a água do mar, conforme mencionado, se transforma em metilmercúrio e viaja para as partes mais profundas. Essa substância se acumula em organismos vivos e ao longo da cadeia alimentar, principalmente por meio de peixes e crustáceos. Estima-se que 22% do mercúrio consumido mundialmente seja utilizado em equipamentos elétricos e eletrônicos. Usado em termostatos, sensores de posição, interruptores, relés e lâmpadas descartáveis. Além disso, também é utilizado

em equipamentos médicos, transmissão de dados, telecomunicações e telefones celulares. O mercúrio é utilizado em baterias, interruptores domésticos e circuitos impressos, embora em quantidades muito reduzidas para cada um destes componentes, correspondendo a 315 milhões de computadores obsoletos, que até 2004 representavam um total de cerca de 182 toneladas de mercúrio.

2.8 A importância do ensino de sustentabilidade na educação básica

O termo sustentabilidade é caracterizado pela manutenção da proteção do planeta, pela capacidade de desfrutar as maravilhas da terra, não só para a população atual, mas também para as gerações futuras (MILLER; SPOOLMAN, 2012).

Segundo Muniz e Pazmino (2019), educação ambiental é a integração de novos conhecimentos, valores e habilidades com o potencial de criar consciência ambiental nos indivíduos.

De acordo com Guarim (2002), a educação ambiental está associada à responsabilidade social, pois permite que indivíduos e comunidades participem da construção de novos valores sociais e éticos, a fim de conservar e aproveitar os recursos naturais. Gama e Borges (2010) enfatizam que a educação ambiental é um processo importante e participativo para valorizar o uso sustentável dos recursos naturais, com abordagens ecológicas, sociais, econômicas, políticas e culturais.

Portanto, a educação ambiental deve ser incentivada e desenvolvida, como aponta Ortigoza (2007, p. 61-62):

“Despertar um consumo ecologicamente consciente é a grande meta para se atingir o consumo sustentável; para tanto, é necessário desenvolver hábitos de consumo mais responsáveis e que apresentem um menor volume de desperdício. Esse processo, que é extremamente assentado em uma educação ambiental, almeja primeiramente a redução, afinal nem tudo o que consumimos é realmente necessário. Posteriormente, mas não menos importante, é educar para a reutilização, pois muitos dos produtos que consumimos podem servir para novos usos. A introdução dessa prática em nossas vidas também minimiza o impacto dos descartáveis. E atrelada a esses objetivos está a necessidade de reciclar os produtos já utilizados, ou seja, introduzi-los novamente no sistema produtivo de forma que se transformem em novos produtos”.

É necessário desenvolver nos nossos alunos uma mudança de atitude face à conservação do meio ambiente, ao objetivo da sustentabilidade, é importante sublinhar que esta atitude não se constrói apenas pela informação. “É preciso que a escola se organize para que em seu ambiente essas atitudes possam ser praticadas. Seja na forma de situações didáticas intencionalmente planejadas, seja no dia-a-dia escolar” (BRASIL, 1997, p.210).

2.9 Metodologia do ensino

A metodologia do ensino pode ser entendida como um “conjunto de procedimentos didáticos, representados por seus métodos e técnicas de ensino”, usados para atingir os objetivos de ensino e aprendizagem com a máxima eficiência e, portanto, o máximo rendimento (Nérice 1978, p.284). Até recentemente, pouca atenção era dada aos métodos de ensino e às consequências de seu uso. Destaca-se aqui uma frase famosa que traduz esta questão: “enquanto os conteúdos do ensino informam, os métodos de ensino formam”. De fato, segundo Bordenave e Pereira (1995), essa escolha metodológica

“pode ter efeitos decisivos sobre a formação da mentalidade do aluno, de sua cosmovisão, de seu sistema de valores e, finalmente, de seu modo de viver. A metodologia utilizada pelo educador pode ensinar o educando a ser livre ou submisso, seguro ou inseguro; disciplinado ou desordenado; responsável ou irresponsável; competitivo ou cooperativo”.

Segundo Veiga (2006), o professor não pode mais ser definido com a função de formador de conteúdo, devendo, portanto, assumir seu papel de mentor e facilitador, priorizando e intermediando o acesso dos alunos às informações. Portanto, suas técnicas precisam ser continuamente aprimoradas e, conseqüentemente, seus métodos de ensino, para atender às necessidades emergentes.

Assim, concretiza-se a ideia de educação problematizadora, contrariando a visão da educação bancária. Este movimento não pretende “encher” os alunos com conhecimentos impostos; a abordagem da problematização da educação implica que os alunos sejam capazes de desenvolver sua própria compreensão do mundo em relação à sua realidade em transformação (Freire 1987).

O movimento de resolução de problemas requer a participação de professores e alunos ativos em todo o processo, com resultados finais, para a construção da aprendizagem, sendo significativa para todos os protagonistas da ação (Berbel, 2011).

2.10 Metodologia de Ensino por Investigação

O ensino por investigação possui características essenciais que são responsáveis por engajar os alunos em uma atividade. São elas: (1) atividades de aprendizagem baseadas em problemas autênticos; (2) experimentação e atividades práticas, incluindo a busca por informações; (3) atividades autorreguladas, ou seja, atividades que priorizam a autonomia dos alunos; e, finalmente, (4) a comunicação e a argumentação (CARVALHO et. al., 2013).

(1) atividades de aprendizagem baseadas em problemas autênticos: A alfabetização científica requer prática pedagógica, de forma que seja possível resolver problemas práticos por meio do espaço e do tempo de questionamento, teste de hipóteses, troca de informações e sistematização de ideias

(2) experimentação e atividades práticas, incluindo a busca por informações: estimular a curiosidade, e assim despertar o interesse dos alunos, pois sua estrutura pode favorecer a observação dos fenômenos estudados nas aulas teóricas e o desenvolvimento de conceitos científicos. Também permite que os alunos aprendam a abordar objetivamente o seu mundo e a desenvolver métodos de resolução de problemas.

(3) atividades autorreguladas, ou seja, priorizam a autonomia dos alunos: entende-se que a terminologia citada aprofunda a capacidade de aprender e apreender, pois vincula a aprendizagem autônoma dos alunos à intervenção ambiental. Ou seja, vincula as duas principais atividades do cotidiano escolar: ensinar e aprender.

(4) a comunicação e a argumentação: ao exercitar suas habilidades de debate, os alunos podem compreender a estrutura e usá-la para construir opiniões mais informadas. Quando há oportunidade de argumentar com base nos elementos científicos aprendidos em sala de aula, o desenvolvimento da capacidade de argumentação também promove a exteriorização do aprendizado a partir do conteúdo ministrado. Ao apresentar seus argumentos, os alunos podem expressar como eles

usam conceitos científicos específicos para provar seu ponto de vista. Desta forma, temos um indicador claro da aprendizagem do aluno.

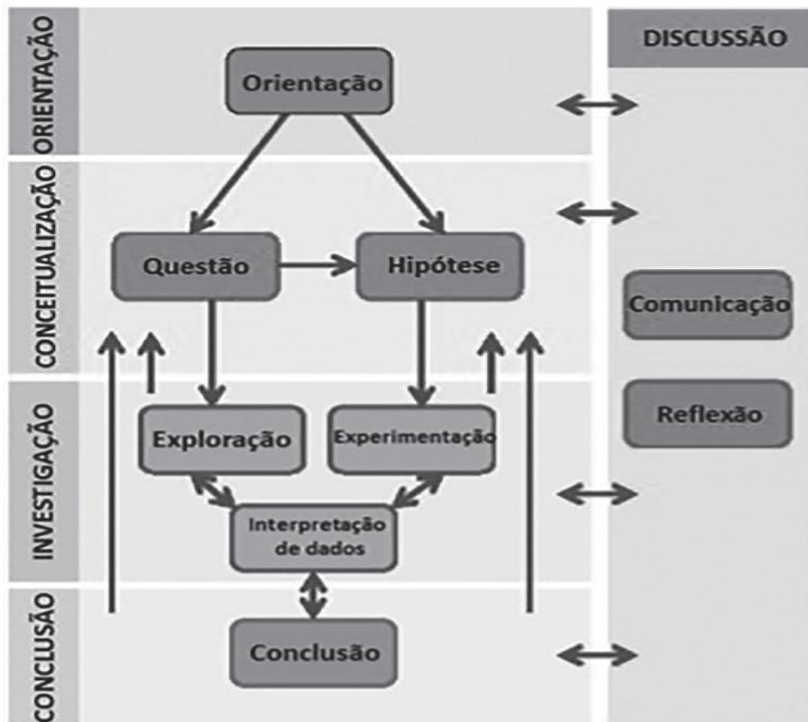
O objetivo primeiro deste trabalho é verificar quais elementos presentes na ação das alunas correspondem na prática a metodologia de ensino por investigação, assim, é necessário identificar esses elementos e compará-los. Para tanto, serão utilizados os elementos descritos na visão de Carvalho (2013).

2.11 O ensino de Ciências por investigação

O Ensino de Ciências por Investigação (EnCI) está pautado em usar estratégias de ensino de resolução de problemas através da coleta, análise e interpretação de dados, por meio da geração de questões e problemas onde a investigação é a condição de resolução levando à formação e a troca de conclusões e dados baseados em evidências refletindo sobre o processo (Melville et al., 2008)

Para que uma atividade possa ser considerada investigativa, a mesma deve permitir aos alunos o acesso a dados e a utilização da teoria para a resolução de problemas, como possível explicação e garantia da articulação entre dados e afirmações (CHINN; MALHORTA, 2002). Uma forma de implementar o EnCI em sala de aula é por meio do ciclo de pesquisa, no qual as fases são identificadas e vinculadas ao propósito de auxiliar os professores no planejamento e implementação de atividades ou sequências de ensino investigativas (Pedaste et al. 2015).

Figura 2 Representação do ciclo investigativo proposto por Pedaste et al. (2015).



Fonte: Traduzido de Pedaste et al. (2015, p.56).

A fase de **orientação** inclui o processo de estimular a curiosidade dos alunos sobre um assunto, perguntando e ou especificando questões que podem ser investigadas em sala de aula. Esses problemas podem ser resolvidos por meio de questões de investigação, guiados por conceitos, teorias ou hipóteses (fase de **conceitualização**).

Na fase de **investigação** recomenda-se a coleta de dados e informações por meio das mais diversas estratégias.

A **experimentação** é um método específico e mais relevante para o teste de hipóteses, enquanto a exploração permite que várias estratégias sejam utilizadas para coletar, organizar e sistematizar dados e informações relevantes que podem constituir evidências para a construção de explicações para responder às perguntas. Além de considerar diferentes perfis de alunos e estilos de ensino, a utilização de diversas estratégias de ensino na perspectiva da EnCI ajuda a formar uma visão mais completa das diversas formas de produção do conhecimento científico (Scarpa; Silva, 2013).

Na **interpretação dos dados**, os conceitos são mobilizados para interpretar os dados e construir novos conhecimentos.

Na fase de **conclusão** os alunos precisam estabelecer explicações, afirmações ou posições para responder às questões de pesquisa. Embora existam argumentos ao longo do ciclo de investigação, os argumentos finais são construídos ou sistematizados na fase de conclusão e esclarecem as evidências, conhecimentos prévios e científicos.

Portanto, acreditamos que o ensino pela investigação é um método de ensino que visa transformar o aluno em sujeito ativo em seu processo de aprendizagem, capaz de construir seu próprio conhecimento sob a orientação de buscar descobertas reais e, ao mesmo tempo, aprimorar seu letramento científico.

2.12 Feiras de Ciências

No Brasil, as feiras de ciências acontecem desde 1960 para dar aos alunos espaço para produzir seu trabalho científico escolar e mostrá-los para um público diferente daquele a que estão acostumados na sala de aula. É nesse momento de apresentação que o conhecimento gerado pelos alunos é compartilhado. Por meio de diálogos, discussões e debates diferenciados, que costumam ocorrer em feiras de ciências, ele pode ampliar a experiência social, estética, sensorial e de contato, além de um mundo único (HARTMANN; ZIMMERMANN, 2009).

De acordo com Mancuso (2000), a realização científica acadêmica pode ser resumida em três tipos: **1) trabalho de montagem**, no qual os alunos mostram seus trabalhos manuais explicando tópicos de pesquisa científica; **2) trabalhos informativos**, os alunos mostram conhecimentos acadêmicos ou que geram advertências e ou denúncias; **3) Trabalho de investigação**, projeto que mostra a construção do conhecimento e a consciência crítica dos alunos sobre o cotidiano. Souza (2015) destacou que as exposições como trabalhos escolares não se limitam ao campo científico, pois, nessa perspectiva, podemos trabalhar diversos temas, o que remete a aspectos interdisciplinares relacionados ao cotidiano dos alunos. Em relação à exibição pública de trabalhos dos alunos, Santos (2012) também destacou:

[...] inerente aos projetos de feiras, também tem contribuído para o aumento do potencial criativo e realizador dos mesmos, além da intensificação das interações sociais. A apresentação pública também favorece o desenvolvimento cognitivo, o exercício da cooperação e a construção da autonomia de professores e alunos envolvidos no trabalho. [...] propiciar oportunidades multidisciplinares de parcerias

entre alunos e professores de interação social, troca de conhecimentos com os visitantes, comunicação em diferentes linguagens, estímulo à afetividade e vivência do prazer ao realizar o trabalho escolar (SANTOS, 2012, p. 3).

Contextualização, interdisciplinaridade e investigação, como recursos inovadores para a realização de feiras de ciências, ampliam o contato dos alunos com o mundo, estimulam sua curiosidade e despertam seu gosto pelo conhecimento.

Abordou-se nesta revisão bibliográfica, os problemas causados pelo descarte incorreto de lixo eletrônico à saúde humana e as consequências de sua bioacumulação no meio ambiente, gerando, portanto, a seguinte indagação por alunas do ensino médio de uma escola pública estadual da região da grande São Paulo: “Como desenvolver um sistema de recolhimento de lixo eletrônico a partir de pontos de coleta em escolas públicas estaduais?”

O trabalho desenvolvido por elas, a partir deste questionamento, apresentado na Feira de Ciências da Diretoria de Ensino da Região da Grande São Paulo, percorreu as dimensões do ensino por investigação, que está pautado na resolução de problemas, no desenvolvimento do conhecimento científico, no questionamento e levantamento de hipóteses, na construção de argumentos, na experimentação e no desenvolvimento de competências e habilidades, tendo o professor como mentor e facilitador ao acesso do aluno à informação.

A trabalho apresentado na Feira de Ciências, contribuiu para a socialização e troca de experiências de ensino-aprendizagem com a comunidade, possibilitando uma ampliação da visão de mundo dos participantes, expositores e visitantes da Feira, permitindo a divulgação dos resultados das pesquisas, troca de experiências entre os pares, como forma de validação do conhecimento, como descreve Farias (2006).

3 OBJETIVOS

Analisar aspectos metodológicos do ensino por investigação e os resultados obtidos por alunas de uma escola pública estadual em um trabalho de feira de ciências da região metropolitana de São Paulo.

4 METODOLOGIA

Para a Feira de Ciências a escola apresentou dois trabalhos em dois stands, sendo um com o título “Campanha de Lixo Eletrônico nas Escolas” e outro “O Impacto da Aromaterapia e da Meditação na Memorização” que objetivou verificar em alunos do ensino médio a eficácia de um *blend* de aromas que agiriam na memorização em conjunto a técnicas de meditação. Foi desenvolvido um método de verificação a partir de questionários pré e pós teste com aplicação do *blend* e da meditação nestes alunos. No dia da Feira apresentaram os resultados e repetiram a experiência com o público geral. A iniciativa contou com a ajuda de especialistas da área de Aromaterapia e Meditação e ainda com a parceria de uma empresa de produção de aromas ambientais especializados que distribuiu fragrâncias por todo ambiente do evento. Já a Campanha de lixo eletrônico objetivou desenvolver um método de coleta de eletrônicos inutilizados a partir de pontos lotados em escolas públicas estaduais. Para realização deste trabalho duas alunas do Ensino Médio da escola observada buscaram resolver a seguinte questão “Como desenvolver um sistema de recolhimento de lixo eletrônico a partir de pontos de coleta em escolas públicas estaduais?” A solução implementada foi a de desenvolver uma gincana interescolar que culminou na arrecadação de 1 tonelada de materiais eletrônicos descartados e reunidos por 11 escolas da diretoria de ensino que, no final, foram enviados para uma empresa de descarte correto de lixo eletrônico. O trabalho agregou uma parceria colaborativa com uma outra empresa do ramo sustentável, onde no dia da feira presencial os visitantes puderam fazer um *test drive* em bicicletas elétricas cedidas especialmente para as alunas pesquisadoras realizadoras da campanha.

4.1 Natureza da pesquisa

A metodologia adotada no trabalho das alunas incluiu uma revisão bibliográfica sobre o lixo eletrônico e seus impactos ao meio ambiente e à saúde humana. O trabalho se caracterizou em propor um estudo de conhecimentos com vista a solução de um problema específico: “Como desenvolver um sistema de recolhimento de lixo eletrônico a partir de pontos de coleta em escolas”. Promovendo ações que estimulassem a reflexão sobre a coleta de lixo eletrônico, sensibilizando, de maneira prática e dinâmica, todas as escolas públicas estaduais da Diretoria de Ensino da região sobre a importância da preservação ambiental, especialmente, no que se refere

aos cuidados do descarte do lixo eletrônico assim como a estimulação e destinação final adequada dos resíduos sólidos.

4.2 Local e Público-alvo

O local para aplicação da experiência das alunas foi dividido em duas etapas: a primeira foi utilizar 84 escolas estaduais de uma diretoria de ensino da grande São Paulo onde as alunas apresentaram aos gestores dessas unidades escolares os objetivos e as regras da Campanha de Lixo Eletrônico. A segunda etapa envolvia um segundo local, o *stand* na Feira de Ciências onde a campanha foi também executada. A escolha dos locais se deu porque as alunas perceberam durante suas pesquisas, que o Brasil é o maior produtor *per capita* de resíduos eletrônicos entre os países emergentes, segundo o mais recente estudo da ONU (0,5 kg/ *per capita* por ano) cotado também como campeão na ausência de dados e estudos sobre a situação da produção, reaproveitamento e reciclagem de eletrônicos (UNEP, 2009). Após comparar com a quantidade de alunos da escola e da Diretoria de Ensino, (742 e 96 mil respectivamente), ainda incluindo a expectativa de visitantes no dia da Feira de Ciências que era de aproximadamente 1500 pessoas segundo dados do relatório da Feira de Ciências do ano anterior. Ou seja, esses dados definiram os locais da campanha visando maximizar a quantidade de lixo eletrônico recolhidos pela campanha. O público alvo então foi toda comunidade escolar e visitantes da Feira de Ciências da região.

4.3 Campanha

A campanha teve seu início com reuniões, com diretores das escolas públicas estaduais da Diretoria de Ensino, onde foram apresentados os objetivos, regimentos e prazos.

Para a participação da Campanha de lixo eletrônico, cada escola teve, obrigatoriamente, um professor como coordenador, após a entrega da ficha de inscrição.

As escolas participantes da Campanha ficaram responsáveis por retirar o *bag* na Diretoria de Ensino para coleta do lixo eletrônico e instalação em um lugar coberto e de fácil acesso e manuseio na escola.

4.4 Fases da Campanha

A Campanha de Lixo Eletrônico, foi dividida em duas fases:

Fase 1: Conscientização e motivação dos alunos das escolas participantes a descartarem o lixo eletrônico de forma correta sem prejuízos ao meio ambiente.

Fase 2: Arrecadação, coleta, conferência, pesagem e registros do lixo eletrônico junto ao parceiro colaborativo do ramo sustentável.

4.5 Critérios para a Campanha

As escolas participantes seguiram os seguintes critérios: Descarte de lixo eletrônico das linhas verde e marrom

Linha verde: Computador e ou peças avulsas periféricos, *notebook*, impressora, aparelho celular, telefone com ou sem fio, centrais telefônicas, *tablets*, *mp3 player*, controle remoto, modem de sinal *wifi*.

Linha marrom: Televisor de tubo, monitores, televisor de plasma, LCD, DVD/BLU- RAY, VHS, vídeo game, produtos de áudio, multimídia, câmeras de fotografia, filmadoras, fones de ouvido, projetores multimídia.

Os materiais eletrônicos arrecadados durante a campanha foram encaminhados para o depósito do parceiro colaborativo do ramo sustentável com o processo de manufatura reversa e a triagem dos materiais encaminhados às recicladoras parceiras.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES DO TRABALHO DAS ALUNAS

Durante a Campanha de Lixo Eletrônico, as alunas realizaram palestras sobre o assunto com a comunidade escolar, abordando os problemas causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico à saúde humana e ao meio ambiente.

Os problemas levantados por elas, durante suas pesquisas bibliográficas, assim como os objetivos do projeto desenvolvido, também foram abordados, durante as 3 fases estruturantes da Feira de Ciências: no Congresso de Alunos Pesquisadores e na Feira Virtual.

A terceira fase da Feira de Ciências 2019 ocorreu de forma presencial. O evento foi realizado em um Shopping da região, numa área de 1.480 m². Foi destinado aos alunos e Professores dos Anos Iniciais, Ensino Fundamental de Ciclo II, Ensino Médio e EJA das escolas públicas da rede estadual da Diretoria de Ensino da Grande São Paulo. Contou com um total de 77 trabalhos expostos, 33 escolas participantes das 84 de sua jurisdição, 53 parceiros colaboradores, apoiadores e expositores, além de cerca de 120 professores orientadores e coordenadores e 300 alunos pesquisadores participantes. Seu público total foi medido em aproximadamente 3 mil visitantes, além de gestores educacionais, autoridades locais e estaduais e parceiros convidados.

A Campanha de Lixo Eletrônico, desenvolvida pelas alunas, contou com a participação de 11 escolas públicas estaduais da Diretoria de Ensino da região da grande São Paulo e arrecadou um total de 1 tonelada de lixo eletrônico das linhas verde e marrom, sendo, 950 kg de lixo arrecadados durante as fases da Campanha e mais 50 kg de lixo eletrônico, arrecadados durante o evento presencial da Feira de Ciências.

O trabalho agregou uma parceria colaborativa com uma outra empresa do ramo sustentável, onde no dia da feira presencial os visitantes puderam fazer um *test drive* em bicicletas elétricas cedidas especialmente para as alunas pesquisadoras realizadoras da campanha, além de refletirem sobre a importância da preservação ambiental, especialmente, no que se refere aos cuidados do descarte do lixo eletrônico.

O lixo eletrônico arrecadado durante a campanha realizada pelas alunas, foi encaminhado para o depósito do parceiro colaborador do ramo sustentável, onde foram feitas a sua pesagem e a sua classificação, que foi em seguida destinado ao descarte adequado.

Foi premiada a escola que arrecadou a maior quantidade de lixo eletrônico, recebendo o valor total acumulado das arrecadações feitas por todas as escolas inscritas participantes, onde, 90% do valor total foi destinado ao Grêmio Estudantil e 10% para a Associação de Pais e Mestres APM.

5.1 Metodologia do trabalho de conclusão

O método utilizado para este trabalho de conclusão de curso se vale por desenvolver levantamento dos dados quali/quantitativos apresentados pelas alunas, análise dos resultados e comparação com os 4 elementos essenciais que identificam e constituem um trabalho de investigação científica conforme postula Carvalho et al (2013), *“atividades de aprendizagem baseadas em problemas autênticos, experimentação e atividades práticas, atividades autorreguladas, a comunicação e argumentação.”* Além de comparar, para efeito de confirmação, o ciclo investigativo de Pedaste et al (2015) composto de: Fases de *orientação, conceitualização, investigação, experimentação, interpretação e conclusão*. Para efeito de procedimentos técnicos nos valem da revisão bibliográfica para atualização de literatura, ainda verificando, analisando comparando os materiais bibliográficos relativos ao tema.

5.1.2 - Contexto

“O objetivo do Ensino por Investigação é proporcionar ao aluno condições de trazer conhecimentos prévios para iniciar novos conhecimentos, terem ideias próprias e poder discutir com seus colegas passando do conhecimento espontâneo ao científico” (CARVALHO, 2013).

“As atividades investigativas podem ser organizadas em diferentes níveis de abertura ou controle, possibilitando a aprendizagem entre alunos de diferentes faixas etárias e com diferentes perfis, inclusive aqueles com maiores dificuldades na área de ciências da vida e da natureza” (MUNFORD e LIMA, 2009). Borges (2002) classifica os vários níveis de investigações “desde as mais simples (o professor formula o problema e dá ao aluno a solução pedindo para que ele descreva a conclusão), até as mais complexas (os alunos participam de todo o processo de investigação, desde a elaboração do problema até a conclusão)”, sendo este último nível percorrido pelo trabalho desenvolvido pelas alunas.

A partir das citações acima, destacamos que a atividade investigativa é uma importante estratégia no ensino de Ciências, pois seu objetivo é levar os alunos “a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas”, como defende Azevedo (2004, p.21).

5.1.3 - Procedimento

Para verificar se o trabalho cumpre os requisitos do ensino por investigação desenvolveu-se os quadros comparativos a seguir:

Quadro 2: comparativos entre o ciclo investigativo proposto por Pedaste et al. (2015) e a Campanha de Lixo Eletrônico desenvolvida pelas alunas Conforme Delizoicov (1982)

Ciclo Investigativo	Campanha Lixo Eletrônico
Orientação: estimular a curiosidade dos estudantes sobre um assunto, levantando e/ou elaborando problemas que possam ser investigados.	Fase de Problemática: Os problemas causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico à saúde humana e ao meio ambiente.
Conceitualização: questões de investigação, orientadas em conceitos, teorias ou hipóteses.	Fase problematização: “Como desenvolver um sistema de recolhimento de lixo eletrônico a partir de pontos de coleta em escolas públicas estaduais?”
Investigação: dados e informações que sejam coletados por meio das mais diversas estratégias.	Fase de aquisição de conhecimento: Pesquisas bibliográficas, divulgação da campanha com seus objetivos e regras.
Conclusão: explicações, afirmações ou posicionamentos que respondam à questão de investigação (argumentos finais)	Fase de aplicação do conhecimento: Apresentação do trabalho no Congresso de Alunos Pesquisadores, Feira Virtual e na Feira de Ciências presencial.

Quadro 3: Comparativos entre o ensino por investigação proposto por Carvalho et al. (2013) e a Campanha de Lixo Eletrônico desenvolvida pelas alunas.

Ensino por Investigação	Campanha Lixo Eletrônico
Atividades de aprendizagem baseadas em problemas autênticos: práticas pedagógicas que viabilizem a resolução de problemas reais.	Percebeu-se registros de Pesquisa de campo, levantamento bibliográfico, reuniões de discussão sobre os problemas causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico à saúde humana e ao meio ambiente.
Experimentação e atividades práticas: despertam a curiosidade e, conseqüentemente, o interesse do aluno, além de desenvolver soluções para problemas.	Desenvolvimento de métodos de pesquisa quase experimental, visitas e entrevistas a parceiros que trabalham com o tema proposto que ajudaram desenvolver um sistema de recolhimento de lixo eletrônico a partir de pontos de coleta em escolas públicas estaduais”
Atividades autorreguladas: Prioriza a autonomia dos alunos, com as intervenções do ambiente. Conecta as duas ações principais do cotidiano escolar: ensinar e aprender.	Pesquisas bibliográficas, criação, aplicação e divulgação da campanha com seus objetivos e regras.
Argumentação e comunicação: construção de opiniões mais bem-fundamentadas. Promove a exteriorização da aprendizagem de um conteúdo ensinado.	Apresentação do trabalho no Congresso de Alunos Pesquisadores, Feira Virtual e na Feira de Ciências presencial.

6 CONCLUSÕES

A metodologia do trabalho desenvolvido pelas alunas, sobre a Campanha de Lixo Eletrônico, permeou as fases características essenciais do ensino por investigação descritas na visão de Carvalho et al. (2013) e na visão Pedaste et al. (2015), onde:

Durante suas pesquisas, as alunas notaram que, além dos problemas causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico à saúde humana e ao meio ambiente, existia também o desconhecimento por parte da população sobre locais de descarte adequados para este tipo de lixo.

Surgiu então o seguinte questionamento: “Como desenvolver um sistema de recolhimento de lixo eletrônico a partir de pontos de coleta em escolas públicas estaduais?”

Foi abordada, portanto, duas fases essenciais do ensino por investigação de Carvalho et al. (2013) que, viabilizou a resolução de problemas reais com espaço e tempo para questionamentos **(atividades de aprendizagem baseadas em problemas autênticos)**, a curiosidade e o desenvolvimento de conceitos científicos, que permitiram que as alunas aprendessem como abordar objetivamente o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas, no caso, o desenvolvimento de uma Campanha de Lixo Eletrônico, a partir do problema identificado por elas **(experimentação e atividades práticas, incluindo a busca por informações)**.

Permeou também, pelo ciclo investigativo proposto por Pedaste et al. (2015) **Orientação e Conceitualização**, onde foram estimuladas a curiosidade das alunas sobre o assunto (os problemas decorrentes do descarte incorreto do lixo eletrônico), elaborando teorias e hipóteses para resolvê-lo, no caso, o desenvolvimento da Campanha de Lixo Eletrônico.

A realização de palestras com a comunidade escolar sobre os prejuízos à saúde humana e ao meio ambiente com o descarte incorreto do lixo eletrônico, assim como toda a fase de divulgação da campanha pelas alunas, que incluíram, reuniões com gestores escolares, Congresso dos Alunos Pesquisadores, Feira Virtual e a Feira de Ciências presencial, transpassaram também, outras duas fases essenciais do ensino por investigação, que priorizaram a aprendizagem autônoma das alunas e a habilidade de aprender a aprender **(atividades autorreguladas)** assim como o desenvolvimento de habilidades argumentativas que promoveram a exteriorização da aprendizagem de um conteúdo ensinado. Ao apresentarem seus argumentos, as alunas puderam expressar como utilizaram um determinado conceito científico para

justificar uma opinião **(a comunicação e a argumentação)**, como cita Carvalho et al. (2013).

Já em contrapartida, com o Ciclo Investigativo de Pedaste et al. (2015), as fases da Campanha de Lixo Eletrônico, citadas no parágrafo anterior, permeou também pelas fases de **Investigação e Conclusão**.

Concluimos portanto que, atividades didáticas organizadas de acordo com o ensino por investigação podem ajudar no aprimoramento do desempenho necessário e auxiliar no desenvolvimento da capacidade e autonomia dos estudantes para enfrentarem situações-problemas do dia a dia, sendo portanto, a Feira de Ciências um local para socialização dessas experiências aprendidas durante as fases de investigação, possibilitando uma ampliação da visão de mundo, divulgação dos resultados e uma troca de experiência entre participantes e visitantes.

6 REFERÊNCIAS

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. In: **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em:

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BARBIERI, J. C.; DIAS, M. **Logística Reversa como Instrumento de Programas de Produção e Consumo Sustentáveis**. *Tecnologística*, São Paulo/SP, v. 7, n.77, p. 58-69, 2002.

Berbel NAN. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. Semina Ciências Sociais e Humanas** [serial on the internet]. 2011 [cited 2016 Nov 12];32(1):25- 40. Available from: http://www.proiac.uff.br/sites/default/files/documentos/berbel_2011.pdf

Bordenave JD, Pereira AM. **Estratégias de ensinoaprendizagem**. 16. ed. Petrópolis (RJ): Vozes; 1995.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. *Caderno Brasileiro Ensino de Física*, 19(3), pp 291-313, 2002.

BRASIL. **Constituição Federal**. Brasília: Senado Federal, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm>. Acesso em: 03 mar. 2016.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. et al. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. 1a. ed. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2013.

CHINN, C. A.; MALHORTA, B. A. **Inquiry in Schools: A Theoretical Framework for Evaluating Inquiry Tasks**. *Science Education* v. 86, n. 2, p. 175-218, 2002.

DELIZOICOV, Demétrio, MUENCHEN, Cristiane; **A CONSTRUÇÃO DE UM PROCESSO DIDÁTICO-PEDAGÓGICO DIALÓGICO: ASPECTOS EPISTEMOLÓGICOS**. *Ens. Pesqui. Educ. Ciênc.* (Belo Horizonte), Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 199-215, Dec. 2012. Available from . access on 12 Mar. 2021. <https://doi.org/10.1590/1983-21172012140313>

FARIAS, L. N. **Feiras de Ciências como oportunidades de (re)construção do conhecimento pela pesquisa**. 2006. 89f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas) – Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

FAVERA, E.C.D. **Lixo eletrônico e a sociedade**. Santa Maria: UFSM, 2008.

FERREIRA, A. B. de H.. **Dicionário Aurélio eletrônico século XXI**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999. 1 CD-ROM.

Freire P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra; 1987.

GAMA, L. U.; BORGES, A.A.S. **Educação ambiental no ensino fundamental: a experiência de uma escola municipal em Uberlândia (MG)**. Revista Brasileira de Educação Ambiental, Brasília, v.5, n.1, 2010, p.18-25.

GONÇALVES, A.T. **O lado obscuro da high tech na era do neoliberalismo: seu impacto no meio ambiente**. Disponível em: <http://lixotecnologico.blogspot.com/2007/07/olado-obscur-o-da-high-techna-era-do.html> acessado em 04 de outubro de 2007.

GUARIM, V.L.M.S. **Barranco Alto: uma experiência em educação ambiental**. Cuiabá: UFMT, 2002.

Hartmann, M.A. & Zimmermann, E. (2009) **Feira de Ciências: a interdisciplinaridade e a contextualização em produções de estudantes de Ensino Médio**. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. *Anais ...* Florianópolis, Brasil.

JARDIM, N. S.; WELLS, C. (Org.). **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento integrado**. São Paulo: IPT: CEMPRE, 1995.

LACERDA, Leonardo. **Logística Reversa: Uma visão sobre os conceitos e as práticas operacionais**. In: FIGUEIREDO, Kleber Fossati; FLEURY, Paulo Fernando; WANKE, Peter. (orgs.) **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento do fluxo de produtos e dos recursos**. Centro de Estudos em Logística. COPPEAD, UFRJ. São Paulo: Atlas, 2003.

LATOUCHE, Serge. **O pequeno tratado do decrescimento sereno**. reimp. Lisboa: Edições 70, 2012.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

MANCUSO, R. **Feiras de ciências: produção estudantil, avaliação, consequências**. Contexto Educativo. Revista digital de Educación y Nuevas Tecnologías, n. 6, abr. 2000. Disponível em: < <http://contexto-educativo.com.ar/2000/4/nota-7.htm> > Acesso em: 23 mar. 2009.

MELVILLE, W.; FAZIO, X.; BARTLEY, A.; JONES, D. Experience and reflection: preservice science teachers' capacity for teaching inquiry. **Journal of Science Teacher Education**, v.19, n.5, p.477-94, 2008.

MILLER, G. Tyler; SPOOLMAN, Scott E. **Ecologia e Sustentabilidade. Tradução da 6ª edição norte-americana**. Editora Cengage Learning, 2012.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

MOREIRA, D. **Quais as soluções possíveis para o problema do lixo eletrônico**. Disponível em: http://idgnow.uol.com.br/computacao_pessoal/2007/04/26/idgnoticia.2007. Acesso em Julho 2009.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. **Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 72-89, 2009.

MUNIZ, J. P. S.; PAZMINO, A. V. **O design na educação ambiental: Requisitos para kit interdisciplinar sobre a perda da biodiversidade**. Mix Sustentável, Florianópolis, v. 5, n. 2, p. 55-70, 2019

NÉRICE, I. G. **Didática geral dinâmica**. 10 ed., São Paulo: Atlas, 1987.

OLIVEIRA, M. V. de C; CARVALHO, A. de R. **Princípios básicos do saneamento do meio**. 4. ed. São Paulo: Senac, 2004.

OLIVEIRA, R. S.; GOMES, E. S.; AFONSO, J. C. O lixo eletroeletrônico: uma abordagem para o ensino fundamental e médio. **Química Nova**, v. 32, n. 4, p. 240-248, nov. 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_4/06-RSA10109.pdf> Acesso em: 22 de novembro de 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 21 Global**. Publicada em 1992. Disponível em: . Acesso em: 04 mar. 2016a.

ORTIGOZA, Sílvia Aparecida Guarnieri. Consumo Sustentável: conflitos entre necessidade e desperdício. In: CORTEZ, Ana Tereza Cáceres; ORTIGOZA, Sílvia Aparecida Guarnieri (Orgs). **Consumo Sustentável: conflitos entre necessidade e desperdício**. São Paulo: Unesp, 2007. p. 61-62.

Parâmetros Curriculares Nacionais – **Meio ambiente**. Brasília: MEC, 1997.

PEDASTE, M. et al. **Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle**. Educational Research Review, v.14, p.47-61, 2015.

RODRIGUES, A. C. **Impactos Sócio-ambientais dos Resíduos de Equipamentos Elétricos e Eletrônicos: Estudo da Cadeia Pós-consumo no Brasil**. Santa Bárbara do Oeste. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da UNIMEP, 2007.

ROGERS, Dale S & TIBBEN-LEMBKE, Ronald S.. **Going backwards: reverse logistics trends and pratics**. Reno, Universidade de Nevada, 1999.

ROSA, A. **Fabricação de cada computador consome 1800 kilos de materiais**. São Paulo, 2007.

SANTOS., A. B. **Feiras de Ciência: Um incentivo para desenvolvimento da cultura.** Rev. Ciênc. Ext. v.8, n.2, p.155-166, 2012. Disponível em <http://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/717/677>. Acesso em 19 de fev. 2017.

SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. **A Biologia e o ensino de Ciências por investigação: dificuldades e possibilidades.** In: CARVALHO, A. M. P. de. (Org.) Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. cap.8, p.129-52.

SOUZA, Maria do Socorro Magalhães de. **As Feiras de Ciências em Roraima no período de 1986 a 2008: contribuição para iniciação à educação científica.** 2015. 169f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Roraima, Boa Vista, RR, 2015.

TORRES, M. A. **Lixo Eletrônico: O lado sujo da tecnologia.** Anexo XII – nº73-Abril de 2008. Disponível em: www.sciencenet.com.br/scienecepress/73/artigo2_73ahtm. Acesso em: Maio 2008.

VEIGA, I. P. A. **Técnicas de ensino: novos tempos, novas configurações.** Papirus Editora, 2006.