

## Percepções dos estudantes sobre equipamentos eletroeletrônicos: caminhos para abordagem CTS

Anyelle da Silva Pereira Peixoto<sup>1</sup>, Josivânia Marisa Dantas<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

<sup>2</sup>Doutora em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas  
Professora da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN, Brasil).

---

### Perceptions of students on electronic equipment: pathways to approach to STS

#### Informações do Artigo

Recebido: 17/02/21

Aceito: 28/09/21

**Palavras-chave:**

Resíduos eletroeletrônicos; CTS;  
Ensino de Ciências.

**Key words:**

E-waste; STS; Science Education.

E-mail: anyellesilva@hotmail.com

#### ABSTRACT

This article aims to analyze the perception of high school students about the Electronic Equipment (EE), regarding their characteristics; positive and negative points of the use of this equipment; the presence of chemical constituents and the disposal of these residues. As an instrument of data collection, an open questionnaire was used. The analysis of the records was based on Content Analysis according to Bardin (2011). The results showed that few students recognize negative aspects linked to the problem of electronic waste, as well as they do not know where to dispose of them. Furthermore, they are unaware of the chemicals present in the EE. It is noteworthy that the lack of information on the socio-environmental impacts of this social problem, promotes the inappropriate destination of these products, which can harm human health. Such indications signal the need to contemplate STS relations for citizen formation, as it is through knowledge that students can support decision making about science and technology

---

### INTRODUÇÃO

O avanço da Ciência e da Tecnologia (C&T) nas últimas décadas tem impactado diversas esferas da sociedade, como a comunicação, a saúde, o transporte, a educação e a segurança. Contudo, refletir sobre as consequências ambientais e considerar os aspectos sociais, políticos e éticos, inerentes a esse desenvolvimento, são discussões que precisam ser contempladas na escola, visando um olhar para além de uma perspectiva tradicional da ciência, a qual segundo Santos e Schnetzler (2003), atribui valor em si mesma e está aquém de uma aplicação social.

A abordagem que relaciona a Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) propõe que o Ensino de Ciências contemple o uso de temas sociais, de repercussão local e de políticas públicas, nos quais as soluções dos problemas reais partam das discussões realizadas em sala de aula (Santos e Mortimer, 2000). Os objetivos dos estudos CTS são: a) a desmistificação do papel da C&T como conhecimento que leva ao desenvolvimento; b) a aprendizagem social para participação pública nas decisões relacionadas à C&T; e c) renovação da estrutura curricular, de modo a articular C&T ao contexto social (SANTOS et al., 2011).

Para Praia e Cachapuz (2005) a C&T têm influenciado e modificado a cultura, o pensamento e o comportamento humano. Deste modo, ao se ponderar sobre a evolução dos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE), nota-se que os artefatos tecnológicos estão em constante aperfeiçoamento, assim, a sociedade de consumo busca acompanhar tais inovações que, frequentemente, torna obsoletos equipamentos recém-lançados (MAGERA, 2013).

O descarte dos Resíduos Eletroeletrônicos (REE) tem gerado preocupação em escala mundial, já que os avanços científico-tecnológicos têm intensificado a produção, e consequentemente o consumo de equipamentos tecnológicos na era digital. Nesse cenário, surge um novo desafio ambiental à sociedade moderna, gerir os resíduos desses artefatos. Estes apresentam como agravante características complexas em sua composição, o que dificulta sua gestão e destinação final (BARROS, 2012; XAVIER; CARVALHO, 2014). Estudos que abordam a problemática dos REE, no Ensino Básico, demonstram que os estudantes apresentam conceitos equivocados sobre o tema, e, assim, não conseguem identificar os EEE, como também não sabem onde descartar corretamente esses resíduos (ABREU, 2014; MOROZESK; COELHO, 2016; OLIVEIRA; GOMES; AFONSO, 2010).

Diante desse cenário, o exercício da cidadania implica o conhecimento científico, pois é por meio deste que o estudante pode subsidiar suas escolhas. Santos e Schnetzler (2003) afirmam que o Ensino de Química precisa ser centrado na inter-relação entre a informação química e o contexto social. Sendo assim, discutir sobre os impactos dos REE em uma abordagem CTS no Ensino de Ciências, possibilita uma formação mais reflexiva que vincula o conhecimento científico às questões socioambientais da atividade humana.

Tendo em vista que o uso de eletrônicos está inserido no cotidiano dos estudantes, desenvolver discussões acerca do consumo e descarte dos EEE frente aos impactos socioambientais, pode promover uma formação mais crítica sobre esse tema.

Considerando o exposto, a presente pesquisa propôs analisar a percepção dos estudantes acerca dos Equipamentos Eletroeletrônicos no que tange os pontos positivos e negativos desses equipamentos; a presença de constituintes químicos; o descarte desses resíduos e as características dos Equipamentos Eletroeletrônicos.

## RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS

Os EEE, denominados por vezes de eletrônicos, são produtos que funcionam por meio de corrente elétrica ou de campos eletromagnéticos, como também medem, geram ou transferem correntes e campos eletromagnéticos (BRASIL, 2013; XAVIER; CARVALHO, 2014). De acordo com a legislação brasileira, os EEE podem ser classificados em quatro categorias, conforme o Quadro 1:

**Quadro 1 - Categorias dos Equipamentos eletroeletrônicos**

Linha Branca	Linha Marrom	Linha azul	Linha verde
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Refrigeradores</li> <li>- Congeladores</li> <li>- Condicionadores de ar</li> <li>- Fogões</li> <li>- Lavadoras de roupa e louça</li> <li>- Secadoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitores e televisores de tubo, plasma, LCD e LED</li> <li>- Aparelhos de DVD e VHS</li> <li>- Equipamentos de áudio</li> <li>- Filmadoras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Batedeiras</li> <li>- Liquidificadores</li> <li>- Ferros elétricos</li> <li>- Furadeiras</li> <li>- Secadores de cabelo</li> <li>- Espremedores de frutas</li> <li>- Aspiradores de pó</li> <li>- Cafeteiras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Computadores</li> <li>- Desktop</li> <li>- Laptops</li> <li>- Acessórios de informática</li> <li>- Tablet</li> <li>- Telefones celulares</li> </ul>

Fonte: Brasil (2013).

São gerados cerca de 40 milhões de toneladas de REE no mundo, e se estima que haverá um aumento nas vendas de EEE (UNEP, 2009). Segundo Baldé et al. (2017) o maior produtor de lixo eletrônico são os Estados Unidos, com cerca de 6,3 milhões de toneladas anuais. A China é o segundo maior gerador de lixo eletrônico do mundo, com 2,3 milhões de toneladas geradas (OLIVEIRA; BERNARDES; GERBASE, 2012). O Brasil é o segundo maior produtor desses resíduos no continente americano, com 1,5 milhão de tonelada anual (BALDÉ et al., 2017).

A problemática do descarte dos REE se agrava devido os equipamentos tecnológicos serem constituídos por diferentes materiais e conterem metais pesados, a saber: mercúrio, cádmio, arsênio e chumbo. Estes, por serem elementos, não podem ser divididos em formas mais simples (menos tóxica), não são biodegradáveis e se acumulam no organismo, o que

contribui para uma preocupação à saúde humana, já que são agentes potencialmente tóxicos (GIRARD, 2013; OLIVEIRA; GOMES; AFONSO, 2010; PERKINS et al., 2014).

A discussão sobre o descarte dos EEE no Brasil é recente e apresentada pela lei 12.305 de 2 de agosto de 2010 que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual discorre acerca de princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativos ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2012). Devido a lei ser incipiente, torna-se desafiador expressar os dados dos REE do país. Todavia, estima-se que são descartados cerca de 500 mil toneladas de lixo eletroeletrônico em locais inadequados anualmente (OLIVEIRA; BERNARDES; GERBASE, 2012; ROCHA et al., 2012).

Destaca-se ainda, segundo a Norma Brasileira (NBR) 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, que os REE são classificados como resíduos classe I – Perigosos, devido apresentarem potencial de toxicidade. Dessarte, ao considerar a problemática dos REE na realidade brasileira e, não diferente, sua repercussão nos cenários estaduais e municipais, bem como seus impactos socioambientais, torna-se evidente a necessidade de uma formação cidadã voltada à participação social, a partir do reconhecimento dos impactos inerentes aos avanços da C&T. Para Santos et al. (2011) o espaço escolar pode oportunizar discussões que tratem dos aspectos locais, sem perder de vista seus significados em uma perspectiva global.

Ressalta-se que educar para a cidadania é preparar o indivíduo para saber lidar com os produtos tecnológicos e posicionar-se frente suas implicações. Logo, o exercício da cidadania implica o conhecimento científico, pois é por meio deste que o estudante pode respaldar a tomada de decisão (SANTOS; SCHNETZLER, 2003). Deste modo, tornou-se interessante realizar um levantamento investigativo sobre os conhecimentos prévios de estudantes do Ensino Médio, acerca da temática abordada, posto que os resultados podem contribuir para a proposição de ações docentes mais orientadas. Nessa perspectiva, Pozo e Crespo (2009) indicam que conhecer as dificuldades dos estudantes e suas concepções, pode propiciar uma melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

Destaca-se que a presente análise constitui um recorte de uma dissertação de Mestrado Profissional. Além disso, os resultados embasaram uma Sequência de Atividades, estruturada para estudantes do Ensino Médio. Por fim, assume-se que diante da relevância de uma formação crítica, frente à sociedade moderna, a educação CTS pode promover autonomia para a participação social, no que tange o crescimento científico-tecnológico e sua relação com a qualidade de vida, economia, ética, meio ambiente e política (PALACIOS et al., 2003).

## METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido nas aulas de química de uma turma da 2ª série de uma escola pública do Ensino Médio em Natal – RN. Ao total, participaram 43 estudantes com idade entre 16 e 18 anos.

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, porquanto considera o ambiente natural como uma fonte de dados direta investigativa. Nesse sentido, o pesquisador frequenta o local de estudo devido acreditar na influência do contexto, como também, os registros advêm de imagens ou palavras (BOGDAN; BIKLEN, 1994).

Para a construção dos dados, foi utilizado um questionário prévio contendo seis perguntas abertas. A inserção de tal instrumento é justificada devido possuir característica qualitativa e possibilitar registros individuais de modo subjetivo.

As perguntas do questionário foram: 1) Você sabe o que é Resíduo Eletroeletrônico (também conhecido como Lixo eletrônico)? 2) Você tem ou já teve celular? Se sim, Quantos celulares você já teve? 3) Se você tivesse um celular e ele quebrasse o que você faria? 4) Muitas pessoas utilizam equipamentos eletroeletrônicos (equipamentos eletrônicos) diariamente. O que você vê de positivo e negativo nisso? 5) Você conhece alguma substância química presente nos Equipamentos Eletroeletrônicos? Se sim, Quais? 6) Represente por meio de desenhos os equipamentos eletroeletrônicos que você conhece.

A técnica de análise dos dados baseou-se na Análise de Conteúdo segundo Bardin (2011), a qual se configura desde a elaboração dos cálculos que fornecem dados, até a extração de estruturas traduzíveis. Desse modo, explicita os conteúdos das mensagens a partir da categorização de elementos emergentes.

Segundo a autora, a análise de conteúdo é organizada por meio da pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. A Pré-análise é a fase de organização, visa operacionalizar e sistematizar as ideias iniciais. A exploração do material consiste na codificação, cuja função é transformar os dados brutos em unidades bases de significação que contém as características dos elementos a serem analisados (tema, palavra ou frase). Nessa etapa ocorre a categorização, que corresponde a uma classificação dos elementos constitutivos em um conjunto visando formar grupos. O tratamento dos resultados propõe tratar os dados brutos para torná-los significativos e válidos. Consiste na busca de tendências que fomentem uma análise crítica explicativa acerca do fenômeno observado.

Sendo assim, de posse das respostas dos estudantes ao questionário, realizou-se a leitura dos escritos e iniciou-se o processo de classificação das categorias, através de comparações e diferenciações de conteúdos elementares contidos nas respostas. As categorias consistem em uma síntese de informações extraídas da pesquisa para representar os dados, possibilitando agrupar os conteúdos textuais com características afins e assim

discuti-los. As categorias emergentes, a partir dos elementos comuns presentes nas respostas dos estudantes, foram:

- a) Resíduos Eletroeletrônicos na perspectiva dos estudantes
- b) Equipamentos Eletroeletrônicos
- c) Consumo e destinação dos Celulares
- d) Aspectos positivos e negativos do uso de EEE
- e) Substâncias químicas presentes nos EEE

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio dos registros dos estudantes, foi possível realizar a análise e discussão dos dados. O objetivo foi identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre aspectos que envolvem os equipamentos e os resíduos eletroeletrônicos.

Destaca-se que, os registros das atividades estão transcritos literalmente em itálico e entre aspas. As respostas dos estudantes serão representadas pela sigla “A”. As reticências entre parênteses são recortes do conteúdo retirando-se registros não relevantes no contexto.

### Resíduos Eletroeletrônicos na Perspectiva dos Estudantes

Foi possível identificar que 41 estudantes apresentaram alguma definição ou citaram exemplos dos REE. As respostas semelhantes foram agrupadas em unidades de registros. O Quadro 2 demonstra os resultados, sendo “N” o número de citações nas respectivas unidades.

Quadro 2 - Descrição dos estudantes sobre os REE

Unidade de Registro	Descrição	N	Exemplos de Respostas
Resíduos eletrônicos ou tecnológicos	Apontaram as características eletrônicas dos EEE	25	<p><i>“São aparelhos eletrônicos que não servem mais”</i></p> <p><i>“ (...) tecnologia/eletrônicos que você não usa mais e jogafora”</i></p>
Presença de metais pesados	Definiram os REE pela presença de metais pesados	7	<p><i>“São objetos que não prestam mais e possuem metais pesados em sua composição.”</i></p> <p><i>“São os aparelhos eletrônicos, eles contém metal pesado e esses resíduos não podem ser descartados de qualquer forma.”</i></p>
Resíduos de descarte específico	Afirmaram que os REE são equipamentos que após o uso necessitam de um descarte específico	6	<p><i>“ São resíduos que precisam ser descartados em lugares adequados e apropriados à eles, e não no lixo comum”</i></p> <p><i>“São aparelhos telefônicos, pilhas, computadores etc, que não podem ser jogados em um lixo comum do dia-a-dia”</i></p>
Exemplos de REE	Apresentaram exemplos de REE sem caracterizá-los	3	<p><i>“São objetos como celular, computadores, baterias que não servem mais”</i></p> <p><i>“Sim, são pilhas, celulares, baterias e etc”</i></p>

Fonte: Autores.

Os resultados indicam que 25 estudantes conseguiram associar os REE às características eletrônicas desses equipamentos. Nota-se ainda que, nas definições apresentadas, 11 estudantes citaram exemplos de REE em suas respostas, dentre eles 9 mencionaram pilhas e baterias, como A12 *“Pelo meu conhecimento são lixo como bateria, pilha etc que não podem ser jogados no lixo normal”*. Tais resultados corroboram com os dados da pesquisa de Ercan e Bilen (2014), estes declaram que os estudantes do Ensino Fundamental consideraram as baterias como REE.

Embora alguns estudantes reconheçam a presença de metais pesados nos REE e admitam a necessidade de uma destinação apropriada para esses resíduos, tais aspectos não são suficientes para identificá-los. Destaca-se que somente um estudante apontou que as partes dos equipamentos eletroeletrônicos também são consideradas REE, a saber: A43 *“São*

restos (reaproveitáveis ou não) de produtos eletrônicos”. Corroborando com a definição correta desses resíduos (XAVIER; CARVALHO, 2014).

Podemos perceber que apesar de emergirem elementos relevantes nas respostas dos questionários, não é evidente uma compreensão dos atributos essenciais que definem os referidos resíduos. Resultados semelhantes também foram percebidos no trabalho de Morozesk e Coelho (2016) com estudantes do ensino fundamental, os quais, em sua maioria, não apresentaram uma definição coerente dos REE. Tal equívoco pode advir da falta de compreensão sobre as características elétricas e eletrônicas desses produtos. Munidos desses resultados, assume-se a necessidade de uma identificação correta dos REE para uma destinação adequada e consciente.

Além disso, vale enfatizar que o Ensino de Química possibilita espaço para problematizar as questões ambientais, a fim auxiliar a tomada de decisão sobre C&T, uma vez que refletir sobre as consequências das ações antropogênicas em sala de aula, permite maior criticidade sobre as implicações socioambientais que acompanham os avanços científicos (MOREIRA; AIRES; LORENZETTI, 2017; ROLOFF; MARQUES, 2014).

### **Equipamentos Eletroeletrônicos**

A segunda pergunta do questionário solicitou aos estudantes que desenhassem e nomeassem os EEE que eles conheciam. De acordo com os resultados, 22 equipamentos foram identificados. As respostas são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Lista dos EEE citados pelos estudantes

Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE)	N (respondentes para cada EEE)
Celular	38
Aparelho de Televisão	27
Micro-ondas	21
Computador	11
Geladeira	9
Notebook	6
Tablet	5
Fogão e Pilhas	4
Lavadora de roupa	3
Rádio, Liquidificador, controle remoto e Ar condicionado	2
Bateria, lâmpada, vídeo game, Ferro, relógio digital, máquina de cortar cabelo, calculadora e carrinho de controle remoto	1

Fonte: Autores.

Ao considerar as respostas, nota-se que o celular foi citado por 38 estudantes, esse resultado pode estar atrelado ao seu uso pelos participantes. A televisão e o micro-ondas também estiveram entre os mais mencionados. 6 respondentes desenharam apenas um equipamento, como; rádio, computador e celular, este último em número maior. Todavia, 33 estudantes registraram três ou mais EEE, como apresentado por A7 na Figura 1.

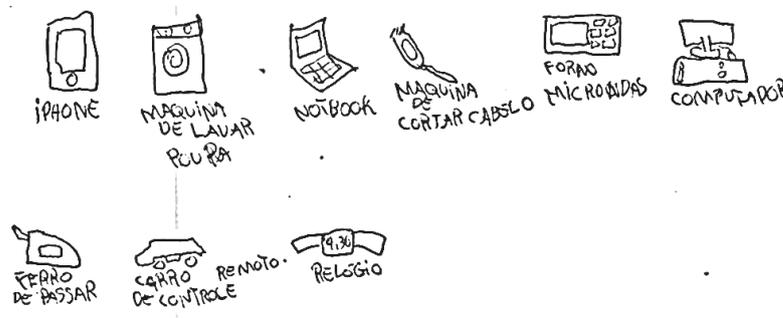


Figura 1 - Registro de EEE de acordo com o estudante A7

Fonte: Autores.

Os desenhos elaborados, diversas vezes, evidenciaram a característica eletrônica desses equipamentos através de *display*, teclados e telas sensíveis ao toque. Contudo, o aspecto elétrico só foi destacado por A4. Acredita-se que esses resultados podem estar vinculados ao desconhecimento da diferença entre equipamentos elétricos e eletrônicos, no que tange suas características, o que é considerado relevante para um descarte apropriado. O registro de A4, na Figura 2, expressa o caráter elétrico dos equipamentos elencados, já que seu desenho expressa o uso de eletricidade, além disso, demonstra aspectos eletrônicos percebidos no *display*.



Figura 2 - Caráter elétrico dos EEE segundo A4

Fonte: Autores.

### Consumo e destinação dos Celulares

Ao serem questionados acerca do consumo de celular, todos os estudantes afirmaram já ter possuído ao menos dois aparelhos. A média aritmética do consumo desses aparelhos pelos estudantes, na referida turma, foi em torno de seis. Kobs (2017) em sua pesquisa também percebeu que a maioria dos estudantes possui celular e que a principal motivação para troca destes aparelhos advém da falta de funcionamento. Nesse sentido, pode-se destacar a obsolescência programada como um propulsor ao consumo, porquanto, visando garantir a adesão de novos equipamentos, a vida útil dos produtos é alterada (MAGERA, 2013). Segundo Brum e Hillig (2010), os jovens constituem um público de interesse midiático ao consumo, já que estão sempre se modernizando e aderem às novas tecnologias com maior facilidade, por isso é relevante abordar discussões que promovam um consumo mais responsável.

Com relação à destinação dos celulares, diante da eventual quebra do aparelho, 9 estudantes relataram que guardariam o celular em casa. Algumas estratégias foram propostas, como consertar ou comprar um aparelho novo, contudo ainda assim apontaram que guardariam o celular quebrado. Algumas falas demonstram que o armazenamento de

celulares é uma prática comum desses consumidores. A2 expõe que vivenciou uma situação semelhante à descrita na pergunta, *“eu mandei consertar, daí quando não tem conserto eu deixo guardado em uma caixa”*. Esses dados corroboram com a investigação de Kobs (2017), a qual constatou que a maioria dos estudantes guardam seus celulares em desuso em casa.

O conserto do aparelho foi citado por 15 estudantes, todavia muitos registraram que avaliariam o custo do reparo frente à possibilidade da adesão de um celular novo. Já a alternativa do descarte, foi evidenciada na resposta de 10 estudantes. Apenas 3 estudantes indicaram o local que destinariam o celular (organização ou um centro de reciclagem). O estudante A 35 foi o único que citou a devolução ao comerciante como opção à destinação correta: *“Eu deixaria guardado em casa ou levaria até a loja”*.

Alguns trabalhos também pesquisaram acerca do descarte dos EEE por estudantes. Os resultados indicaram que há um desconhecimento sobre o local correto de dispor esses resíduos, como também os fabricantes não informam o destino adequado. As opções de descarte mais recorrentes são: guardar em casa, vender, descartar junto ao resíduo domiciliar, descartar em Ecopontos, doar para cooperativas e ONGs. Poucos participantes reconheceram a devolução ao comércio como uma escolha coerente e amparada pela lei (ERCAN; BILEN, 2014; KOBBS, 2017; MOROZESK; COELHO, 2016; OLIVEIRA; GOMES; AFONSO, 2010).

Nesse contexto, Pacheco (2018) indica que o conhecimento dos estudantes sobre os REE apresenta aproximação ao senso comum, ou seja, não se pondera sobre os impactos da produção, consumo e descarte desses equipamentos, diante da obsolescência. Todavia, contemplar tal problemática por meio da Educação CTS pode proporcionar o desenvolvimento de atitudes mais críticas, promovidas pelo diálogo na escola; permite reflexões sobre questões locais e possibilita um descarte consciente desses artefatos.

### Aspectos positivos e negativos do uso de EEE

Todos os estudantes citaram ao menos um aspecto positivo relacionado à utilização dos EEE, os mais comuns foram atribuídos à facilidade oferecida pelos artefatos nas atividades do cotidiano, na comunicação e como fonte de informação/entretenimento. Destaca-se que a dependência tecnológica e a problemática do descarte foram mencionadas como os principais pontos negativos. Os impactos nas relações sociais e os problemas à saúde, também foram citados. Tais indicativos corroboram com a pesquisa de Kobs (2017).

Além disso, 4 estudantes não atribuíram aspectos negativos aos produtos tecnológicos, como observado nos registros de A24 *“Não vejo nada de negativo até então, pois os aparelhos eletrônicos ajudam muito no dia a dia”*. A imagem da C&T como benéfica, objetiva e endereçada aos interesses sociais, é conferida a concepção tradicional da Ciência.

A perspectiva que o desenvolvimento de produtos tecnológicos gera apenas progresso demonstra uma visão simplista, que exige a subjetividade da tecnologia (PALACIOS et al., 2003).

Pode-se enfatizar ainda, que alguns estudantes associaram os riscos de acidentes e a radiação como problemas ao uso desses artefatos. Segundo Dutra (2010) o tema radiação, bem como sua relação com os telefones móveis, poderia ser mais discutido na educação básica, pois a falta de informação sobre os diferentes tipos de radiações e seus impactos à saúde, evidenciam concepções equivocadas sobre o assunto pelos estudantes.

Destaca-se que o fato de alguns estudantes não perceberem os impactos negativos inerentes ao uso de EEE, pode sinalizar uma percepção acrítica aos avanços tecnológicos. O relato de A22 assevera tal possibilidade *“Vejo de positivo que podemos evoluir cada vez mais em relação a tecnologia”*. Para Palacios et al. (2003), não se pode negar as contribuições da C&T nos últimos anos, no entanto, não podemos nos conformar com esse olhar apenas, pois a C&T incorporam questões sociais, éticas e políticas. Nesse sentido, afirma-se a relevância da abordagem CTS para discutir a subjetividade da C&T e seus impactos socioambientais (MOREIRA; AIRES; LORENZETTI, 2017).

### Substâncias químicas presentes nos EEE

De acordo com os registros dos estudantes sobre as substâncias químicas presentes nos EEE, percebeu-se que 22 apontaram desconhecer tais substâncias. Já 3 estudantes deixaram a questão em branco, os demais indicaram a presença de metais nesses equipamentos. O Quadro 4 apresenta os resultados obtidos.

**Quadro 4** - Substâncias químicas apontadas pelos estudantes

Substâncias Químicas	N (respondentes para cada substância)
Mercúrio	8
Chumbo	7
Titânio	4
Metal e Alumínio	3
Cobre e Prata	2
Metais pesados	2
Silício, Ferro, Lítio e Ouro	1

Fonte: Autores.

Nota-se que o mercúrio foi o metal mais citado pelos estudantes. Dentre esses, dois nomearam os equipamentos que possuía esse metal, como aludido nas respostas de A9 e A17 respectivamente “(...) O mercúrio. (utilizado em computadores TV de tela plana, entre outros)” e “já ouvi falar sobre mercúrio em baterias”. De acordo com a pesquisa de Ercan e Bilen (2014) o cobre foi o constituinte dos EEE mais reconhecido pelos estudantes da Educação Básica. Os autores discorrem que os estudantes não conheciam os componentes dos produtos eletroeletrônicos.

Embora o mercúrio e o chumbo tenham sido os metais mais citados, a maior parte dos respondentes não os descrevem como metais pesados, talvez por não conhecerem tal conceito. Torna-se notável que os estudantes, os quais também são consumidores, não conhecem a composição química dos EEE. Logo, destaca-se a relevância de um Ensino de Química que discuta os constituintes dos materiais e das tecnologias que estão ao nosso redor.

Ao considerar tais indicativos, surgem questionamentos: Como será possível fazer escolhas conscientes frente ao desconhecimento químico? Como ponderar sobre o consumo? Segundo Santos e Schnetzler (2003) as habilidades básicas que caracterizam o cidadão é o julgamento e a participação, assim, fazer julgamento crítico e político, implica o conhecimento de informações básicas para a participação social. Sem o conhecimento químico a tomada de decisão é limitada, pois o cidadão não dispõe de informações que possa auxiliá-lo. Como também, acredita-se que a identificação dos componentes químicos presentes nos EEE pode favorecer a compreensão sobre o descarte correto desses equipamentos, bem como permite discutir acerca dos impactos socioambientais desses resíduos, a partir da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das respostas ao questionário, foi possível perceber que os estudantes não reconhecem as características elétricas e eletrônicas como elementos essenciais que definem os Resíduos Eletroeletrônicos. Além disso, poucos identificam constituintes químicos presentes nesses produtos. Esses indicativos podem contribuir à destinação inadequada desses resíduos, uma vez que desconhecem a problemática concernente ao descarte.

A percepção dos estudantes sobre os impactos negativos da tecnologia demonstra a imagem da Ciência e Tecnologia como autônoma, neutra e benéfica, ou seja, consiste na concepção tradicional da Ciência, como discutido por Santos e Schnetzler (2003). Sendo assim, poucos estudantes associaram consequências socioambientais aos avanços

tecnológicos, o que indica a necessidade de discussões críticas sobre o desenvolvimento científico-tecnológico.

Por fim, destaca-se que conhecer as percepções dos estudantes acerca do tema, pode proporcionar ações docentes mais orientadas. Assim, assume-se que discutir a problemática dos REE em uma abordagem CTS, pode contribuir para uma formação cidadã, permitindo a tomada de decisão consciente quanto à Ciência e Tecnologia.

## REFERÊNCIAS

ABREU, D. C. **Resíduo eletroeletrônico**: uma abordagem CTS para promover a prática argumentativa entre alunos do ensino médio. 2014. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – Área de concentração Ensino de Química) - Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Ciências Biológicas. Universidade de Brasília, DF, 2014.

BALDÉ, C. P. et al. **The Global E-waste Monitor 2017**: quantity, flows and resources. United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna, p. 109, 2017.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, p. 281, 2011.

BARROS, R. M. **Tratando sobre resíduos sólidos**: gestão, uso e sustentabilidade. Rio de Janeiro: Interciência; Minas Gerais: Acta, p. 357-372, 2012.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal, PT: Porto Editora, p. 336, 1994.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). **Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica**. Brasília, DF, 2013.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. 2 ed. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2012.

BRUM, A. B. N.; HILLIG, C. Repensando o consumismo: uma reflexão sobre a necessidade de um “consumo responsável”. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 1, n. 1, p. 115-128, 2010.

DUTRA, P. M. B. F. **Percepção dos estudantes do Ensino Médio sobre o tema “radiação” e tecnologias relacionadas**: ideias informais e categorias conceituais. 2010. 138 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia das Radiações, Minerais e Materiais. Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear. Belo Horizonte, MG, 2010.

ERCAN, O.; BILEN, K. A research on electronic waste awareness and environmental attitudes of primary school students. **Anthropologist**, v. 17, n. 1, p. 13-23, 2014.

GIRARD, J. **Princípios da química ambiental**. 2ed. Rio de Janeiro: LTC, p. 434, 2013.

KOBS, F. F. **Os possíveis efeitos do uso dos dispositivos móveis por adolescentes**: análise de atores de uma escola pública e uma privada. 2017. 244 f. Tese (Doutorado em Tecnologia e Sociedade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2017.

MAGERA, M. **Os caminhos do lixo: da obsolescência programada à logística reversa**. São Paulo: Editora átomo, p. 165, 2013.

MOREIRA, A. M.; AIRES, J. A.; LORENZETTI, L. Abordagem CTS e o conceito química verde: possíveis contribuições para o ensino de química. **ACTIO: Docência em Ciências**, v.2, n.2, p. 193-210, 2017.

MARQUES, C. A.; ROLOFF, F. B. Questões ambientais na voz dos formadores de professores de química em disciplinas de cunho ambiental. **Química Nova**, v. 37, n. 3, p. 549-555, 2014.

MOROZESK, M.; COELHO, G. R. Lixo Eletrônico "Uso e Descarte": uma proposta de intervenção em uma Escola Pública de Vitória-ES. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, n. 2, p. 317-338, 2016.

OLIVEIRA, C. R.; BERNARDES, A. M.; GERBASE, A. E. Collection and recycling of electronic scrap: A worldwide overview and comparison with the Brazilian situation. **Waste Management**, v. 32, n. 8, p. 1592-1610, 2012.

OLIVEIRA, R. S.; GOMES, E. S.; AFONSO, J. C. O Lixo Eletroeletrônico: Uma Abordagem para o Ensino Fundamental e Médio. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 4, p. 240-248, 2010.

PALACIOS, E. M. G. et al. **Introdução aos estudos CTS (ciência, tecnologia e sociedade)**. Florianópolis: Organização dos Estados Ibero-americanos Para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), p. 170, 2003.

PACHECO, P. Q. **Lixo eletrônico**: o enfoque CTSA por meio da ilha interdisciplinar de racionalidade. 2018. 195 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Instituto de Educação Matemática e Científica, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018.

PERKINS, D. N. et al. E-Waste: A Global Hazard. **Annals of Global Health**, v. 80, n. 4, p. 286-295, 2014.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências**: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5 ed., Porto Alegre: Artmed, p. 296, 2009.

PRAIA, J.; CACHAPUZ, A. Ciência-Tecnologia-Sociedade: um compromisso ético. **Revista CTS**, v.2, n.6, p. 173-194, 2005.

ROCHA, A. C. et al. Lixo Eletrônico: um levantamento da produção científica e dos *hot topics* publicados na base Web of Science na última década. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 2, p. 36-48, 2012.

SANTOS, W. L. P.; et al. O enfoque CTS e a Educação Ambiental: Possibilidades de “ambientalização” da sala de aula de Ciências. In: SANTOS, W. L. P; MALDANER, O. A (Org.). **Ensino de Química em Foco**, Ijuí: Unijuí, p. 131-157, 2011.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, p. 160, 2003.

United Nations Environment Programme (UNEP) & United Nations University (UNU). **Recycling—From E-Waste to Resources**. United States, 2009.

XAVIER, L. H.; CARVALHO, T, C. (Orgs.). **Gestão de resíduos eletroeletrônicos: uma abordagem prática a sustentabilidade**. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 212, 2014.

## RESUMO

Este artigo objetiva analisar a percepção de estudantes do Ensino Médio acerca dos Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE), no que tange suas características; pontos positivos e negativos do uso desses equipamentos; a presença de constituintes químicos e o descarte desses resíduos. Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se um questionário aberto. A análise dos registros baseou-se na Análise de Conteúdo segundo Bardin (2011). Os resultados apontaram que poucos estudantes reconhecem aspectos negativos atrelados à problemática dos resíduos eletroeletrônicos, bem como não sabem onde descartá-los. Além disso, desconhecem as substâncias químicas presentes nos EEE. Destaca-se que a falta de informação sobre os impactos socioambientais dessa problemática social, fomenta a destinação inadequada desses produtos, que podem prejudicar a saúde humana. Tais indicativos sinalizam a necessidade de contemplar as relações CTS para formação cidadã, pois é por meio do conhecimento que os estudantes podem subsidiar a tomada de decisão acerca da ciência e a tecnologia.

**Palavras-chave:** Resíduos eletroeletrônicos; CTS; Ensino de Ciências.

## RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo analizar la percepción de los estudiantes de secundaria sobre los Equipos Electrónicos (EE), en cuanto a sus características; puntos positivos y negativos del uso de este equipo; la presencia de componentes químicos y la eliminación de estos residuos. Como instrumento de recolección de datos se utilizó un cuestionario abierto. El análisis de los registros se basó en Análisis de contenido según Bardin (2011). Los resultados mostraron que pocos estudiantes reconocen aspectos negativos vinculados al problema de las basuras electrónicas, así como no saben dónde deshacerse de ellos. Además, desconocen los productos químicos presentes en los AEE. Es de destacar que la falta de información sobre los impactos socioambientales de esta problemática social, promueve el destino inadecuado de estos productos, los cuales pueden dañar la salud humana. Tales indicios señalan la necesidad de contemplar las relaciones CTS para la formación ciudadana, ya que es a través del conocimiento que los estudiantes pueden apoyar la toma de decisiones sobre ciencia y tecnología.

**Palabras clave:** Residuos electrónicos; CTS; Enseñanza de la ciencia.