



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PAULISTANA
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA**

FABIANA DE CASTRO ARAUJO

**LIXO ELETRÔNICO CONTEXTUALIZADO COM O ENSINO DE QUÍMICA: UM
MEIO GERADOR DE PRÁTICAS DE CIDADANIA APLICADA A ESTUDANTES
DO ENSINO MÉDIO.**

PAULISTANA

2024

FABIANA DE CASTRO ARAUJO

LIXO ELETRÔNICO CONTEXTUALIZADO COM O ENSINO DE QUÍMICA: UM
MEIO GERADOR DE PRÁTICAS DE CIDADANIA APLICADA A ESTUDANTES DO
ENSINO MÉDIO.

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Licenciatura em Química
do Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Piauí, Campus Paulistana.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maraylla Inácio de Moraes.

PAULISTANA

2024

LIXO ELETRÔNICO CONTEXTUALIZADO COM O ENSINO DE QUÍMICA: UM MEIO GERADOR DE PRÁTICAS DE CIDADANIA APLICADA A ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO.

Fabiana de Castro Araujo¹
Maraylla Inácio de Moraes²

RESUMO

O presente artigo teve como objetivo compreender a importância de inserir a temática do lixo eletrônico nas aulas de química, sendo indispensável para consolidar um entendimento mais amplo dos alunos em relação à composição e a toxicidade desses resíduos, correlacionando com os elementos da tabela periódica. Na pesquisa, foram adotados procedimentos técnicos específicos, como a pesquisa bibliográfica, a pesquisa de campo e também a pesquisa participante, onde houve a interação com os membros constituintes da pesquisa, através de uma aula teórica e de um jogo didático, para análise dos dados foram utilizados dois questionários, um prévio e outro final. Os resultados do questionário prévio demonstraram uma defasagem em relação ao conhecimento sobre o tema, mas com a aula expositiva e o jogo didático percebeu-se uma maior compreensão dos alunos, pois o ato de relacionar os elementos da tabela periódica e os componentes dos eletroeletrônicos enriqueceu a aprendizagem. Confirmou-se a hipótese de que contextualizar o ensino de química com o lixo eletrônico é uma estratégia positiva que estimula a compreensão da importância do descarte responsável. No futuro, seria interessante expandir ainda mais a integração do tema lixo eletrônico em diferentes níveis educacionais e contextos socioculturais, além de promover uma maior conscientização sobre o descarte sustentável de resíduos eletrônicos.

Palavras-chave: lixo; eletroeletrônico; química; resíduos; ensino.

ABSTRACT

This article aimed to understand the importance of including the topic of electronic waste in chemistry classes, being essential to consolidate a broader understanding of students regarding the composition and toxicity of this waste, correlating it with the elements of the periodic table. In the research, specific technical procedures were adopted, such as bibliographical research, field research and also participant research, where there was interaction with the constituent members of the research, through a theoretical class and a didactic game, for data analysis. two questionnaires were used, one prior and one final. The results of the previous questionnaire demonstrated a gap in relation to knowledge on the topic, but with the expository class and the didactic game a greater understanding of the students was noticed, as the act of relating the elements of the periodic table and the components of electronics enriched the Learn. The hypothesis was confirmed that contextualizing chemistry teaching with electronic waste is a positive strategy that encourages understanding of the importance of responsible disposal. In the future, it would be interesting to further expand the integration of the topic of electronic waste at different educational levels and sociocultural contexts, in addition to promoting greater awareness about the sustainable disposal of electronic waste.

Keywords: trash; electronics; chemical; waste; teaching.

Data de aprovação: 09/01/2024

¹ Licencianda em Química. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Paulistana. capau.20191quimi0396@aluno.ifpi.edu.br.

² Doutora em Química Orgânica, graduada em Licenciatura em Química e Química Industrial, Professora de Química no Instituto Federal do Piauí – Campus Paulistana. E-mail maraylla.moraes@ifpi.com.br

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias estão inseridas na sociedade em diversos âmbitos, proporcionando mudanças significativas no cotidiano de toda população, oferecendo-lhes diversas vantagens para uma melhor qualidade de vida, porém traz consigo também muitos impactos negativos. Esse grande avanço que a tecnologia apresenta frequentemente faz com que os aparelhos eletroeletrônicos tornem-se ultrapassados em um curto espaço de tempo, pois constantemente são lançados no mercado equipamentos que despertam a atenção do público devido a suas inovações, além disso, as indústrias têm desenvolvido corriqueiramente a obsolescência programada, o que se trata de medidas aplicadas para que os eletrônicos e eletrodomésticos sejam menos duráveis. E esse aumento exponencial do consumo resulta em uma quantidade proporcional de resíduos que, se não gerenciados adequadamente, representam sérios riscos ambientais e de saúde. (BAUMAN, 2008)

O descarte inadequado desses materiais, comumente denominado como lixo eletrônico (e-lixo), suscita questões pertinentes que transcendem as fronteiras do simples descarte, alcançando dimensões intrínsecas ao ensino de Química. Nesse contexto, surge a necessidade de integrar de maneira mais ampla e detalhada a temática do lixo eletrônico nas aulas de Química, destacando sua composição e também a elevada toxicidade das substâncias presentes. (FERNANDES, et al., 2017).

Diante desse panorama, a presente abordagem buscou além de discutir as complexidades químicas inerentes aos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE), demonstrar a importância de trabalhar esse problema nas aulas de química, tendo em vista que, por se tratar da ciência que estuda a composição, as propriedades e mudanças da matéria, a disciplina desempenha um papel fundamental na compreensão do impacto causado pelo lixo eletrônico, e na busca por soluções sustentáveis. A problematização desse tema destacou-se não apenas na sua dimensão ambiental, mas também na necessidade de formação de cidadãos conscientes e responsáveis, capazes de compreender a relação entre ciência, tecnologia e sustentabilidade.

O objetivo geral desta proposta consistiu em compreender a importância de inserir a temática do lixo eletrônico nas aulas de química, abordando a composição e a alta toxicidade das substâncias através de relações entre os componentes dos equipamentos e os elementos da tabela periódica, visando conscientizar os alunos e levá-los a disseminar esse conhecimento na comunidade em que estão inseridos, considerando que a escola é vista como um agente educativo não apenas na área acadêmica, mas também na área social. Para atingir tal objetivo, foram realizadas metas operacionais que incluíram a realização de aula expositiva com auxílio de slides e um jogo, no qual consistia em ensinar aos alunos de forma dinâmica sobre a importância de conhecer a composição química dos REEE e também da sua reciclagem, trabalhando os diferentes componentes presentes nos eletroeletrônicos.

A delimitação do tema buscou, assim, estabelecer um enfoque específico no lixo eletrônico, proporcionando uma compreensão aprofundada de sua complexidade química e implicações ambientais. Dessa forma, almejou-se, além de transmitir conhecimento científico, também estimular a reflexão sobre a responsabilidade individual e coletiva na gestão dos resíduos eletrônicos.

Ao longo deste, foram explorados os fundamentos químicos do lixo eletrônico, seus impactos socioambientais e as estratégias pedagógicas que visaram aprimorar o ensino de Química em sintonia com as demandas contemporâneas. Este estudo não apenas reforçou a importância de trabalhar o tema do lixo eletrônico nas aulas de Química, mas também destacou a necessidade de uma abordagem educacional dinâmica e contextualizada para enfrentar os desafios contemporâneos relacionados à tecnologia e sustentabilidade.

2 METODOLOGIA

2.1 TIPO DE PESQUISA

Em relação à abordagem, este estudo caracteriza-se como quantitativo e qualitativo, pois aqui, utilizaram-se números que comprovam os objetivos gerais da pesquisa, sendo possível compreender a complexidade e os detalhes das informações obtidas por meio dos questionários. Quanto aos objetivos, eles podem ser classificados como exploratórios, descritivos e explicativos. No contexto desta pesquisa, foram adotados procedimentos técnicos específicos, como a pesquisa bibliográfica, que se baseou em trabalhos previamente publicados, e a pesquisa participante, que foi desenvolvida por meio da interação entre os pesquisadores e os membros das situações investigadas, neste caso, os alunos.

2.2 CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA E DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida na escola CETI Lucinete Santana da Silva, na qual trata-se de uma instituição de educação de nível estadual, com modalidade Técnico Integrado ao ensino médio e conta com o Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na Modalidade de Educação de Jovens e Adultos (Proeja), localizada na Rua Canuto Pereira, Bairro Triângulo, na cidade de Paulistana-Piauí, teve como participantes alunos (as), do 1º ano do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico de Enfermagem. A turma é composta por 17 alunos matriculados, sendo que 14 deles responderam ao questionário inicial e ao questionário final.

A justificativa por ter escolhido essa escola para realizar a pesquisa foi o fato de ser uma instituição de referência na cidade, que contempla diversos cursos técnicos de variadas áreas, além de integrar estudantes da sede, do interior e também de cidades circunvizinhas, além disso, por já ter desenvolvido alguns projetos pedagógicos nela, como por exemplo, o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e também a Residência Pedagógica (RP).

2.3 PROCEDIMENTOS DA PESQUISA

Este trabalho foi realizado no dia 25 de novembro de 2023 e foi dividido em 02 aulas com duração de 50 minutos cada aula. A modalidade escolhida foi a pesquisa de campo, com intuito de obter dados significativos e detalhados acerca do tema, a metodologia que foi aplicada consistiu em duas etapas:

2.3.1 Momento 1- Aula teórica

A turma assistiu a uma aula de química em que se estabeleceram as relações entre os componentes de equipamentos eletrônicos e às propriedades das substâncias químicas, a partir dos elementos da tabela periódica. Assim, o assunto foi abordado de forma contextualizada, por meio da exemplificação, relacionando-o sempre ao cotidiano do aluno, durante o período de cinquenta minutos.

2.3.2 Momento 2- Aplicação do Jogo

O nome do jogo é “Baralho do lixo eletrônico”, no qual consistia em ensinar aos alunos sobre a importância de conhecer a composição química dos resíduos que compõem os

eletroeletrônicos e também da sua reciclagem, trabalhando os diferentes componentes presentes nos equipamentos.

De início a turma foi dividida em equipes, contendo de 4 a 5 participantes, em seguida foi distribuído um total de 42 cartas para cada grupo, onde 21 dessas apresentavam imagens de diferentes componentes eletroeletrônicos, como celulares, monitores, baterias, geladeira, fogão, entre outros, e as outras 21 cartas continham nomes e símbolos de diversos elementos químicos que fazem parte da composição dos equipamentos. Foi entregue também a cada grupo 04 copos rotulados com as cores: Azul, verde, branco e marrom, simbolizando assim, as categorias básicas de reciclagem dos resíduos eletroeletrônicos explanados na aula.

O jogo consistia em formar pares entre as cartas dos equipamentos com as cartas dos elementos químicos, valendo 01 ponto para cada par correto, após isso, era necessário também determinar em qual categoria básica o par se encaixava, contabilizando mais 01 ponto para cada par depositado na categoria certa.

Os alunos tiveram aproximadamente 25 minutos para fazerem as combinações corretas e realizarem toda a atividade proposta, durante a execução do jogo ficou perceptível à interação e o trabalho em equipe desenvolvido por todos integrantes dos grupos, e após o término do tempo estipulado, foi contabilizado os pontos que cada equipe conseguiu, assim determinando o vencedor do jogo.

2.4 APLICAÇÃO E ELABORAÇÕES DOS QUESTIONÁRIOS

Os questionários foram aplicados um antes da aula teórica e o outro após a aula prática, os mesmos encontram-se no apêndice A e B, foram coletados, através desses, dados a respeito do conhecimento dos alunos referente ao tema escolhido.

O questionário inicial foi elaborado com a finalidade de avaliar o conhecimento prévio dos alunos referente ao tema. Constituído por oito (8) questões sendo sete (7) objetivas e uma (1) subjetiva. Já o questionário final foi realizado com intuito de analisar o conhecimento dos estudantes após as aulas. Composto por seis (6) perguntas, dentre elas cinco (5) objetivas e uma (1) subjetiva sobre a mesma temática, porém agora com suporte prático. Os resultados das avaliações foram tabulados com auxílio do programa Microsoft Excel e transformados em gráficos para melhor verificação do panorama analisado.

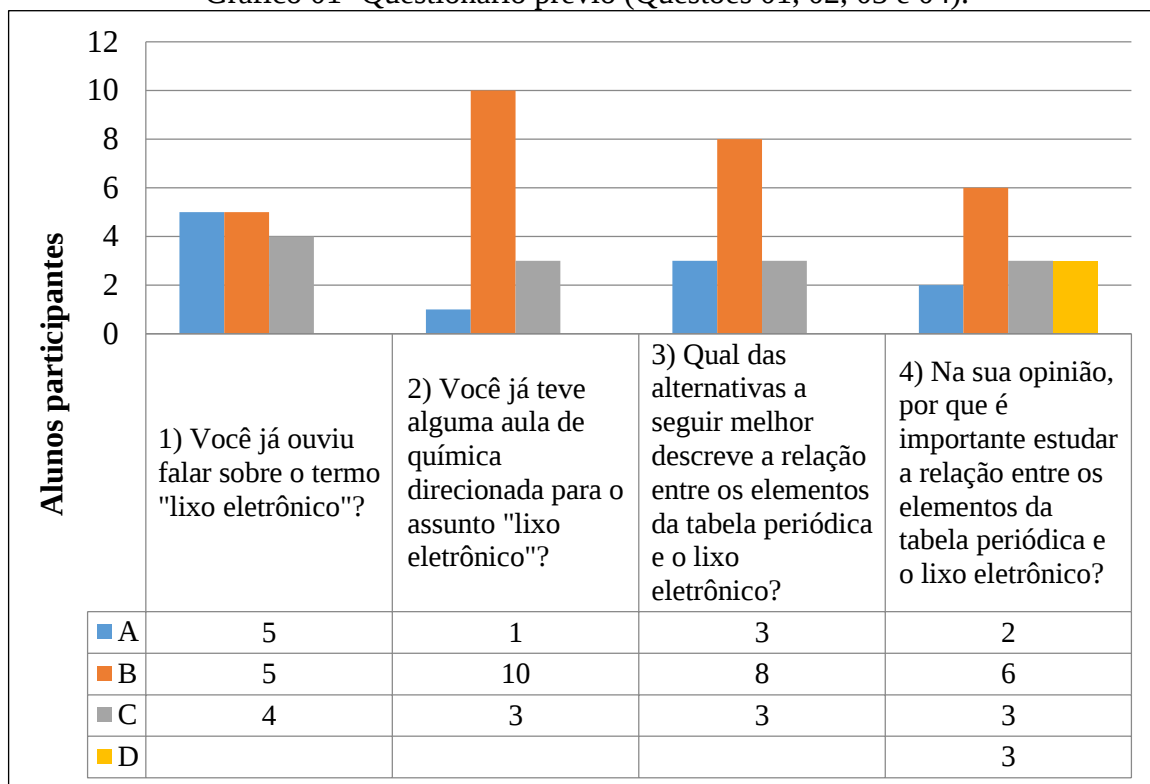
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para verificar a importância de abordar a temática dos REEE durante as aulas de Química, foram utilizados como instrumentos de pesquisa, dois questionários que avaliaram o conhecimento dos alunos antes e após a inserção do conteúdo através da aula teórica e do jogo aplicado.

3.1 ANÁLISE E DISCUSSÃO DO QUESTIONÁRIO PRÉVIO

A pesquisa prévia contou com a participação dos 14 discentes que faziam parte do 1º ano do ensino médio integrado ao curso técnico de enfermagem da escola CETI Lucinete Santana da Silva, o principal objetivo do questionário foi investigar qual o nível de contato que os alunos tinham com a temática e qual a bagagem de conhecimento que já possuíam sobre o tema, a respeito das suas propriedades, composição, riscos e reciclagem, assim, segue abaixo os gráficos que mostram as questões abordadas e também as respostas dos alunos participantes.

Gráfico 01- Questionário prévio (Questões 01, 02, 03 e 04).



Fonte: Araujo (2023).

A primeira pergunta teve como finalidade avaliar a familiaridade dos alunos com o termo "lixo eletrônico". Os resultados acerca dessa, mostram que 05 dos 14 alunos optaram pela alternativa A, representada no gráfico pela cor azul, onde afirmavam estarem familiarizados com o termo e que já sabiam do que se trata, outros 05 alunos relataram já terem ouvido falar sobre, mas não tinham certeza do significado exato (alternativa B, cor laranja), e os outros 04 alunos restantes disseram que nunca ouviram falar antes desse termo (alternativa C, cor cinza).

Assim, percebe-se que o assunto não é muito conhecido entre os discentes como deveria, tendo em vista sua relevância para toda sociedade, pois apesar de alguns terem afirmado saberem do que se trata, um percentual grande afirmou não possuir uma bagagem de conhecimento concreto sobre os REEE, e outros nem se quer tinham ouvido ou visto esse termo antes, isso demonstra a carência de debates que abordem a questão do lixo eletrônico no cenário atual. Macedo (2001), diz que despertar a consciência ambiental nos seres humanos demanda tempo por ser necessária certa reflexão; para tanto, trabalhar a educação ambiental constante é extremamente importante para alcançar todos os objetivos de sensibilização.

Nesse contexto, a escola pode ser vista como um espaço de suporte que possibilita ao educando as condições necessárias para que a compreensão teórica vire ações conscientes, uma vez que a prática transformadora é a melhor evidência da compreensão da teoria (GASPARIN, 2007). Seguindo essa perspectiva, a segunda questão visou determinar se os alunos já haviam tido aulas de química relacionadas ao tema "lixo eletrônico". Os resultados obtidos revelaram que apenas um aluno (01 de 14) já havia tido aula sobre o assunto (alternativa A, cor azul), enquanto a maioria dos alunos (10 de 14) afirmaram nunca terem ouvido falar sobre o tema em aulas de química (alternativa B, cor laranja), e os 03 alunos restantes não conseguiam se lembrar (alternativa C, cor cinza).

Contextualizar o ensino de química é de suma importância para se obter um aprendizado mais amplo sobre a disciplina, isso envolve levar assuntos e problemas da vida em sociedade para dentro da sala de aula, fazendo com que os alunos enxerguem a química presente nos seus cotidianos e assim promover uma interação ativa e profunda entre o aluno e seu meio, percebendo que ele está enraizado em um mundo do qual ele também é um membro ativo. O lixo eletrônico por sua vez, é um problema de nível mundial que cresce cada dia mais, nesse sentido, Fernandes, et al. (2017), destacam que as aulas de química podem contribuir para a formação de uma consciência crítica e reflexiva sobre o consumo de produtos eletrônicos, assim como os alunos podem aprender como testar dispositivos quanto à durabilidade, eficiência energética e reparo antes de comprá-los, reduzindo assim a quantidade de lixo eletrônico gerado.

Neste seguimento, a terceira pergunta explorou a compreensão dos alunos sobre a relação entre os elementos da tabela periódica e o lixo eletrônico. Os resultados mostram que 03 alunos (03 de 14) selecionaram a alternativa A, representada pela cor azul, indicando que os elementos da tabela periódica não possuem relação com o lixo eletrônico. Por outro lado, a maioria dos alunos participantes (08 de 14) escolheu a alternativa B, representada pela cor laranja, que afirmava que alguns elementos da tabela periódica são utilizados em componentes eletrônicos presentes no lixo eletrônico, e os outros 03 alunos (03 de 14) escolheram a alternativa C, representada pela cor cinza, afirmando que todos os elementos da tabela periódica são encontrados no lixo eletrônico.

Essa distribuição de respostas sugere que a maioria dos alunos tem uma compreensão básica de que elementos químicos da tabela periódica estão diretamente relacionados à composição do lixo eletrônico, mas também evidencia que existe algumas dúvidas e desconhecimento em relação a esse tema. Segundo Rodrigues (2007) compreender a composição química do lixo eletrônico é importante para estudar os impactos ambientais e encontrar soluções adequadas para o gerenciamento de resíduos. A química desempenha um papel fundamental neste contexto, permitindo a análise e identificação de elementos e compostos em dispositivos eletrônicos e a avaliação dos riscos associados ao seu descarte incorreto.

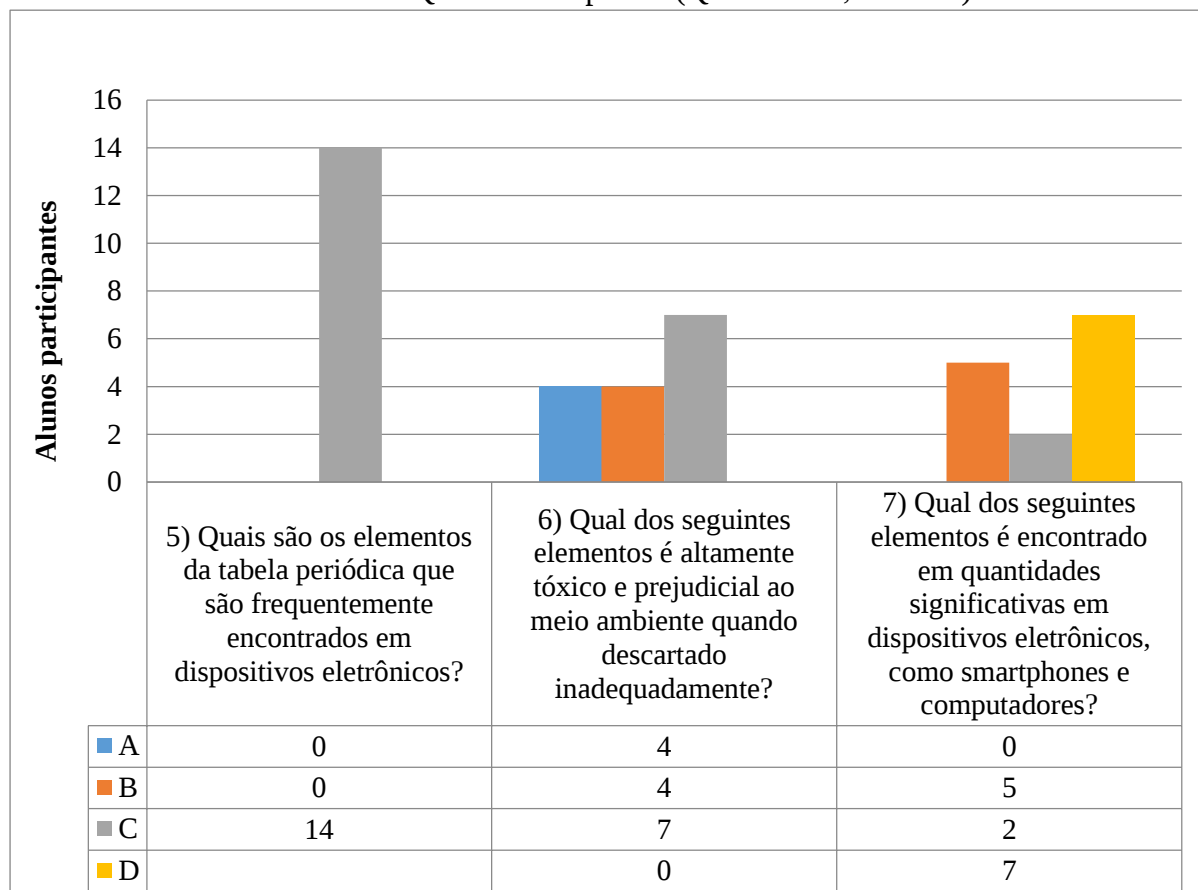
A quarta pergunta visava avaliar a percepção dos alunos sobre a importância de estudar essa relação dos componentes eletrônicos com os elementos da tabela periódica. Os resultados obtidos mostram que 02 dos 14 alunos participantes, ao marcarem a alternativa A, representada pela cor azul, acreditavam ser importante essa relação porque os elementos da tabela periódica desempenham um papel significativo na composição dos dispositivos eletrônicos, outros 06 alunos (06 de 14) escolheram a alternativa B (Cor laranja), afirmando que o lixo eletrônico representa um problema crescente que requer uma compreensão dos elementos químicos envolvidos. Além disso, 03 alunos (03 de 14) selecionaram a alternativa C (Cor Cinza), indicando que a reciclagem e o tratamento adequado do lixo eletrônico dependem do conhecimento dos elementos da tabela periódica. Por fim, outros 03 alunos (03 de 14) escolheram a alternativa D (Cor amarelo), que afirma que todas as opções descritas nas alternativas anteriores são importantes.

Esses resultados demonstram que os alunos reconhecem a importância de estudar a relação entre os elementos da tabela periódica e o lixo eletrônico, destacando que o referido assunto é de fato um problema crescente que requer conhecimento químico para soluções adequadas. Nesse viés, Favera (2008) ressalta ainda que os dispositivos eletrônicos contêm vários metais pesados, como chumbo, mercúrio, cádmio, níquel e cobre. Esses metais podem ser tóxicos e persistentes no meio ambiente, representando um perigo para a saúde humana e para os ecossistemas quando liberados no solo, na água e no ar. O estudo dos metais pesados permite compreender o impacto que estes elementos têm no ambiente, as suas vias de

contaminação e como minimizar os seus efeitos nocivos, tendo em vista que se trata dos elementos mais prejudiciais encontrados nos REEE.

A seguir serão apresentadas mais três perguntas que fizeram parte da investigação prévia aplicada aos estudantes, nas quais abordaram diretamente a relação da química com os dispositivos eletrônicos. Segue abaixo o gráfico 02:

Gráfico 02- Questionário prévio (Questões 05, 06 e 07.)



Fonte: Araujo (2023)

A quinta pergunta teve o objetivo de constatar qual o grau de conhecimento os alunos tinham em relação aos elementos que são frequentemente encontrados nos dispositivos eletrônicos, o gráfico 02 acerca dessa, mostra um resultado positivo diante do questionamento, pois todos os 14 discentes participantes da pesquisa optaram pela opção correta, na qual se trata da alternativa C, representada pela cor cinza no gráfico, que continha o ferro, cobre e chumbo como principais elementos dos eletrônicos, as alternativas A e B tratavam de elementos pouco comuns nos dispositivos eletroeletrônicos.

Essa compreensão precisa sobre os elementos que são encontrados em dispositivos eletrônicos é essencial para promover a conscientização sobre a gestão adequada desses resíduos e os impactos ambientais associados. A composição química do lixo eletrônico é complexa e diversificada, os componentes encontrados são compostos de combinações de metais, plásticos, vidro e outros materiais, dentre os metais presentes, destacam-se chumbo, mercúrio, cádmio, cobre, zinco, níquel e alumínio, tais metais são encontrados em várias formas e compostos em dispositivos eletrônicos. (PALLONE, 2008)

A sexta questão sondou o conhecimento prévio dos alunos a respeito dos elementos altamente tóxicos que prejudicam o meio ambiente quando descartados incorretamente. Os resultados mostram que 07 alunos (07 de 14) escolheram a alternativa C (Cor cinza), que

indica o chumbo como altamente tóxico e prejudicial ao meio ambiente. Enquanto 04 alunos (04 de 14) selecionaram a alternativa A (Cor azul), que inclui o carbono, e 04 demais alunos (04 de 14) escolheram a alternativa B, (Cor laranja) que menciona o silício.

Esses resultados sugerem que a maioria dos alunos está ciente de que o chumbo é um elemento tóxico encontrado em dispositivos eletrônicos e que a exposição inadequada a esse elemento é prejudicial ao meio ambiente. Segundo Favera (2008), o chumbo é comumente usado na soldagem de componentes eletrônicos e pode apresentar sérios riscos à saúde humana e ao meio ambiente se liberado no solo ou na água.

A sétima pergunta explorou quais elementos os alunos acreditavam estar presentes em dispositivos como smartphones e computadores. Os resultados mostram que 07 alunos (07 de 14) selecionaram a alternativa D (Amarelo), que inclui titânio, enquanto 05 alunos (05 de 14) escolheram a alternativa B (Laranja), que menciona cobre, e 02 alunos (02 de 14) selecionaram a alternativa C (Cinza), dessa forma apenas 05 alunos acertaram. Esses resultados sugerem que, apesar de alguns acertos, a compreensão dos alunos sobre os elementos presentes em dispositivos eletrônicos não é uniforme. É importante ressaltar que a composição de dispositivos eletrônicos pode variar dependendo do tipo de produto e sua finalidade, mas, em geral, o cobre é de fato um elemento comum devido à sua importância na condução elétrica.

Por fim, a oitava e última questão da avaliação prévia aplicada, foi uma pergunta discursiva que questionava o seguinte: “Sobre o problema do lixo eletrônico, você acha que estudar mais sobre a temática e entender a química presente nela ajudariam a amenizar tal problema? Por que?”. Na oportunidade, todos os alunos relataram que acredita ser de suma importância levar o problema dos resíduos eletrônicos para as aulas de química, já que a disciplina explica detalhadamente toda a composição e os reais riscos que são proporcionados ao meio ambiente e a saúde humana quando descartados indevidamente, evidenciaram também que levar esse debate para sala de aula proporcionaria uma maior conscientização e simultaneamente uma possível redução do problema na sociedade.

Para melhor refletir sobre a opinião de tais estudantes segue a resposta de dois alunos que destacaram o quanto imprescindível é saber mais sobre a temática do lixo eletrônico: O aluno A respondeu: *“Sim, eu acho que se a gente estudar mais sobre o lixo eletrônico e entender a química que tem em seus componentes, vai ser muito importante para resolver esses problemas do meio ambiente. Quando a gente sabe o que tem nos aparelhos eletrônicos, dá para criar maneiras melhores de reciclar e tratar o lixo”*. O aluno B exclamou: *“Sim, pois conhecendo a química, a gente consegue ver as substâncias que são ruins para o meio ambiente e pra nossa saúde nos eletrônicos que a gente joga fora”*. Ambos os estudantes concordam que aprender a química aplicada ao lixo eletrônico é essencial para uma abordagem mais consciente e eficaz desta questão socioambiental.

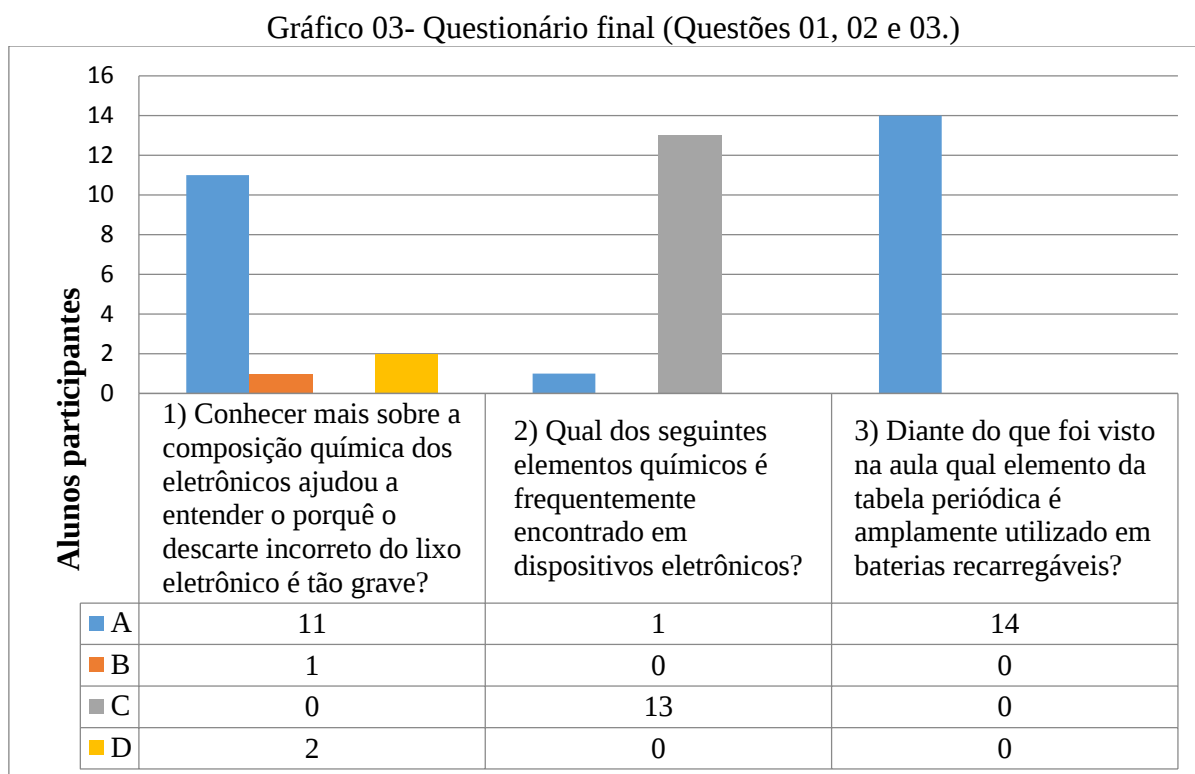
As respostas refletem ainda uma compreensão madura de como o conhecimento científico pode ter um impacto direto na redução dos aspectos negativos sobre o ambiente e trazer temas relacionados com a sustentabilidade para o campo da educação. Nesse mesmo sentido, Junior et al (2022), reforçam que a disciplina de Química tem relação direta com a cidadania, pois treina o aluno para que ele seja crítico a cerca do saber científico, compreendendo e valorizando os modos de intervir na natureza e de como usar de forma responsável seus recursos, proporcionando uma relação homem-natureza ética e reduzindo os possíveis impactos ambientais.

3.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO DO QUESTIONÁRIO FINAL

Após ter ministrado a aula teórica sobre o conteúdo e ter utilizado o jogo “Baralho do lixo eletrônico” como uma metodologia ativa para melhor compreensão desse, foi aplicado

para a turma um questionário final contendo seis perguntas, sendo cinco objetivas e uma subjetiva, a finalidade da investigação foi comprovar que a inserção da temática do lixo eletrônico nas aulas de química de forma mais ampla e detalhada a respeito da sua composição e também da alta toxicidade das substâncias presentes, ajudaria os alunos a se conscientizarem sobre a problemática e levarem o assunto para o meio no qual estão inseridos.

Segue abaixo, por meio de gráficos, as referidas perguntas e os resultados obtidos através delas.



Fonte: Araujo (2023)

Observa-se, que a primeira pergunta desse questionário teve o propósito de avaliar se a oportunidade de conhecer mais sobre a composição química havia ajudado a entender a gravidade do descarte inadequado desse lixo. As respostas obtidas indicaram que a aula desempenhou um papel importante nesse processo, pois a maioria dos alunos (11 de 14) indicaram através da alternativa A (Azul), que o conhecimento adquirido na aula e no jogo aplicado ajudou bastante a compreender a gravidade da problemática. Isso destaca a importância de educar os alunos sobre a química dos eletrônicos, já que esse conhecimento pode aumentar sua conscientização sobre os impactos do descarte incorreto. Isso sugere ainda que a aula e o jogo foram eficazes em transmitir essa informação, mas que ainda necessitaria de mais tempo para falar sobre o assunto, pois há alguns alunos (02), alternativa D (Amarelo) que não têm certeza ou acham que a ajuda foi pouca (01), alternativa B (Laranja).

Nesse viés, a escola precisa contextualizar os conteúdos com a realidade da sociedade que o educando está inserido, visto que eles devem se tornar propagadores de conhecimento para aqueles que não podem ter acesso ao ensino. Gasparin (2007) pontua que é primordial que o discente entenda que os assuntos trabalhados no ambiente escolar lhe possibilita assumir compromissos e permite-lhes um novo agir em relação às transformações sociais.

Sob o mesmo ponto de vista, ressalta-se a necessidade de verificar constantemente o rendimento desses assuntos propostos, como ressalta Quintana (2003, p. 163), “[...] temos que

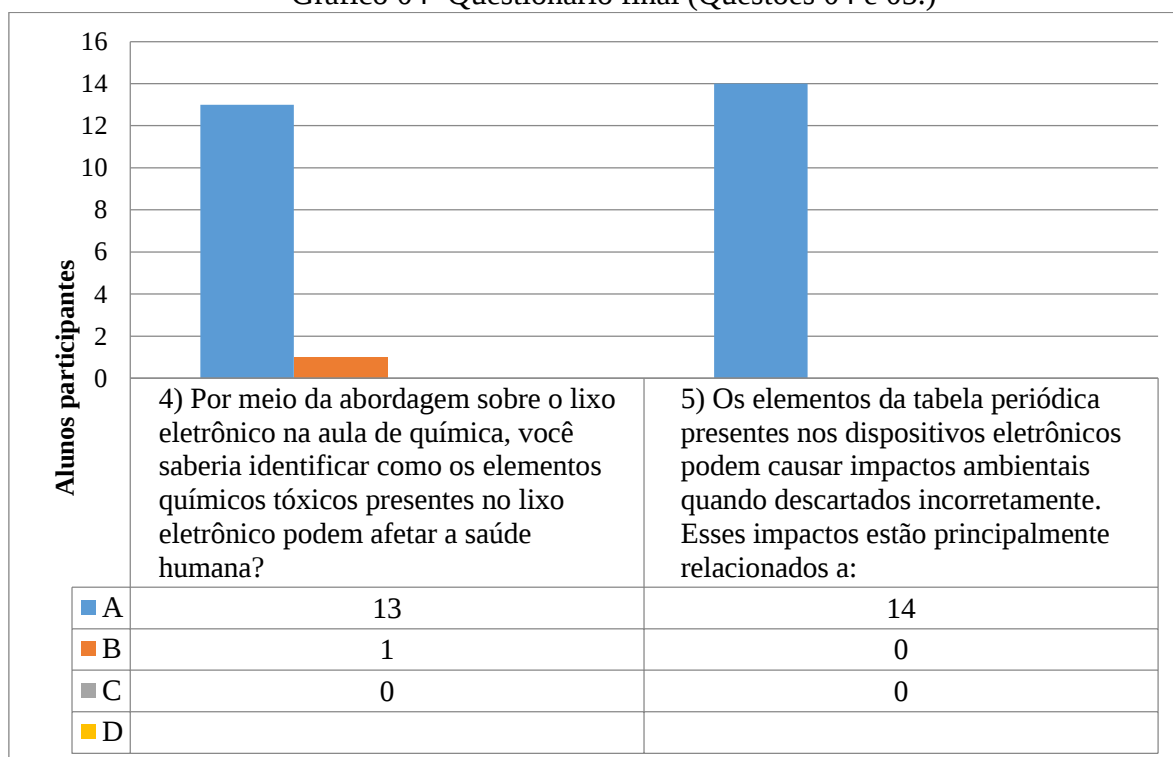
ver a avaliação como um aspecto integral do processo de ensino-aprendizagem e como parte essencial das tarefas que o docente executa em aula”. Dessa forma, a segunda questão desempenhou a finalidade de detectar se a abordagem do lixo eletrônico na aula de química havia sido satisfatória, testando assim a capacidade dos alunos identificarem os elementos químicos que são frequentemente encontrados nos eletroeletrônicos. A maioria dos participantes, mais especificamente 13 discentes, selecionou a alternativa C (Cor cinza) onde afirmava que o mercúrio, em relação às outras opções, era o elemento mais comum na categoria, e apenas um aluno escolheu a alternativa A (Cor azul) afirmando que o ferro era que se tratava desse elemento, enquanto que a letra B e D, Oxigênio e Nitrogênio respectivamente, não teve nenhum voto. Esse resultado indica que os alunos absorveram bem o conteúdo da aula, pois o mercúrio é de fato, dentre as opções apresentadas, o elemento mais encontrado nos eletroeletrônicos.

Por conseguinte, a terceira pergunta questionava se os alunos sabiam identificar qual elemento da tabela periódica é amplamente utilizado em baterias recarregáveis, nela todos os alunos (14 de 14) responderam corretamente que o lítio, alternativa A, é amplamente utilizado em baterias recarregáveis, refletindo uma compreensão sólida do conteúdo apresentado durante a aula e o jogo, as demais alternativas trouxe o sódio, cloro e o zinco.

Vale salientar também, a eficiência que a didática do jogo trouxe para obtenção dessa aprendizagem, pois trabalhou de forma dinâmica toda relação existente entre a tabela periódica e os equipamentos eletroeletrônicos mais presentes na vida cotidiana. Soares (2016), diz que o uso de jogos nas aulas de química desempenha um papel importante no processo de ensino e aprendizagem. Os jogos fornecem uma abordagem prática e envolvente que permite aos alunos explorar os conceitos de química de uma forma divertida e interativa, promovendo o pensamento crítico, a resolução de problemas e a aplicação do conhecimento adquirido.

A seguir segue o gráfico correspondente a mais dois questionamentos presentes na avaliação final.

Gráfico 04- Questionário final (Questões 04 e 05.)



Fonte: Araujo (2023)

Ainda a fim de analisar os pontos positivos da inserção da temática na aula de química, foi perguntado aos alunos se eles saberiam identificar como os elementos químicos tóxicos presentes no lixo eletrônico podem afetar a saúde humana. Através do gráfico 03 nota-se que 13 dos 14 participantes apontaram a letra “A” como correta, na qual dizia que o sistema nervoso e o sistema respiratório seria a parte afetada na saúde dos seres humanos, afirmação essa que se caracteriza como correta, porém 01 aluno optou pela letra “B”, afirmando que não possuem efeito à saúde, isso sugere que, apesar do sucesso geral, ainda há espaço para melhorar a compreensão dos riscos à saúde associados ao lixo eletrônico, e isso pode ser abordado com explicações mais detalhadas sobre os impactos potenciais.

O ensino da química quando trabalhado com uma metodologia ativa, provocando o despertar do alunado para a sua importância e utilização constante no seu cotidiano se torna uma aula altamente atrativa, assim como desperta o interesse em conhecer mais ativamente a utilização da mesma no dia a dia. (SILVA, 2011).

Em continuidade, na quinta questão observa-se que todos os alunos (14 de 14) identificaram corretamente que os elementos da tabela periódica presentes nos dispositivos eletrônicos podem causar impactos ambientais relacionados à poluição do ar e contaminação do solo (Alternativa A). Isso indica que os alunos compreendem a conexão entre a composição química dos eletrônicos e os impactos no meio ambiente e que esse entendimento foi adquirido principalmente pela metodologia usada na abordagem. Neste mesmo sentido Cunha (2012) implica que os jogos desempenham um papel importante na química, fornecendo uma abordagem prática, interativa e divertida para o aprendizado. Ajuda os alunos a compreender conceitos complexos, incentiva o pensamento crítico e desenvolve o interesse pela ciência.

Por fim, a última pergunta do questionário final era um espaço aberto para os participantes da pesquisa, falarem se na opinião deles a abordagem da temática do lixo eletrônico nas aulas de química e toda compreensão adquirida através dela, ajudaria a amenizar os impactos causados pelo descarte inadequado do mesmo. As respostas foram bem significantes, foi possível perceber com clareza que os alunos julgaram de grande relevância saber mais sobre o tema, afirmaram que após conhecerem sobre todo problema, as atitudes seriam sobre tudo repensadas e que as informações obtidas durante aquele dia seriam repassadas para seus familiares e amigos, a fim de reduzir cada vez os danos causados pela forma incorreta de descartar os equipamentos.

Para melhor ênfase sobre a compreensão dos alunos sobre tal questionamento, serão destacadas duas respostas de alunos que explanaram com veemência sobre a temática: Aluno A: *“Ah, com certeza! Acho que se a gente começar a estudar o lixo eletrônico nas aulas, entendendo toda a química por trás, a galera vai pensar duas vezes antes de simplesmente jogar fora um celular velho ou um computador”*. Aluna B destacou: *“Com certeza. Quando a gente entende o que tá dentro desses aparelhos e como isso pode prejudicar o ambiente, fica mais na mente das pessoas, aí é mais tranquilo convencer todo mundo sobre a importância de reciclar e jogar fora os eletrônicos do jeito certo”*.

Ambas as respostas não refletem apenas as percepções individuais dos alunos sobre a importância do tema, mas também indicam um desejo de disseminar esta informação no seu ambiente social. Isso ressalta o potencial não apenas educativo, mas também multiplicador da conscientização ambiental quando a temática do lixo eletrônico é abordada de maneira aprofundada nas aulas de química.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio desse estudo, ficou evidente o valor e a relevância educativa ao tratar do assunto do lixo eletrônico no ensino de Química. Foi perceptível a compreensão mais ampla e

minuciosa dos alunos sobre a composição desses resíduos e da grande toxicidade das substâncias encontradas. Os objetivos delimitados foram explorados com cuidado, resultando em percepções valiosas sobre como o real aprendizado do assunto impacta os discentes acerca da gravidade do descarte incorreto dos resíduos eletroeletrônicos.

Os resultados desta pesquisa confirmaram ainda a hipótese inicial: Inserir o debate sobre o lixo eletrônico no ensino de química é um método eficaz para gerar mudanças, pois desenvolve práticas de cidadania que podem reduzir esse problema que a cada dia cresce em escala mundial. A estratégia interdisciplinar e a incorporação de conhecimentos de química na vida cotidiana dos alunos têm demonstrado ser uma abordagem promissora para a melhoria do processo educacional.

Os conhecimentos adquiridos possibilitaram os alunos a identificarem o real problema envolto dos REEE, permitindo que despertassem uma conscientização sobre suas atitudes como cidadãos perante a sociedade. Além disso, a utilização do jogo didático como metodologia de ensino, foi um elemento que contribuiu consideravelmente para motivar os alunos em relação ao aprendizado sobre a temática. A abordagem lúdica não apenas envolveu os estudantes, mas também facilitou a assimilação da relação direta que a química tem com os resíduos eletroeletrônicos, transformando a sala de aula em um ambiente propício para a construção do conhecimento crítico, ético e cidadão.

Notou-se também, que ao trabalhar a relação existente entre os elementos da tabela periódica e os componentes dos eletroeletrônicos, houve um entendimento maior por parte dos estudantes sobre como realizar a reciclagem correta de cada equipamento com base na sua composição química.

Como sugestões para pesquisas futuras, é oportuno ampliar tal abordagem a outros patamares educacionais e avaliar sua viabilidade em distintos contextos socioculturais. Ademais, investigar táticas específicas para a destinação sustentável de lixo eletrônico e fomentar a conscientização acerca da relevância desse comportamento podem colaborar para a formação de indivíduos mais responsáveis e conscientes do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

BAUMAN, Zygmunt. **Vida para consumo: a transformação das pessoas em mercadorias**. Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

CUNHA, M.B. da. **Jogos no Ensino de Química**: Considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. Química Nova na escola, v. 34, n.2, p.92-98, 2012.

FAVERA, E. C. D. **Lixo Eletrônico e a sociedade**. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 2008.

FERNANDES, G. V., RODRIGUES, J. M., & ADÃO, M. L. **Abordagem do tema reciclagem de lixo eletrônico no Ensino de Química**. In III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 2017.

GASPARIN, J. L. **Uma didática para a pedagogia histórico-crítica**. Campinas: Autores Associados, 2007. (Coleção educação contemporânea)

JUNIOR, Ademar da Costa Amaro; SILVA, Daniela Raphanhin da; CAMPOS, Rejane Souza de Assunção de; SILVA, Suzana Aparecida da; MONTANUCI, Rosimeire. **Abordagem do**

lixo eletrônico no ensino de química: uma revisão bibliográfica. Revista de Ciências Naturais e Tecnologia. p. 675-691, 2022.

MACEDO, S. B. **Importância da ética ambiental para consolidação do ecoturismo.** Lavras:Universidade Federal de Lavras; 2001.

PALLONE S. **Resíduo eletrônico:** redução, reutilização, reciclagem e recuperação. 2008. Disponível em:
<<https://www.comciencia.br/comciencia/handler.php?section=8&edicao=32&id=379&tip&print=true>> Acesso em: 03, setembro. 2023.

QUINTANA, H. E. **O portfólio como estratégia para a avaliação.** In: BALLESTER, M. et al. Avaliação como apoio à aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2003.

RODRIGUES, A. C. **Impactos socioambientais dos resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos:** estudo da cadeia pós-consumo no Brasil. 2007. 303 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, Santa Bárbara d'Oeste, 2007.

SILVA, Airton Marques da. **Proposta para Tornar o Ensino de Química Mais Atraente.** Revista de química Industrial – RQI. pag. 07-12. 2º trimestre. 2011.

SOARES, M. H. F. B. **Jogos e atividades lúdicas no ensino de Química:** uma discussão teórica necessária para novos avanços. Debates em Ensino de Química, v. 2, n. 2, p.5-11, out, 2016.

APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO PRÉVIO

- 1) Você já ouviu falar sobre o termo "lixo eletrônico"?**
 - a) Sim, estou familiarizado com o termo e sei do que se trata.
 - b) Já ouvi falar do termo, mas não tenho certeza do seu significado exato.
 - c) Não, nunca ouvi falar desse termo.
- 2) Você já teve alguma aula de química direcionada para o assunto "lixo eletrônico"?**
 - a) Sim, já tive aula sobre esse assunto.
 - b) Não, nunca ouvir falar sobre esse assunto nas aulas de química
 - c) Não lembro
- 3) Qual das alternativas a seguir melhor descreve a relação entre os elementos da tabela periódica e o lixo eletrônico?**
 - a) Os elementos da tabela periódica não possuem relação com o lixo eletrônico.
 - b) Alguns elementos da tabela periódica são utilizados em componentes eletrônicos presentes no lixo eletrônico.
 - c) Todos os elementos da tabela periódica são encontrados no lixo eletrônico.
- 4) Na sua opinião, por que é importante estudar a relação entre os elementos da tabela periódica e o lixo eletrônico?**
 - a) Porque os elementos da tabela periódica desempenham um papel significativo na composição dos dispositivos eletrônicos.
 - b) Porque o lixo eletrônico representa um problema crescente que requer uma compreensão dos elementos químicos envolvidos.
 - c) Porque a reciclagem e o tratamento adequado do lixo eletrônico dependem do conhecimento dos elementos da tabela periódica.
 - d) Todas as opções acima.
- 5) Quais são os elementos da tabela periódica frequentemente encontrados em dispositivos eletrônicos?**
 - a) Ouro, Prata e Platina
 - b) Hidrogênio, Oxigênio e Carbono
 - c) Ferro, Cobre e Zinco
- 6) Qual dos seguintes elementos é altamente tóxico e prejudicial ao meio ambiente quando descartado inadequadamente?**
 - a) Carbono
 - b) Silício
 - c) Chumbo
 - d) Hidrogênio
- 7) Qual dos seguintes elementos é encontrado em quantidades significativas em dispositivos eletrônicos, como smartphones e computadores?**
 - a) Ouro
 - b) Cobre
 - c) Mercúrio
 - d) Titânio
- 8) Sobre o problema do lixo eletrônico, você acha que estudar mais sobre a temática e entender a química presente nela ajudariam a amenizar tal problema? Porque?**

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO FINAL

- 1) **Conhecer mais sobre a composição química dos eletrônicos ajudou a entender o porquê o descarte incorreto do lixo eletrônico é tão grave?**
 - a) Sim, ajudou bastante.
 - b) Um pouco
 - c) Não, não ajudou.
 - d) Não sei
- 2) **Qual dos seguintes elementos químicos é frequentemente encontrado em dispositivos eletrônicos?**
 - a) Ferro
 - b) Oxigênio
 - c) Mercúrio
 - d) Nitrogênio
- 3) **Diante do que foi visto na aula qual elemento da tabela periódica é amplamente utilizado em baterias recarregáveis?**
 - a) Lítio
 - b) Sódio
 - c) Cloro
 - d) Zinco
- 4) **Por meio da abordagem sobre o lixo eletrônico na aula de química, você saberia identificar como os elementos químicos tóxicos presentes no lixo eletrônico podem afetar a saúde humana?**
 - a) Podem causar danos ao sistema nervoso e problemas respiratórios.
 - b) Não têm efeito na saúde humana.
 - c) Podem causar pequenas irritações cutâneas temporárias.
- 5) **Os elementos da tabela periódica presentes nos dispositivos eletrônicos podem causar impactos ambientais quando descartados incorretamente. Esses impactos estão principalmente relacionados a:**
 - a) Poluição do ar e contaminação do solo.
 - b) Emissão de radiação eletromagnética.
 - c) Aquecimento global e mudanças climáticas.
- 6) **Em sua opinião a inserção da temática do lixo eletrônico, com ênfase em toda a composição química, ajudaria a amenizar os impactos causados pelo descarte inadequado do mesmo?**