

**ENSINO DE ELETRICIDADE DE UMA UNIDADE DE ENSINO
POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA: UMA APLICAÇÃO NO ENSINO
MÉDIO**

**ELECTRICITY TEACHING OF A POTENTIALLY SIGNIFICANT
EDUCATION UNIT: AN APPLICATION IN HIGH SCHOOL**

Paulo Vitor da Silva Santiago¹

Raimundo Bezerra da Silva Neto²

Francisco Cleuton de Araújo³

Resumo: O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma aplicação de uma unidade significativa no Ensino de Eletricidade com fundamentação na Aprendizagem Significativa. A metodologia do trabalho é uma pesquisa-ação, se baseia na pesquisa descritiva, para alunos do Ensino Médio com uso do Mapa Conceitual. Os dados foram obtidos a partir das observações em sala de aula e dois formulários desenvolvidos entre os pesquisadores, servindo de base na construção de uma unidade de ensino. Os resultados alcançados apontam para uma importante parceria universidade-escola, uma vez que se trabalhou de uma pesquisa colaborativa de pós-graduação, que descreve a estruturação de uma unidade de ensino produzido com elementos da abordagem didática no Ensino de Física. Consideramos que a proposta realizada com os alunos do Ensino Médio foi de encontro ao Ensino de Eletricidade com uso de materiais reciclados como estratégia pedagógica para o aprendizado.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa, Eletricidade, Ensino Médio, Física.

Abstract: The present work aims to present an application of a significant unit in Electricity Teaching based on Meaningful Learning. The work methodology is action research, based on descriptive research, for high school students using the Conceptual Map. The data were obtained from classroom observations and two forms developed among the researchers, serving as a basis for the construction of a teaching unit. The results achieved point to an important university-school partnership, as it involved collaborative postgraduate research, which describes the structuring of a teaching unit produced with elements of the didactic approach in Physics Teaching. We consider that the proposal made with high school students was in line with Electricity Teaching with the use of recycled materials as a pedagogical strategy for learning.

Keywords: Physics, High School, Meaningful Learning, Electricity.

¹Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal do Ceará (UFC). Professor de Matemática na Secretaria de Educação Estadual do Ceará (SEDUC), Quixeramobim, Ceará, Brasil. paulovitor.paulocds@gmail.com.

² Mestre em Ensino de Física, Universidade Regional do Cariri (URCA). Professor Coordenador do Curso Técnico em Eletrônica no Instituto Centro de Ensino Tecnológico (CENTEC), Várzea Alegre, Ceará, Brasil. raimundo.b.neto@hotmail.com.

³ Mestre em Matemática, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Professor de Matemática na Secretaria de Educação Municipal de Fortaleza (SEDU), Fortaleza, Ceará, Brasil. cleutonaraujo86@gmail.com

1 Introdução

A necessidade de uma educação científica mais efetiva e acessível tem sido uma preocupação constante no âmbito educacional, sobretudo no Ensino de Física (EF). A compreensão dos conceitos e teorias científicas é um desafio para os alunos, e a falta de recursos e laboratórios adequados tem sido um obstáculo para a promoção de um aprendizado realmente relevante nessa área de estudo (Costa, 2021).

Neste cenário, é imprescindível buscar alternativas que incentivem o progresso da educação científica, o que pode ajudar a reduzir os impactos ambientais causados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico. A Plataforma para Aceleração da Economia Circular (PACE) e a Coalização das Nações Unidas (CNU) estimam que o descarte incorreto de lixo eletrônico global deve atingir 120 milhões de toneladas até 2050 (PACE, 2019).

A partir dessa análise, é possível notar que o “[...] lixo eletrônico pode ser de variados tamanhos, ter diversas composições e circuitos elétricos diferenciados, podem também ser mantidos por baterias ou pilhas, ou cabos de energia” (Fraguas; Gonzalez, 2020, p. 2). O estudo da Organização das Nações Unidas (ONU) divulgado em 2018, apontam que o Brasil produziu muito lixo eletrônico, cerca de 1,5 milhões de toneladas de lixo eletrônico por ano, mas só 3% desse lixo é tratado (Reis, 2021).

Diante desse desafio, cientistas têm se empenhado em encontrar soluções que aproximem teorias científicas da realidade, incentivando a consciência ambiental e tornando o EF mais atrativo e contextualizado.

No entanto, Moreira (2021) sustenta que, para aprender Física de forma significativa, o aluno deve demonstrar uma vontade de relacionar com novos materiais potencialmente relevantes (sua estrutura cognitiva) de forma substantiva e não aleatória, deve ser intencional. Na verdade, esse tipo de ensino é frequentemente confundido com o entusiasmo, sendo que a crença popular é que os alunos não estão motivados para o estudo, eles não apreciam a física (Moreira, 2021). Entretanto, não é isso que ocorre, a aptidão para aprender abrange muito do que a Física e outras disciplinas, se não todas, do currículo escolar.

Sempre foi um desafio despertar o interesse dos alunos pelo EF e por diversas outras disciplinas da escola. A presente pesquisa, que é uma extensão da pós-graduação em EF e pode ajudar na melhoria do ensino de eletricidade. Para atingir este objeto de estudo, criamos uma cartilha com conceitos sobre o lixo eletrônico, que serve como uma

ferramenta didática de apoio para aulas de Física, permitindo uma conexão entre os conteúdos teóricos e a realidade dos alunos mediante experiências.

Diante dessa perspectiva, este estudo propõe a seguinte questão: como implementar a unidade de ensino significativa com reciclagem eletrônica na sala de aula com base na Aprendizagem Significativa (AS) para o EF? Com base nesta questão, será analisado o impacto dessa cartilha na produção do conhecimento sobre EF com apoio da metodologia ativa do Mapa Conceitual (MC).

Dessa forma, o objetivo é aplicar a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) no EF, questionando a reciclagem eletrônica sob a perspectiva da teoria da AS. Com isso, busca-se fomentar um aprendizado que seja verdadeiramente significativo para a capacidade cognitiva dos alunos, por meio de aulas práticas que envolvam materiais provenientes do lixo eletrônico.

Neste artigo, apresentaremos conceitos básicos da Física, com ênfase no tema da eletricidade, bem como fundamentos teóricos que fundamentam a teoria da AS. Em seguida, descreveremos os princípios metodológicos que guiaram este estudo, realizado por uma pesquisa-ação descritiva. Após uma breve análise e discussão, abordaremos os resultados alcançados e as contribuições da abordagem da reciclagem eletrônica no contexto educacional. Por fim, vamos falar sobre a importância de uma aula com perspectiva sustentável através da reciclagem eletrônica e os benefícios que pequenas ações podem trazer para o meio ambiente.

2 Referencial Teórico

Apresentaremos os suportes teóricos para a pesquisa, como a teoria construtivista de David Paul Ausubel, a definição de reciclagem eletrônica, ensino de eletricidade e a importância do lixo eletrônico no EF.

2.1 Aprendizagem significativa

A Teoria Construtivista de Ausubel (2003) está organizada para uma AS para os alunos. Ausubel (2003), considera a aprendizagem fundamental para integrar o conteúdo do professor, conectando-o com seus pensamentos cognitivos. Nesse ponto de vista, o educador deve reconhecer e aproveitar as experiências dos alunos, permitindo que eles criem ou reconstruam conceitos de forma efetiva. Moreira (1999, p. 152), refere-se ao

termo “fator isolado” que está presente na aprendizagem do conhecimento prévio do aprendiz. Sobre esse termo específico do conceito de subsunção (proposições e conceitos), Ausubel (2003, p. 24) nos diz que:

Os processos de assimilação na fase da aprendizagem significativa incluem: 1) ancoragem seletiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva; 2) interação entre as ideias acabadas de introduzir e as ideias relevantes existentes (ancoradas), sendo que o significado das primeiras surge como o produto desta interação; e 3) a ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (retenção).

Moreira (2012) sustenta que uma das suposições da teoria da AS é que as pessoas não precisam muito do entendimento para aprender algo de forma significativa. É importante estabelecer uma ligação interacional dos conhecimentos prévios, incluindo algumas inserções na aquisição de um novo saber (conhecimento) variável relevante para superar uma nova descoberta. Lembre-se de que a interação cognitiva e as experiências anteriores estão diretamente ligadas às intenções e inclinações pessoais.

O aprendiz deve ter vontade de aprender o bastante para dar significado ao novo conhecimento (Moreira, 2012), o que torna difícil para os educadores lidar com essas duas variáveis no processo de ensino: o conhecimento prévio e a vontade de aprender dos alunos. A relevância de relacionar o aprendizado do aluno com o novo conhecimento, enfatizando a interação cognitiva como chave para uma AS.

A relevância de dar significado ao aprendizado, através da conexão profunda e duradoura entre os conhecimentos prévios. De acordo com Moreira, Palmero e Sahelices (1997), a aprendizagem está ligada à estrutura cognitiva de forma arbitrária, o que não resulta em significados para o sujeito por meio de concepções alternativas. As concepções alternativas são adquiridas através da estrutura da cognição dos sentidos, que as formulam na tentativa de atribuir significado aos problemas do cotidiano. Logo, não se trata de uma dicotomia, mas de um movimento constante no EF.

Dessa forma, a AS pode não se desenvolver de forma completa, mesmo quando se usa um material com um grande potencial. Nesse caso, ocorre o que chamamos de aprendizagem memorística. Ausubel (2000) descreve esse processo como a inserção de informações em um vazio cognitivo que não interfere com a estrutura cognitiva por serem arbitrárias e sem significado para a aprendizagem. Na produção criativa, o conceito de AS incorpora os requisitos e resultados da Aprendizagem por repetição (Figura 1):

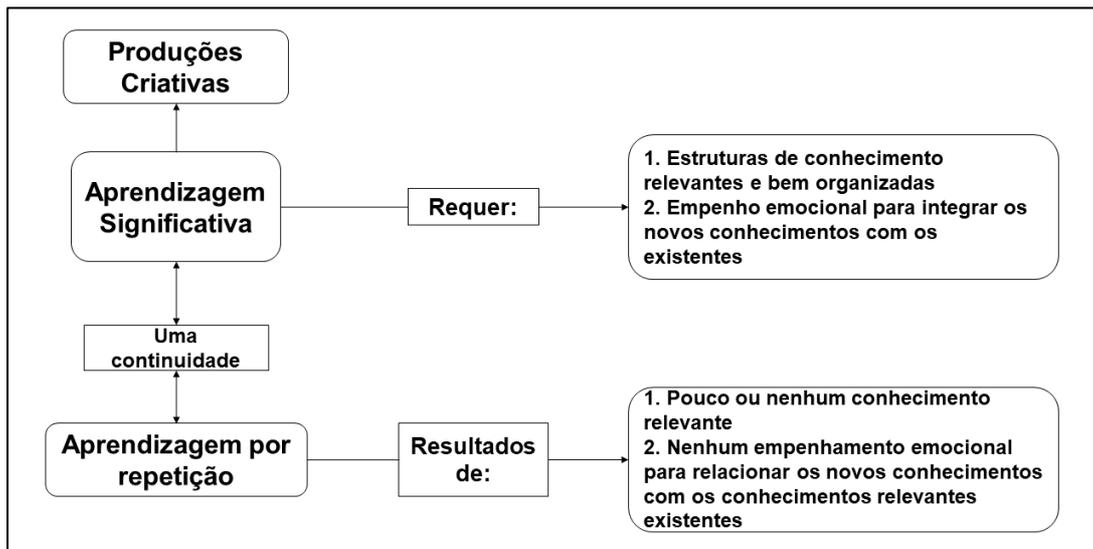


Figura 1: Criatividade na ideia da Teoria da Aprendizagem Significativa

Fonte: Novak e Cañas (2006, p. 180, tradução nossa).

Nessa situação, surge (Figura 1) o MC, descrito por Moreira (2013), que simplesmente relaciona as palavras para representar os conceitos, ou as relações entre conceitos. Os MC foram desenvolvidos por Novak e Gowin (1984), como um instrumento para os estudos da teoria AS (Novak, 1976).

Assim, quando um aluno recebe um novo conjunto de informações, pode estabelecer conexões entre esse material e o seu aprendizado em áreas relacionadas. Essa capacidade permite que o aprendiz atribua significados pessoais às informações, transformando-as em conhecimento e compreensão do conteúdo apresentado. A criação de significados transcende a simples compreensão da informação, englobando uma compreensão profunda e relevante do material, ela é uma forma de trabalhar AS com outros conteúdos no EF (Tavares, 2008).

Com este estudo, procuramos elaborar e aplicar uma cartilha com conceitos sobre o lixo eletrônico como material didático para o ensino de eletricidade, com foco na promoção da AS dos alunos. Para isso, é preciso estabelecer uma ligação entre os conteúdos teóricos e a realidade dos alunos, por meio de experiências acessíveis.

Ao fundamentar o material de ensino em conceitos relevantes que já estão presentes na mente dos alunos, torna-se viável estimular a interação entre os novos conceitos e os conhecimentos prévios, permitindo, a construção efetiva de significados.

2.2 Reciclagem eletrônica no ensino de eletricidade

No Brasil, a gestão adequada dos resíduos eletrônicos ainda é bastante incipiente, devido à falta de locais adequados para a coleta. Em muitas cidades, é evidente o descarte incorreto desses materiais em terrenos abandonados ou em aterros sanitários. O descarte inadequado de produtos eletrônicos que contenham mercúrio pode causar poluição nos rios, a absorção desse elemento por animais e a contaminação das plantas (Cruz, 2021).

Se houver uma ingestão excessiva de mercúrio, isso pode causar danos ao fígado e ao cérebro (Sales, 2023). O cádmio, que é encontrado em baterias, pode afetar a estrutura óssea, rins, fígado e pulmão. Aragão (2022) fala sobre o chumbo ser um metal perigoso que pode causar problemas graves no sistema nervoso central e até matar alguém que está contaminado. O arsênio, utilizado na fabricação de processadores de computadores, é um elemento potencialmente cancerígeno, com efeitos adversos predominantes na pele e nos pulmões (Aragão, 2022).

Sendo assim, aparelhos eletrônicos, como celulares, computadores, refrigeradores, televisões, dentre outros, contêm substâncias altamente prejudiciais tanto para os seres humanos quanto para o meio ambiente (Baiense *et al.*, 2023). O descarte inadequado desses produtos pode causar danos irreversíveis à saúde da população e ao planeta. Levando em conta essa questão ambiental, aprender sobre o correto descarte ou reutilização de tais equipamentos se torna uma estratégia inovadora para o EF e, especificamente, para o ensino e aprendizagem de Eletricidade.

Silva Neto (2020), argumenta que no EF, aprendemos sobre diversos temas, como as cargas elétricas, o efeito Joule, as leis de Ohm, a resistência elétrica e as associações em série e em paralelo. Ao examinarmos as Leis de Ohm, adotamos uma abordagem contextualizada e interdisciplinar, buscando estabelecer conexões entre os conceitos de corrente elétrica, tensão e resistência, bem como suas aplicações práticas. Dessa forma, o objetivo é proporcionar aos alunos uma compreensão mais aprofundada dos circuitos elétricos, tornando o aprendizado da eletricidade dinâmico e significativo (Silva Neto, 2020).

Assim, procuramos capacitar os alunos a estimar numericamente os valores das grandezas envolvidas no circuito com uso do lixo eletrônico. Além disso, reconhecemos a relevância de identificar os conhecimentos prévios dos alunos e, com base nisso, adotar estratégias de ensino adequadas para mediar os conceitos fundamentais, tais como

resistência, tensão e corrente elétrica, bem como o uso de instrumentos de medição, visando a compreensão dos conceitos relacionados à Eletricidade.

O produto educacional (cartilha) foi criado para conectar as novas aprendizagens no EF com os subsunçores já preexistentes nos alunos, incentivando a intencionalidade de aprender e estabelecer uma conexão entre os conhecimentos no EF. A cartilha tem como objetivo evitar a aprendizagem memorística, o que tende a proporcionar uma abordagem significativa, facilitando a compreensão e a assimilação dos conceitos de Eletricidade de forma significativa para os alunos envolvidos.

3 Metodologia

A metodologia utilizada nesta pesquisa é baseada na pesquisa-ação, segundo Thiollent (2011), a pesquisa-ação é caracterizada pelo emprego de estratégias colaborativas para resolver problemas coletivos. Esse método pretende melhorar o aprendizado dos alunos, assim como as atividades de trabalho e outras situações que requerem resultados satisfatórios (Thiollent, 2011).

Em relação ao objetivo geral, a pesquisa é descritiva. Gil (2008) relata que esse nível de aprofundamento faz com que a análise das resoluções apresentadas, no instrumento de pesquisa aplicado com os alunos em sala de aula, juntamente com a análise do desempenho escolar, ajude a encontrar respostas para o problema presente com uso dos conceitos do MC.

A pesquisa foi realizada na Escola de Ensino Profissional Doutor José Iran Costa, com dois questionários aplicados no início e final da pesquisa, onde o convite foi feito para os 38 alunos do 3º ano do Ensino Médio. A pesquisa contou com a participação de 27 alunos que aceitaram em colaborar com a investigação na disciplina de Física. Posteriormente, foi aplicado um questionário no início para diagnosticar o nível de conhecimento dos alunos em relação ao tema de Eletricidade.

O desenvolvimento da pesquisa foi desenvolvido através da implementação de um projeto de reciclagem eletrônica na disciplina de eletricidade. Ao final do projeto, foi aplicado um questionário final para levantamento de dados sobre o aprendizado dos participantes da pesquisa.

No próximo tópico, apresentaremos os resultados que foram analisados e avaliados para diagnosticar o nível de aprendizagem dos alunos após a realização da pesquisa.

4 Resultados e Discussões

Como discutido no referencial teórico, a aprendizagem por recepção proposta por David Paul Ausubel como uma solução para as deficiências no ensino pode ser aplicada de maneira aprimorada, com aulas dinâmicas, leituras e abordagem experimental. Inicialmente, as aulas experimentais forneceram uma exposição oral e dialogada de conceitos, permitindo uma conexão entre a AS por meio da assimilação e as demonstrações feitas pelo professor em sala de aula.

Moreira (2011) delineou uma metodologia estruturada para a elaboração de UEPS, que visa promover a aprendizagem de maneira efetiva e integrativa. Esta abordagem consiste em uma série de etapas que devem ser seguidas para facilitar a compreensão e internalização dos conteúdos:

1. Identificação de um tópico específico relevante ao contexto da disciplina a ser ensinada.
2. Criação de situações que permitam aos estudantes expressar seus conhecimentos prévios.
3. Introdução de situações-problema que sirvam como organizadores prévios, considerando o conhecimento prévio dos alunos e introduzindo novos conceitos.
4. Apresentação do novo conhecimento, começando pelos aspectos gerais e importantes da unidade de ensino, e posteriormente abordando aspectos mais específicos, utilizando a diferenciação progressiva.
5. Expansão do conteúdo em níveis crescentes de complexidade, facilitando a integração comparativa de semelhanças e diferenças entre diferentes exemplos, e promovendo interações sociais através de atividades colaborativas.
6. Busca pela integração reconciliadora, através de novas apresentações de significado e situações-problema de maior complexidade.
7. Avaliação contínua ao longo da implementação da UEPS, incluindo momentos após a sexta etapa, focando em compreensão e evidências de aquisição de significados.
8. A eficácia da UEPS é determinada pelo sucesso da avaliação dos alunos em demonstrar aprendizagem significativa ao longo do processo.

Assim sendo, a proposta de desenvolver um produto educacional baseado em uma UEPS que explore conceitos de Eletricidade revela-se promissora, pois leva em conta os conhecimentos prévios dos alunos, sua disposição para aprender, o contexto em que estão inseridos, os subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva, além da construção do conhecimento científico de forma integrada e significativa.

Por outro lado, as UEPS se apresentam como uma condição essencial para a eficácia da AS. Essa abordagem é um método lógico de organizar o conteúdo de forma não arbitrária, fornecendo técnicas para o metacognitivo dos alunos e professor.

A fim de verificar a UEPS construída pelo professor de física, foram descritos nos próximos tópicos os momentos de aplicação da sequência de ensino descrita na cartilha educacional e de introdução dos conhecimentos descritos no MC em sala de aula, acompanhados pelo professor da disciplina.

4.1 Sequências de ensino

Moreira, argumenta que, ao planejar uma sequência de ensino, é fundamental formular questões que incluam os conceitos e incentivem o desenvolvimento cognitivo dos alunos, indo de encontro com as situações mais simples às complexas. (Moreira, 2011). Para se evitar a simulação da AS ao avaliar a compreensão, é necessário formular questões e problemas de forma nova e não familiar, exigindo uma transformação total do conhecimento adquirido.

Os testes de compreensão, por exemplo, devem ser elaborados e apresentados em um contexto distinto do material instrucional original (Moreira, 1998; 2011). Assim sendo, a UEPS busca orientar a organização e o planejamento das atividades realizadas em sala de aula durante a intervenção. Com base nisso, foi criada uma UEPS composta por sete etapas de desenvolvimento, distribuídas em seis aulas.

O desenvolvimento das sete atividades de uma UEPS durante 3 semanas, divididas em duas aulas a cada encontro, a saber: etapa 1 - os alunos elaboraram um MC durante o planejamento; etapa 2 - organização dos recursos didáticos (livro do estudante e caderno com anotações). Na etapa 3 - avaliação diagnóstica de Física, foram propostas dez questões sobre reciclagem eletrônica; na etapa 4 - a aquisição de conhecimento teórico sobre reciclagem eletrônica, onde vinte alunos conseguiram resolver oito das dez questões propostas na avaliação diagnóstica.

Na etapa 5 - os alunos elaboraram uma metodologia ativa com uso do MC; etapa 6 - a condução de discussões sobre a relevância da reciclagem eletrônica foi realizada pelo professor da disciplina de Física, tanto no aspecto científico/teórico. Além disso foram discutidas em sala de aula as questões da avaliação diagnóstica. Na etapa 7 consiste na leitura dos conceitos da cartilha educativa (Figura 2), utilizando materiais eletrônicos

disponibilizados pelo professor, e por fim, aplica-se o questionário final que visa analisar as considerações dos estudantes sobre as aulas de Física com uso do MC e da cartilha.

A cartilha educativa que trata sobre o uso de materiais eletrônicos, elaborado pelo professor da disciplina foi fundamentada em uma vasta pesquisa no trabalho de Malcher, Costa e Lopes (2013, p. 62), que descrevem:

A necessidade de adaptação da linguagem, no processo de aproximação do conteúdo científico a diferentes públicos. Portanto, a utilização de cartilhas como material de divulgação torna a temática atrativa e promove a integração do conhecimento científico, divulgando novos conhecimentos à comunidade em geral, sendo de suma importância para o desenvolvimento científico e social.

Com base em pesquisas anteriores, acreditamos que a cartilha foi elaborada para ser uma ferramenta educacional importante, pois apresenta conceitos, explicações e teorias, acompanhadas de ilustrações que ajudam a melhorar a compreensão do tema em questão. Além disso, a linguagem utilizada pelo professor na cartilha aproxima o conteúdo científico dos mais variados públicos, o que contribui para a popularização, divulgação e educação científicas.

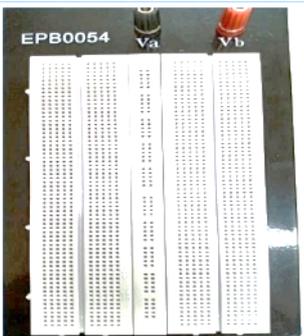
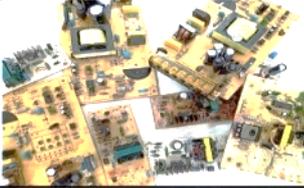
		<p>variados circuitos, experimentos elétricos, e testes de componentes sem a necessidade de solda, permitindo assim, com rapidez e segurança a utilização e até substituição dos componentes</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Multímetro 		<p>O multímetro é um aparelho de medida elétrica, capaz de realizar a medição elétrica de três tipos diferentes: Voltímetro, Ohmímetro e Amperímetro.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Ferro de solda 		<p>O ferro de solda é instrumento elétrico que aquece e derrete a solda de estanho, com a mudança de fase poderá retirar ou até mesmo soldar um componente eletrônico na placa de circuito</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Lixo Eletrônico 		<p>São resíduos elétricos geralmente descartados, tais como eletrodomésticos queimados, lâmpadas fluorescentes velhas</p>

Figura 2: Página da Cartilha para o Ensino de Eletricidade
Fonte: Autores (2023).

Para finalizar e avaliar a importância da cartilha nas aulas de Física, foi proposto, nas planejadas, um MC elaborado pelos alunos para comentar o tema Eletricidade. O trabalho consistiu numa tentativa de se trabalhar o tema Eletricidade com MC para desenvolver quais conhecimentos os estudantes conseguiram alcançar durante nas aulas propostas. Essas evidências serão descritas no próximo tópico.

4.2 Mapa conceitual

Essa avaliação foi realizada por meio da observação dos processos ocorridos nas aulas de Física, bem como dos questionários respondidos. Além disso, também consideramos a elaboração de MC através da interação em grupo de alunos, o que é uma metodologia ativa para a aprendizagem do conteúdo de reciclagem eletrônica no EF.

As informações apresentadas na Figura 3, foram obtidas por meio da teoria de Novak e Gowin (1999, p. 51), que descreve elementos para identificar, “quando os mapas conceituais são conscientemente elaborados, revelam extraordinariamente bem a organização cognitiva dos estudantes”. Dessa forma, o aluno substituiu a ligação do conhecimento por conceitos, conforme evidenciado na Figura 3. É perceptível que os estudantes perceberam as novas relações e conceitos, sendo capazes de integrar de maneira eficaz suas novas ideias na relevância da AS.

No entanto, eles não são isentos da explicação do docente, como observado em alguns textos e materiais instrucionais, e podem, de acordo com esses autores, ser introduzidos no início dos estudos, a fim de fornecer uma visão prévia aos educandos. Dessa forma, é importante que os MC sejam empregados de forma preferencial quando os alunos já possuem familiaridade com o tema abordado (Gomes; Batista; Fusinato, 2019).

Como afirma Moreira (1998), os MC, aparentemente simples, às vezes, confundidos com esquemas ou diagramas, são instrumentos que podem causar mudanças significativas na forma de ensinar, avaliar e aprender. Eles são diferentes das técnicas que focam na aprendizagem memorística.

Os alunos, por sua vez, conseguiram estabelecer melhores conexões entre as palavras-chave e os conceitos estudados, além de criarem relações de sentido que ajudaram na aprendizagem e na retenção dos conteúdos.

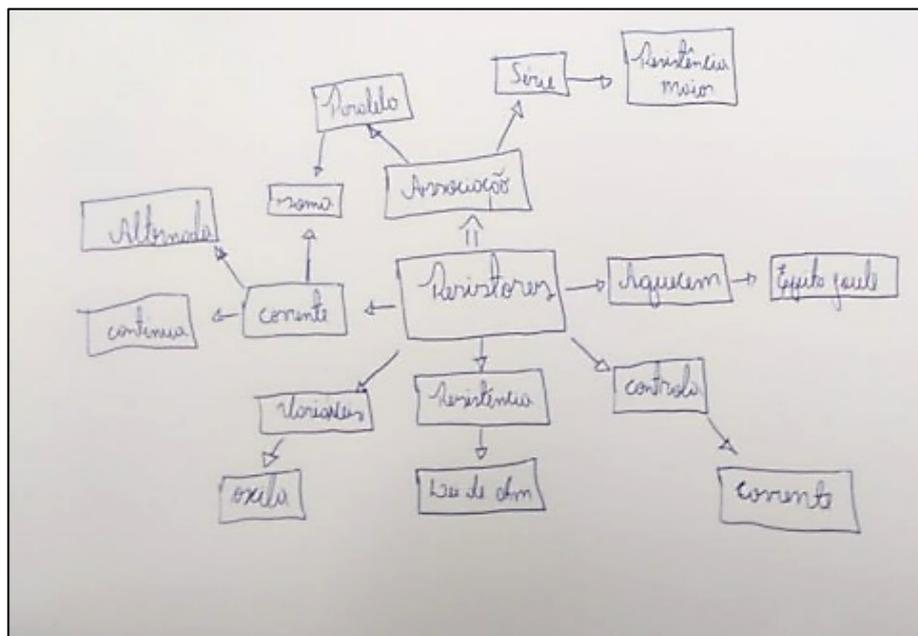


Figura 3: Mapa conceitual produzido pelos alunos
Fonte: Autores (2023).

Na Figura 3, é possível notar que os vinte e sete alunos formaram grupos de cinco ou seis pessoas para elaborar um MC na lousa em sala de aula com base nos conhecimentos adquiridos durante as aulas com o professor de física. Os questionários aplicados indicaram que os alunos conseguiram compreender os tópicos abordados e que a prática de reciclagem eletrônica auxilia no ensino de eletricidade. Dessa forma, para que a aprendizagem seja significativa, a cognição é constantemente estruturada por diferentes estratégias e reconciliada por meio da introdução de novos conteúdos.

Para obter um aprendizado efetivo, é imprescindível que os educadores reconheçam e aproveitem os conhecimentos prévios dos alunos, incentivando uma interação cognitiva profunda e duradoura entre o ensino e aprendizagem, relacionados às estruturas cognitivas existentes. A aprendizagem memorística, caracterizada pela falta de relação e significado, não permite o desenvolvimento pleno da AS, sendo indispensável a conexão substantiva entre os conhecimentos prévios/novos.

Dessa forma, diante dos resultados positivos alcançados, percebeu-se a relevância de reconhecer e aproveitar os conhecimentos prévios dos alunos, promovendo uma interação cognitiva entre o novo saber e as estruturas mentais já existentes. A implementação da UEPS, aliada a um produto educacional e atividades de reciclagem eletrônica, trouxe não apenas melhorias na aprendizagem e no interesse dos alunos, como também despertou a consciência sobre a importância da sustentabilidade ambiental.

Isso demonstra que os lixos eletrônicos podem ser trabalhados de diversas maneiras em sala de aula, tais como: cartilhas, *folders*, manuais, MC, mapas mentais e outras tecnologias.

Sendo assim, para alcançar um ótimo resultado no EF, podemos sugerir que os professores possam oferecer uma metodologia ativa no suporte metacognitivo aos alunos, solicitando que façam um melhor *feedback* das atividades aplicadas em sala de aula, para incentivar um melhor entendimento com uso da UEPS, compartilhando as suas próprias interações de estudos em relação às atividades propostas.

5 Considerações Finais

O presente trabalho teve como objetivo proporcionar uma AS no conteúdo de eletricidade, através da implementação de UEPS e uma cartilha em formato de produto educacional na Rede de Educação Estadual em Várzea Alegre, Ceará. Essas iniciativas

têm como objetivo contribuir para aprimorar as técnicas de ensino, tornando as aulas mais interativas e empregando recursos alternativos, como o lixo eletrônico.

O objeto de estudo desta pesquisa e questionamento foi alcançado através da aplicação da metodologia de pesquisa-ação com alunos do Ensino Médio Profissional, com base na pesquisa descritiva, análise das respostas e avaliação do desempenho escolar.

Após a implementação da UEPS com os alunos, foi constatado um progresso satisfatório em relação à aprendizagem. Foi notado um aumento no interesse dos alunos pela disciplina e uma maior facilidade de assimilação de conteúdos. Isto foi evidenciado, por exemplo, pela melhoria significativa das notas dos alunos em comparação com períodos anteriores.

É importante destacar a atenção especial dos alunos envolvidos em relação à relevância mais ecologicamente correta em relação ao meio ambiente incluso nas aulas de Física, o que foi evidenciado pelas atividades de reciclagem eletrônica realizadas.

Entendemos que existe a necessidade de novas abordagens didáticas para o EF, nesta pesquisa, percebemos que uma abordagem que se baseie em aulas práticas e atividades inovadoras pode contribuir para aprimorar a aprendizagem. No decorrer da aplicação da UEPS, o professor visou implementar conforme seu planejamento pedagógico, visando a um ensino mais dinâmico e, assim, promovendo a satisfação dos alunos ao estudarem o conteúdo de Eletricidade.

A abordagem baseada em aulas práticas e atividades inovadoras mostrou-se promissora para superar os desafios enfrentados no EF. Os resultados mostram que precisamos usar novas formas de ensinar e reaproveitar materiais para novas abordagens didáticas que estimulem uma AS e sustentável, enfatizando o respeito ao meio ambiente.

Espera-se que este estudo dê subsídios e inspire os professores que atuam na Educação Básica a adotarem métodos inovadores que promovam a AS, envolvam os alunos de forma ativa e despertam o interesse pela Física, ao mesmo tempo em que estimulam a consciência ambiental através da reutilização de lixos eletrônicos.

Referências

ARAGÃO. M. M. C. A. **Dispersão e contenção de Poluentes orgânicos em meio aquoso: modelagem e simulação.** 2022. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) –Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos, Centro de Ciências e Tecnologia, Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2022. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/27370>. Acesso em: 14 abr. 2024.

AUSUBEL, D. P. **The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view.** 1. ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000. 228 p.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva.** 1. ed. Lisboa: Plátano, 2003. 219 p.

BAIENSE, E. da S.; WINGLER, E. N.; RODRIGUES, L. F.; ZOBOLI, J. A. Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos: um estudo com as famílias dos alunos dos cursos de gestão do centro universitário São Camilo-ES. **Cadernos Camilliani**, v. 19, n. 3, p. 218-239, 2023. Disponível em: <https://www.saocamiloes.br/revista/index.php/cadernoscamilliani/article/view/557>. Acesso em: 18 abr. 2024.

COSTA, F. V. da. **Atividades experimentais no ensino de ciências da natureza: obstáculos, desafios e possibilidades no ensino de química.** 2021. 179 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação Profissional em Formação de Professores – PPGPPF) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021. Disponível em: <https://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/4313>. Acesso em: 14 abr. 2024.

CRUZ, M. A. P. da. **Utilização do pelo de animais domésticos como bioindicador da contaminação por metais pesados.** 2021. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2021. Disponível em: <https://www.bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1997>. Acesso em: 14 abr. 2024.

FRAGUAS, T.; GONZALEZ, C. E. F. O lixo eletrônico no contexto da Educação Ambiental, seu histórico e suas consequências. **Revista Cocar**, v. 14, n. 30, p. 1-15, set./dez., 2020. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/3286>. Acesso em: 17 abr. 2024.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008. 220 p.

GOMES, E. C.; BATISTA, M. C.; FUSINATO, P. A. A utilização de mapas conceituais como instrumento de avaliação no ensino de Física. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 3, p. 58–78, 2019. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2053/0>. Acesso em: 24 abr. 2024.

MALCHER, M. A.; COSTA, L. M.; LOPES, S. C. Comunicação da Ciência: diversas concepções de uma mesma complexidade. *Animus*. **Revista Interamericana de Comunicação Midiática**, v. 12, n. 23, p. 59-84, jul., 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/animus/article/view/9315>. Acesso em: 11 mar. 2024.

MOREIRA, M. A. *et al.* Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa. *In*: MOREIRA, M. A.; PALMERO, M. L. R.; SAHELICES, M. C. C. (org.). **Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo.** Burgos: España, 1997, p. 19-44. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=12305>. Acesso em: 14 mar. 2024.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** 1. ed. São Paulo: Pedagógica e Universitária. 1998. 248 p.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa.** 1. ed. São Paulo: Pedagógica Universitária, 1999. 112 p.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** 1. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011. 180 p.

MOREIRA, M. A. Mapas conceituais e aprendizagem significativa. **Revista Chilena de Educação Científica**, v. 4, n. 2, p. 38-44, 2012. Disponível em: https://lief.if.ufrgs.br/pub/cref/pe_Goulart/Material_de_Apoio/Referencial%20Teorico%20-%20Artigos/Mapas%20Conceituais%20e%20Aprendizagem%20Significativa.pdf. Acesso em: 24 fev. 2024.

MOREIRA, M. A. O mapa conceitual como instrumento de avaliação da aprendizagem. **Educação e Seleção**, n. 10, p. 17-34, 2013. Disponível em: <https://publicacoes.fcc.org.br/edusel/article/view/2568>. Acesso em: 14 abr. 2024.

MOREIRA, M. A. Desafios no ensino da física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 43, p. 1-8, out., 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/xpwKp5WfMJsfCRNFCxFhqLy/>. Acesso em: 14 mar. 2024.

NOVAK, J. D. Understanding the learning process and effectiveness of teaching methods in the classroom, laboratory, and field. **Science Education**, v. 60, n. 4, p. 493-512, 1976. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.3730600410?msocid=10fdacbdd155665a23b8b974d0416792>. Acesso em: 21 fev. 2024.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. 1. ed. Cambridge: University Press, 1984. 216 p.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. 1. ed. Lisboa: Plátano, 1999. 210 p.

NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. The Origins of the Concept Mapping Tool and the Continuing Evolution of the Tool. **Information Visualization**, v. 5, n. 3, p. 175-184, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/220586592_The_Origins_of_the_Concept_Mapping_Tool_and_the_Continuing_Evolution_of_the_Tool. Acesso em: 14 abr. 2024.

PACE. Plataforma para Aceleração da Economia Circular. **A New Circular Vision for Electronics - Time for a Global Reboot**. 1. ed. Genebra: SWI, 2019. 24 p.

REIS, E. K. da S. O uso da logística reversa para minimizar os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 8, p. 843-859, 2021. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/2020>. Acesso em: 14 mar. 2024.

SALES, M. V. dos S. **Efeitos da exposição ao mercúrio e derivados sobre a bioenergética mitocondrial e estresse oxidativo no desenvolvimento da hipertensão**. 2023. 81 f. Dissertação (Mestrado em Química e Biotecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Química e Biotecnologia, Instituto de Química e Biotecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2023. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/123456789/11943>. Acesso em: 25 fev. 2024.

SILVA NETO, R. B. da. **Uma unidade de ensino potencialmente significativa para o estudo da eletricidade problematizando a reciclagem eletrônica a luz da teoria da aprendizagem significativa**. 2020. 132 p. Dissertação (Programa de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física), Universidade Regional do Cariri – URCA, 2020. Disponível em: https://urca.br/mnpef/wp-content/uploads/sites/12/2021/06/mnpef_urca_polo31_dissertao_netto.pdf. Acesso em: 14 abr. 2024.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciências. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 1, p. 94-100, mar., 2008. Disponível em:
<http://revista.cienciasecognicao.org/index.php/cec/article/view/687>. Acesso em: 25 mar. 2024.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 109 p.

Recebido em: 05 de julho de 2024

Aceito em: 20 de janeiro de 2025