

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA: construção de uma unidade de ensino potencialmente significativa para circuitos de resistência***MEANINGFUL LEARNING: building a potentially meaningful teaching unit for resistance circuits***

Raimundo Bezerra da Silva Neto¹ - UFC 
Francisco Augusto Silva Nobre² - URCA 
Cícero Magérbio Gomes Torres³ - URCA 

RESUMO

Ao longo da história do Ensino de Física se tem percebido as dificuldades relacionadas com a aprendizagem de Física, no que concerne a assimilação e obtenção do conhecimento. O objetivo deste relato de experiência é apresentar os resultados de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o Ensino de Física, especificamente para o ensino de eletricidade, com ênfase em circuitos de resistência. O método utilizado para este trabalho se fundamenta na pesquisa-ação, realizada numa escola pública no Estado do Ceará, onde foi aplicada uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), numa turma de 3º ano do Ensino Médio com 38 estudantes. Conclui-se que um dos meios que pode facilitar os processos de ensino e de aprendizagem consiste na utilização de aulas mais interativas, que promovem a participação dos estudantes, consideram-se os conhecimentos prévios, a vontade do estudante em aprender e a estruturação de materiais potencialmente significativos.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Física; Subsunções; Aprendizagem.

ABSTRACT

Throughout the history of Physics Teaching, difficulties related to learning Physics have been noticed, regarding the assimilation and acquisition of knowledge. The objective of this research is to develop a Potentially Significant Teaching Unit for Physics Teaching, specifically for teaching electricity, with an emphasis on resistance circuits. The method used for this work is based on action research, carried out in a public school in the State of Ceará, where a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) was applied to a 3rd year high school class with 38 students. It is concluded that one of the means that can facilitate the teaching and learning processes is the use of more interactive classes, which promote student participation, considering prior knowledge, the student's desire to learn and the structuring of potentially significant materials.

KEYWORDS: Physics Teaching; Subsumptions; Learning.

¹Doutorando em Ensino de Física pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino-Rede Nordeste de Ensino (RENOEN). Mestre em Ensino de Física pelo Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF/URCA. EMAIL: raimundo.b.neto@hotmail.com.

²Doutor em Física pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF. Pós-Doutoramento na Université de Poitiers em Ensino de Ciências e Literatura. Pós-Doutoramento no Laboratório de Pesquisa Multimeios da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Ceará. Bacharel e Mestre em Física pela Universidade Federal do Ceará - UFC. EMAIL: augusto.nobre@urca.br.

³Pós - Doutorado em Educação pela Universidade Estadual do Ceará (UECE). Doutorado em Educação pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Licenciado em Ciências Biológicas pela Universidade Regional do Cariri (URCA). E-MAIL: cicero.torres@urca.br

INTRODUÇÃO

Este estudo trata do desenvolvimento de uma unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino de física, especificamente para o ensino de eletricidade, com ênfase em circuitos de resistência para o ensino médio, de forma a evidenciar a importância da aprendizagem significativa.

Partindo-se do entendimento e da necessidade da utilização de experimentos nos laboratórios didáticos de física, ou ainda, em sala de aula, vê-se a necessidade de que a educação científica esteja em constante atualização para a diminuição da complexidade da ação de ensinar e de aprender física no ensino médio. Para a realização deste estudo, utilizou-se da pesquisa-ação como forma de orientar o desenvolvimento e as análises realizadas.

Na busca por estratégias de ensino que melhorem a aprendizagem, nos fundamentaremos na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), que uma vez analisada criticamente por Moreira (2008), integra os fundamentos teóricos existentes nesta pesquisa. Para Ausubel (2003), três requisitos se apresentam como fundamentais para o alcance da aprendizagem significativa, são eles: Os subsunçores existentes no sistema cognitivo do estudante; os materiais potencialmente significativos e a disposição do indivíduo em aprender.

Conforme as orientações da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento norteador do ensino no Brasil, publicado em 2017 para ensino infantil e fundamental, e em 2018 para o ensino médio, a educação no ensino médio deve ser pautada em proporcionar aos estudantes condições de serem cidadãos críticos e autônomos “entendendo a crítica como a compreensão informada dos fenômenos naturais e culturais, e a autonomia como a capacidade de tomar decisões fundamentadas e responsáveis” (Brasil, 2018, p. 463).

Embora existam as referidas orientações, ainda existe um grande déficit no tocante as condições e à infraestrutura das escolas, tornando difícil a implantação de laboratórios de física nas instituições de ensino médio no Brasil, por diversos fatores, como o alto custo de implantação, necessidade de formação e contratação de técnicos de laboratório, como veremos a seguir.

O ensino médio, segundo a BNCC deve dar continuidade às aprendizagens obtidas no ensino fundamental, portanto, é importante que haja uma base de estudos adequada para que os estudantes, ao chegar ao ensino médio, possam obter as competências, habilidades e aprendizagens necessárias.

Pensando em materiais didáticos para o ensino de ciências, de acordo com Santos (2020), a realização de atividades com experimentos é um elemento que promove e facilita a aprendizagem, haja vista a interação do estudante com os conteúdos estudados.

Desenvolvemos uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), onde trabalhamos materiais eletrônicos descartados. Vale considerar que o lixo eletrônico tem crescido exponencialmente no mundo. Cotidianamente são descartados materiais eletrônicos, causando danos ao meio ambiente conforme pesquisa realizada pelo E-Waste Monitor (2024).

Sendo assim, a relevância deste trabalho se apresenta na medida em que propõe uma metodologia de ensino que visa contribuir para o ensino de eletricidade mais significativo e contextualizado ao cotidiano dos discentes, ao tempo em que utiliza a reciclagem eletrônica como aspecto interativo, de forma a aumentar o interesse e a curiosidade dos estudantes, neste campo do conhecimento, ao tempo em que busca conscientizá-los sobre o descarte e reutilização dos resíduos eletrônicos.

Destarte, a pesquisa tem como objetivos específicos: apresentar a realização de uma coleta de material eletrônico juntamente com os estudantes para reutilização nas aulas de eletricidade; a inserção nas aulas de eletricidade do uso do material eletrônico reciclado; e a produção de uma cartilha sobre a aplicação da reciclagem eletrônica no ensino de eletricidade.

A seção a seguir deste artigo¹ relata sobre a aprendizagem significativa na visão de David Ausubel (2003), seguido por uma correlação entre a aprendizagem significativa de Ausubel (2003) e a visão de Marco Antônio Moreira (2011).

Em seguida, apresentamos a discussão sobre a reciclagem eletrônica relacionando a importância desta para o ensino de eletricidade e para a conscientização dos estudantes, seguido pelo percurso metodológico utilizado nesta pesquisa, dando ênfase a abordagem e ao tipo de pesquisa utilizado, a pesquisa ação, e ainda o campo social, tempo e espaço, assim como a sistematização das Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Por fim, concluímos apresentando o relato de experiência da intervenção pedagógica, bem como a análise dos aspectos relacionados à aprendizagem dos estudantes.

A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA SOB A ÓTICA DE DAVID AUSUBEL

Conforme afirma Ausubel (1978, p. 4), “[...] se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo”. Para um bom processo de aprendizagem significativa, necessita-se de ideias, ações e métodos criativos. Ausubel (1978) defende a ideia de inserção de símbolos que representem e deem significado àquilo que o indivíduo já sabe, seu conhecimento pré-existente. Para Ausubel (1978), ensinar exige um conjunto de mecanismo para a aprendizagem significativa, assim como a apresentação de materiais potencialmente significativos para o aprendiz.

Por sua vez, a última condição pressupõe (1) que o próprio material de aprendizagem possa estar relacionado de forma não arbitrária (plausível, sensível e não aleatória) e não literal com qualquer estrutura cognitiva apropriada e relevante (i.e., que possui significado ‘lógico’) e (2) que a estrutura cognitiva particular do aprendiz contenha ideias ancoradas relevantes, com as quais se possa relacionar o novo material (Ausubel, 2003, p. 1).

Conforme discutido anteriormente, o autor argumenta que para a mediação dos conhecimentos, torna-se necessário a existência de materiais e métodos significativos, os quais não devem ser arbitrários, tampouco aleatórios e que estes possam ser organizados a partir de uma estrutura lógica. O autor reitera ainda sobre a necessidade de o estudante aprender a partir daquilo que ele já sabe, ou seja, da sua experiência anterior, que lhe fará relacionar aos novos conhecimentos que serão adquiridos.

Com isso, Ausubel (1978) considera existir três tipos de aprendizagem significativa, quais sejam, a aprendizagem representacional, a qual ocorre através da definição de símbolos representativos por um conceito que se aproxima daquilo que ele representa; a aprendizagem derivativa, mais ampla e conhecida como aprendizagem de conceitos, a qual atribui significação

¹Este artigo trata do recorte da dissertação de Mestrado elaborada pelo autor, intitulada Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para o Estudo da Eletricidade, problematizando a Reciclagem Eletrônica à Luz da Teoria da Aprendizagem Significativa.

a objetos e coisas, sendo esta importante para aquisição do conhecimento, pois os conceitos compõem as bases necessárias nos processos de assimilação. A terceira, a aprendizagem proposicional, reúne as duas aprendizagens anteriores de forma mais ampla, onde o indivíduo aprende através da soma dos significados das palavras e da soma dos conceitos.

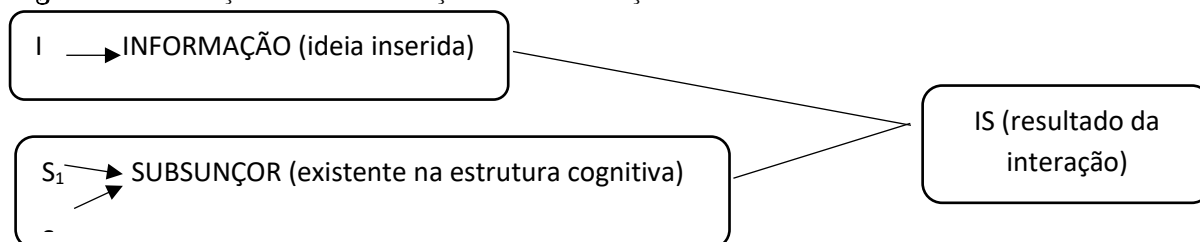
Considerando que a aprendizagem derivativa possibilita o estudante entender algo que já foi repassado anteriormente, como exemplo, podemos citar uma aula de revisão de eletricidade, onde, por meio desta deve-se fazer uma associação entre o conteúdo novo e o conteúdo já visto. Sendo assim, podemos citar a hidrodinâmica (conteúdo visto no segundo ano) como o novo conteúdo eletricidade, de forma a fazer uso de algumas analogias, tais como: a mangueira seria um condutor elétrico, o fluxo de água, seria a corrente e a diferença de potencial gravitacional seria a DDP elétrica. Esse processo depende de uma intervenção pedagógica como afirma Moreira (2011), "a aprendizagem significativa pode emergir da aprendizagem derivativa desde que o estudante consiga fazer conexões cognitivas relevantes entre o conteúdo novo e o já existente em sua estrutura cognitiva". Assim, embora a aprendizagem derivativa tenda a ser superficial, pode ser transformada em significativa se o estudante for estimulado a refletir e reinterpretar o conhecimento, como no exemplo analógico acima citado.

A assimilação Ausuberiana

Para Ausubel (2000), os subsunçores consistem nos principais componentes da estrutura cognitiva capazes de promover a aprendizagem significativa. Esses conceitos, já existentes, foram acumulados durante a vida do indivíduo, sendo assim, quanto mais contatos e experiências com o tema, mais fácil será o processo de assimilação.

Na figura 1 representamos o processo cognitivo de aprendizagem, proposto por Ausubel (2000), a partir dos subsunçores existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

Figura 1 – Interação entre subsunçores e a formação de novos conhecimentos



Fonte: adaptado pelo autor a partir de conceitos do Ausubel (2003).

Considerando a representação da figura acima, no contexto do conteúdo eletricidade, de forma específica o conteúdo sobre correntes elétricas, este pode ser explicado considerando os subsunçores, corrente e eletricidade, ao estabelecer que:

I = "Corrente elétrica" – fluxo ordenado de cargas elétricas que se movem de forma ordenada em um condutor elétrico;

S_1 = "corrente" – ideia de continuidade;

S_2 = "eletricidade" – ideia de cargas;

—►IS Série ininterrupta de cargas elétricas que se movem de forma ordenada em um condutor elétrico, constituindo o fluxo de cargas, a corrente elétrica.

Os conceitos já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo contribuem para a aprendizagem significativa do novo conceito apresentado, ao se fazerem as retomadas das explicações que auxiliam na formação de novos conhecimentos. Agora, explicando no que isso impacta, reverbera numa aprendizagem significativa.

De acordo com o Ausubel (2003), existem dois tipos de aprendizagem que podem ser significativas ou não, a aprendizagem por recepção e a aprendizagem por descoberta. Estas podem levar a um conhecimento significativo, desde que, para sua ocorrência, possuam alguns fatores determinantes para conseguir atingir o objetivo, dentre eles deve haver uma potencialidade significativa do material a ser aprendido, ou seja, este não pode ser arbitrário.

Outro fator considerado fundamental para a aprendizagem significativa consiste nos conteúdos já existentes na estrutura cognitiva, o qual Ausubel (2003) denomina de subsunçores, ou seja, estes correspondem a aprendizagens anteriores que o indivíduo já possui e que servirão de suporte para uma aprendizagem significativa posterior, por isso esse processo é também conhecido como ancoragem do conhecimento. O terceiro fator a ser considerado é o desejo do indivíduo em aprender, pois sua disposição influencia fortemente no resultado final da aprendizagem.

Com isso, Ausubel (2003), considera que a junção dos dois tipos de aprendizagem significativa concorra para o alcance do objetivo final, que é a retenção do conhecimento, obtido através da ligação entre os subsunçores pré-existentes, com as novas informações, podendo existir uma perda esperada (assimilação obliteradora), porém, mesmo com a ocorrência desta será alcançado o êxito final, a assimilação.

Embora Ausubel (2003) reconheça ainda a existência da aprendizagem em que não existem subsunçores cognitivos. Esta é considerada uma aprendizagem mecânica, pois se relaciona apenas com o cognitivo de forma arbitrária e literal, não considerando os conhecimentos que já existem na estrutura do conhecimento, o qual o autor considera ser importante para alguns processos da aprendizagem significativa.

Reitera Ausubel (2000, p. 49) que na aprendizagem mecânica “apenas se conseguem interiorizar tarefas de aprendizagem relativamente simples e estas apenas conseguem ficar retidas por curtos períodos de tempo, a não ser que sejam bem apreendidas”. Embora reconheça a importância da aprendizagem mecânica, o autor deixa clara a “superioridade” da assimilação significativa em relação à memorização.

A inter-relação entre a aprendizagem por recepção e por descoberta

Uma vez considerando a existência de dois tipos de aprendizagem que podem levar ou não a uma aprendizagem significativa do conhecimento, destaca Ausubel (2003) que a aprendizagem por recepção é um dos métodos utilizados no processo educacional, porém, muitas vezes, não é realizada da forma correta para que haja, de fato, uma verdadeira assimilação. Com isso, Ausubel (2003) define existir dois princípios norteadores da aprendizagem por recepção: o princípio da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora nos materiais de instrução.

O princípio da diferenciação progressiva destaca a importância de começar o processo de ensino com conceitos mais gerais, abrangentes e simples, para então gradualmente introduzir conceitos mais específicos e detalhados. Em resumo, a progressão do simples para o complexo, do geral para o específico, é essencial para promover a compreensão e a retenção de informações de forma significativa. Este princípio ajuda o estudante a aprender de forma significativa, pois ele

irá possuir uma base geral para compreensão das ideias mais específicas de uma maneira mais clara e mais sólida, relacionando as informações novas com os conceitos prévios já adquiridos.

O princípio da reconciliação integradora envolve a integração do material a ser aprendido com ideias ou conceitos já existentes na estrutura cognitiva do estudante. Para facilitar a reconciliação integrada, os educadores podem usar estratégias como organizadores de avisos, que ajudam os estudantes a relacionar o novo material com o conhecimento prévio, e promover a divulgação na sala de aula que os incentiva a fazerem conexões entre conceitos. Este princípio defende a organização das ideias, as mais antigas e as novas deverão ser esclarecidas quanto a suas diferenças e aproximações.

De forma contextualizada, podemos citar, por exemplo, ao introduzir o conteúdo eletricidade, este pode ser feito a partir de uma análise da quantidade de elementos no cotidiano dos estudantes que a utilizam como fonte de energia, representando, assim, sua importância, abundância e versatilidade, após isso, pode-se escolher um destes elementos para explicar o que a eletricidade causa no seu funcionamento, bem como alguns efeitos e variações que esse elemento pode ter (Ausubel, 2003).

Com um mundo cada vez mais tecnológico, é comum que crianças quebrem seus brinquedos e vejam o que tem dentro deles, levar um desses brinquedos para a sala pode colocar sua aula num estágio mais avançado, pois eles terão algo concreto já utilizado.

A aprendizagem por descoberta é essencial para a Aprendizagem Significativa (AS), uma vez que esta vai de encontro à aprendizagem por recepção e que, diante de uma vasta quantidade de conceitos, cálculos e símbolos, ela se faz presente constantemente nas explicações, discussões e exposições. Através da repetição, busca-se que o estudante consiga reter conhecimentos significativos, ou seja, as exposições verbais contribuem para a formação dos subsunçores necessários para o processo cognitivo ser eficaz.

De forma sintética, o que Ausubel (2000, p. 49) nos leva a compreender é que “a aprendizagem por recepção é aquela em que o estudante absorve diversos conteúdos repassados nas escolas enquanto a aprendizagem por descoberta se faz presente nas resoluções de problemas do dia a dia”.

PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa ação

Para Rauen (2018), a pesquisa é compreendida como sendo um conjunto de ações bem estruturadas para obtenção de fatos ou fenômenos novos. Essas ações devem ser “sistemáticas epistemologicamente e metodologicamente” (p. 30), ou seja, de forma a incluir conteúdos e práticas.

De acordo com Mussi *et al.* (2020), existem dois tipos de pesquisa que se diferem pela forma e objetivos, a qualitativa e a quantitativa. Para os referidos autores, na pesquisa quantitativa, analisa-se os componentes separadamente, enquanto na pesquisa qualitativa procura identificar o significado de uma experiência dos participantes, em um dado ambiente, assim como o modo de comportamento que se torna o todo. Reiteram os autores que:

Por mais que perspectivas das abordagens quantitativa e qualitativa em pesquisa sejam de naturezas diferentes, é fundamental que seja entendido que estas não são antagônicas, nem suplementares e/ou complementares. A depender do tema, o pesquisador, de maneira intencional, deve perceber a necessidade de sua incursão numa abordagem quantitativa e/ou qualitativa, e com isso atingir

de forma suficiente a análise do objeto, considerando a utilização ideal da perspectiva científica. Portanto, a utilização de uma ou outra maneira do fazer científico deve corroborar intencionalmente com a possibilidade de compreensão dos mais diferentes/diversos objetos em análise (Mussi, *et al.*, 2020, p. 2).

Especificamente para o processo de intervenção pedagógica, aqui estabelecido, foi desenvolvida uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino do conteúdo eletricidade, com ênfase em circuitos de resistência a partir do delineamento da pesquisa-ação, nesta pesquisa prevaleceu uma análise qualitativa dos dados, obtidos através de questionários, observações e interações sociais.

Dessa forma, ratifica-se que, o método utilizado para o desenvolvimento deste trabalho, fundamentou-se na pesquisa-ação. Para Thiollent (2018) a pesquisa-ação consiste na utilização de estratégias para a resolução de problemas coletivos através de ações realizadas, de forma conjunta, entre os envolvidos. Segundo o autor, a pesquisa age em muitos aspectos positivos, principalmente em relação à melhoria da aprendizagem, dentre outras situações do cotidiano que precisam de melhorias em seus resultados (Thiollent, 2018).

A pesquisa-ação se desenvolve de forma dinâmica, sempre revisada e realocada, conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Delineamento da Pesquisa-Ação

PESQUISA-AÇÃO	
PLANEJAMENTO	Fase importante para a pesquisa, tendo em vista que, neste momento, são definidos os objetos de pesquisa, as ações a serem executadas para resolver o problema encontrado e as dificuldades que irão enfrentar.
LEVANTAMENTO DE DADOS	Fase na qual deve-se buscar as informações sobre o objeto estudado, através de questionários, entrevistas, índices.
EXECUÇÃO DE AÇÕES	Etapas em que se executa as técnicas de melhoria pretendidas para resolução do problema original.
ANÁLISE CRÍTICA	Nesta fase avalia-se e monitora os resultados obtidos com a ação.

Fonte: Quadro elaborado pelo autor a partir da obra de Thiollent (2018).

A pesquisa-ação ocorreu numa escola pública situada no estado do Ceará, por meio da aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), com 38 estudantes do 3º ano do ensino médio em uma Escola pública, localizada no município de Várzea Alegre - Ceará. Os estudantes possuem idade média de 17 anos, sendo 26 do sexo feminino e 12 do sexo masculino. Alguns residem na zona urbana e outros na zona rural do município de Várzea Alegre. Por se tratar de uma escola pública, em uma cidade interiorana, a maior parte dos estudantes pertence à classe média baixa.

Instrumento e procedimentos para coleta e análise dos dados

Inicialmente foi realizado um diagnóstico com a turma para identificar o nível de rendimento escolar dos estudantes na disciplina de Física; posteriormente foi aplicado um questionário inicial para diagnosticar o conhecimento prévio os estudantes em relação ao conteúdo de eletricidade.

Logo após, realizou-se a coleta do material eletrônico com a colaboração dos estudantes. Após isso, houve a realização de atividades experimentais, em sala de aula, a partir dos materiais recolhidos com a colaboração dos estudantes, finalizando com a aplicação do segundo

questionário para identificar o nível de aprendizagem dos estudantes, após o desenvolvimento da pesquisa. Durante a aplicação do segundo questionário foi perguntado sobre a aprendizagem dos mesmos e o nível de conhecimento, tendo em vista que as questões elaboradas continham no questionário conteúdos de eletricidade. Em continuidade procedeu-se com a análise dos resultados obtidos e a aplicação do questionário final.

Sistematizando a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre eletricidade

De acordo com Moreira (2016), a aprendizagem significativa ocorre por meio da interação entre conhecimentos prévios com os novos, de forma não lógica e que busque a essencialidade das informações, considerando que a interação estabelecida pelo modelo tradicional de ensino não direciona para o desenvolvimento da compreensão com significação. Fundamentado nesta premissa, Moreira (2016) define os passos para a efetivação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), os quais são:

1- Definição do Conteúdo a ser trabalhado; 2- Discussões prévias, que levem à externalizações de conteúdos já apreendidos inicialmente; 3 - Propor situações problemas considerando que o estudante já sabe; 4 - Apresentação do conteúdo, levando em conta a diferenciação progressiva (aspectos mais gerais para os mais específicos); 5 - Continuação da apresentação do conteúdo com retomadas; 6 - Reconciliação integradora por meio de nova apresentação do conteúdo; 7- avaliação da aprendizagem e 8 - Avaliação da UEPS.

Moreira (2011) apresenta a UEPS como alternativa a mudanças na realidade das aulas que utilizam o ensino mecanizado, em que o professor repassa os conteúdos para os estudantes e estes decoram/memorizam para as avaliações e pouco tempo depois os esquece, ao contrário, com a UEPS, essa sequência de ensino oportuniza obter evidências de aprendizagem significativa na sala de aula.

Com o objetivo de direcionar didaticamente a organização e preparo das atividades realizadas em sala de aula durante a pesquisa, elaborou-se uma UEPS, a qual foi aplicada em oito (8) etapas de desenvolvimento, distribuídas em 12 aulas, conforme apresentado no quadro 2.

Quadro 2 - Etapas de desenvolvimento da UEPS

ETAPAS/PASSOS		ORIENTAÇÕES	NÚMERO DE AULAS	TEMPO DE AULA
1 ^a	Abordagens iniciais e organização das informações	Explicações iniciais, apresentação dos conteúdos a serem trabalhados e organização/ divisão de grupos.	01 aula	50 min
2 ^a	Discussões prévias e questionário diagnóstico	Aplicação do questionário diagnóstico.	01 aula	50 min
3 ^a	Conhecimento teórico inicial (situações - problema)	Apresentação de vídeos sobre os temas discutidos - lixo eletrônico/eletricidade.	02 aulas	01h 40 min
4 ^a	Apresentação do conteúdo utilizando a	A aula é desenvolvida a partir da apresentação dos conceitos mais	02 aulas	01h 40 min

	diferenciação progressiva	importantes até chegar nas exemplificações dos conteúdos, para isso utilizou-se mapas mentais, abordando os conteúdos mais gerais inicialmente.		
5 ^a	Discussão mais aprofundada sobre o conteúdo através da reconciliação integradora	Essa etapa inicia-se por meio da exposição oral do conteúdo já apresentado, agora de forma mais complexa, apresentando fórmulas e conceitos mais específicos/ depois realiza-se uma atividade em grupos com a elaboração de mapas conceituais pelos estudantes.	02 aulas	01h 40 min
6 ^a	Desenvolvimento de atividades didáticas e experimentais com os materiais eletrônicos	Nessa etapa, além da retomada dos conceitos já apresentados, inicia-se a utilização de experimentos com materiais eletrônicos e posteriormente a apresentação de conteúdos mais aprofundados, discussões e resoluções de questões.	02 aulas	01h 40 min
7 ^a	Avaliação somativa - questionário final	Utilização de um questionário para verificação das evidências de aprendizagens captadas pelos estudantes (nas etapas anteriores o professor já realizou avaliações formativas, através das observações feitas e registradas).	01 aula	50 min
8 ^a	Avaliação da UEPS	A UEPS é considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos estudantes fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados relativos à eletricidade).	01 aula	50 min

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de estudos de Moreira (2011).

De forma descritiva, a Unidade de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), assim foi sistematizada:

Na 1^a Etapa, que tratou sobre o *planejamento e organização de materiais*, foi desenvolvido em conjunto com os estudantes, o planejamento de aulas, orientações sobre a colaboração deles nas atividades e alocação de grupos, bem como a abordagem inicial sobre o conteúdo. Esta etapa apresentou-se como importante por demonstrar a importância do trabalho em grupo, bem como a organização inicial do trabalho a ser desenvolvido com os estudantes. Para isso, planejou-se uma (01) aula com duração de 50 minutos.

Na 2^a Etapa, denominada de *avaliação diagnóstica*, ocorreu a aplicação de um questionário inicial sobre os temas de eletricidade, tendo em vista avaliar o conhecimento prévio

dos estudantes sobre esses conteúdos e sua importância para a promoção da aprendizagem. Para isso, planejou-se uma (01) aula com duração de 50 minutos.

A 3ª Etapa, denominada de *conhecimento teórico* inicial, trabalhou-se com a mediação do conteúdo, através de aulas expositivas e interativas, com a inserção de situações-problema de forma a desenvolver o pensamento crítico e criativo por meio de situações desafiadoras aos estudantes, que podem ser desenvolvidas na execução das atividades posteriores. Para isso, planejaram-se duas (02) aulas com duração de 01h e 40 minutos.

A 4ª Etapa tratou da *apresentação dos conteúdos mais gerais* apresentados progressivamente e introduzindo detalhes mais específicos, utilizou-se ainda o princípio da diferenciação progressiva. O professor, em colaboração com os estudantes, discutiu os principais conceitos de eletricidade e abordagens, de forma a facilitar a compreensão e aprendizagem por parte dos estudantes. Para isso, planejou-se uma (01) aula com duração de 50 minutos.

A 5ª Etapa tratou da *reconciliação integradora*, relacionando ideias entre a teoria vista nos conteúdos com os que podem ser vistos no cotidiano, a partir dos conceitos já existentes na estrutura subsunçora dos estudantes, podendo ligar melhor as ideias e retirar o máximo de dúvidas e contradições existentes. Também foram retomados os conceitos trabalhados na etapa anterior relacionando-os com a reciclagem eletrônica. Esta se caracterizou como uma etapa interdisciplinar, onde se definiu, a partir da ação integrada entre professor e estudantes, que o professor de física levaria para a aula o máximo de informações contextualizadas sobre a importância da reciclagem do lixo eletrônico, suas contribuições para o meio ambiente e sociedade em geral. De forma similar, foi orientado aos estudantes, pelo professor, que trouxessem materiais eletrônicos de suas residências, os quais não seriam mais utilizados em casa para o desenvolvimento das atividades experimentais que seriam realizadas na escola. Para isso, planejaram-se duas (02) aulas com duração de 1 h e 40 minutos.

A 6ª Etapa consistiu no desenvolvimento de *atividades didáticas e experimentais* com os materiais eletrônicos. Esta etapa apresentou-se importante por contribuir para o fortalecimento dos conhecimentos adquiridos nas aulas, promoção e assimilação por descoberta através dos experimentos realizados pelos estudantes com auxílio do professor facilitando, assim, o processo cognitivo. Para isso, planejaram-se duas (02) aulas com duração de 01h e 40 minutos.

A 7ª Etapa consistiu na *aplicação do questionário final*, que teve como objetivo realizar uma avaliação somativa, comparando com a avaliação feita no início da pesquisa, para obter as evidências da aprendizagem significativa. Para isso, planejou-se uma (01) aula com duração de 50 minutos. O sétimo passo descrito por Moreira (2011), afirma que o processo de avaliação deve ser tanto somativo quanto formativo, além da avaliação diagnóstica, os quais juntos formarão as evidências de aprendizagem significativa.

Para Mendes (2018, p. 29), “a avaliação formativa é realizada durante todo o decorrer do período letivo, com o intuito de verificar se os estudantes estão atingindo os objetivos previstos e preocupa-se com o processo didático e não com o resultado”. A avaliação formativa é importante por direcionar as ações a serem executadas pelo professor, já que ele pode notar, durante o percurso da UEPS, que os objetivos não estão sendo alcançados e precisam ser melhorados, tal qual a avaliação somativa, a qual abrange os aspectos gerais da aprendizagem, informando os resultados obtidos ao final do processo instrucional.

A 8ª Etapa descrita por Moreira (2011) define que a UEPS seja avaliada, pois, de acordo com o autor esta somente é considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos estudantes fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados relativos à eletricidade).

ANÁLISES E DISCUSSÕES

Conforme estudado a UEPS é uma abordagem pedagógica fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel. Seu objetivo é facilitar a construção do conhecimento pelos alunos, organizando atividades de maneira estruturada e coerente.

De acordo com Ribeiro (2015), a UEPS emprega diferentes métodos e recursos para estimular a conexão entre os novos conteúdos e os conhecimentos prévios dos estudantes. Dessa forma, contribui para uma aprendizagem mais profunda e significativa.

A aplicação da UEPS é uma fase fundamental da pesquisa, pois esta coloca em evidência o desenvolvimento de toda a teoria estudada, por este motivo a mesma deve ser muito bem planejada e organizada. As etapas foram elaboradas segundo Moreira (2011). Sendo assim, a primeira aula serviu para orientar sobre a colaboração dos estudantes nas atividades e alocação dos grupos onde eles realizaram as atividades posteriormente. Essa aula foi utilizada para a aplicação de um questionário diagnóstico, no modelo semiestruturado com o objetivo de compreender o que os estudantes conheciam sobre o conteúdo eletricidade.

Pode-se perceber, a partir da análise dos resultados, que os estudantes possuíam um conhecimento prévio sobre eletricidade, dessa forma, esse diagnóstico inicial colaborou na definição dos subsunçores, tais como conceitos de cargas elétricas, corrente e circuitos. Com isso foi explicado as funções dos resistores, onde podem ser encontrados no cotidiano dos estudantes e sua importância tecnológica.

Na terceira e quarta aula, foi apresentado o conteúdo teórico, através da explicação contextualizada dos conceitos e suas utilizações. Foram apresentadas as definições e demonstrações matemáticas sobre associação de resistores, códigos de cores.

Moreira (2011) orienta que na sistematização de uma UEPS, essa aula represente a etapa 4 definida pelo autor como:

4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo (Moreira, 2011, p. 4).

Na quinta e sexta aula, realizamos a elaboração de dois mapas conceituais através da contribuição de todos os estudantes e, logo após, foi solicitado que eles resolvessem alguns exercícios sobre os temas vistos. Foi muito importante o desenvolvimento desta etapa, pois ajudou também no processo de avaliação. Notou-se que os estudantes se empenharam em organizar os conceitos e o resultado foi o compartilhamento com a turma no que tange as concepções e entendimentos que levaram a formular suas ideias sobre o tema de eletricidade. Esta etapa contribuiu para dar prosseguimento aos estudos e melhorar a dinâmica das aulas com os materiais eletrônicos.

Na sétima aula, foi dada ênfase à reciclagem eletrônica, aos problemas causados pelo lixo eletrônico, em virtude dos descartes indevidos, a quantidade de dispositivos encontrados descartados sem a destinação correta e aos possíveis reparos de forma articulada ao conteúdo resistores. No final da aula foi solicitado que os estudantes recolhessem alguns materiais

eletrônicos, que estivessem sem utilidade em suas residências e trouxessem para as demais aulas. Esta etapa relaciona-se com o processo de diferenciação progressiva numa perspectiva integradora, através da exposição dos conteúdos mais relevantes e já vistos.

Na oitava e nona aula, desenvolvemos algumas atividades práticas, com a utilização de um *protoboard* (placa de circuito), ferro de solda, multímetro e os equipamentos retirados do lixo eletrônico trazidos pelos estudantes. Juntamente com os estudantes foram identificados os valores de resistência, de modo a contextualizar os valores da resistência equivalente, tensão e corrente. Essa etapa representou uma forma de avaliação formativa, através da observação das atividades executadas pelos estudantes.

Na décima aula foi aplicado o questionário final como forma de avaliação parcial dos resultados obtidos, já que a avaliação da aprendizagem foi feita em todas as etapas da UEPS, sendo valorizado cada aspecto discutido e absorvido pelos estudantes. O questionário foi realizado de forma semiestruturada, composto de 10 questões, contendo dois itens de múltipla escolha e oito questões abertas.

De modo geral, os estudantes demonstraram interesse com a UEPS proposta. Pode-se perceber que, para a realização da aula com a utilização de materiais eletrônicos, os estudantes trouxeram os materiais eletrônicos de suas residências. Tal como estabelece Moreira (2011, p. 5) “a aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais”.

Durante a realização das práticas, percebeu-se o envolvimento dos estudantes, manifestado por meio do nível de concentração da turma, atenção e participação em relação ao que havia sido proposto. A exemplo do exposto, um estudante manifestou-se afirmando que “*A eletricidade é muito legal*”; um outro estudante afirmou: “*Eu pensava que não tinha nada nessa placa*.” E um terceiro estudante afirmou: “*Vou tirar uma foto para eu mostrar a minha mãe*”. As frases acima demonstram que os experimentos realizados provocaram admiração e instigaram a curiosidade dos estudantes, sendo esse aspecto muito relevante para a aprendizagem significativa, principalmente no enfoque humanista da cognição descrito por Novak (1984), no qual o crescimento humano é o principal objetivo, assim como, também se enquadra em um dos fundamentos da Aprendizagem Significativa (AS) de Ausubel (2003) no que diz respeito à vontade do sujeito em aprender.

Sobre os desafios relacionados à UEPS, pode-se destacar que alguns estudantes esperavam que os colegas fizessem primeiro para que, em seguida, pudessem realizar as atividades solicitadas. Isso pode ter ocorrido devido às barreiras existentes à aprendizagem de Física, muitos estudantes afirmam ter dificuldade em Física e, por isso, criam uma barreira que dificulta sua aprendizagem e causa insegurança.

Infelizmente, o ensino de Física, de um modo geral, leva a uma integração negativa de pensamentos, sentimentos e ações, na qual os estudantes não gostam da Física e, quando possível, evitam-na, uma vez que apenas desejam passar nas provas, repetindo nelas, mecanicamente, “o que foi dado em aula” (Moreira, 2018, p. 78).

Moreira (2018) ao realizar a reflexão sobre as barreiras criadas pelos estudantes que não se identificam com a Física evidencia as dificuldades históricas referentes ao processo de ensino e de aprendizagem neste campo, reitera o autor que, por esse motivo, os estudantes apenas decoram os conteúdos e tem sua aprendizagem dificultada.

Nas próximas seções apresentaremos os resultados dos questionários que foram propostos aos estudantes, iniciando-se com o questionário diagnóstico e, logo em seguida as questões e repostas do questionário final, fazendo uma análise de todas as questões respondidas pelos estudantes e seu impacto na avaliação do ensino e da aprendizagem.

Ensino de reciclagem eletrônica: saberes, concepções, conhecimentos e inovações

O questionário diagnóstico foi composto por sete (07) questões, sendo que as três (3) primeiras tratavam sobre perguntas relacionadas aos conhecimentos prévios que os estudantes possuíam sobre os conteúdos de eletricidade no componente de Física, a participação e o envolvimento nas aulas práticas e o nível de dificuldade para aprender física. A quarta questão solicitava que os estudantes respondessem qual a concepção deles sobre a utilização da reciclagem eletrônica como ferramenta para o ensino de física nas escolas. As outras três (3) perguntas tratavam sobre temas de eletricidade, cujos objetivos destas eram direcionar para o nível de conhecimento sobre os temas e comparar com as respostas apresentadas pelos estudantes no questionário 2, que foi aplicado no final da sequência de ensino.

Sobre o questionário 1, tem-se que, em relação à primeira pergunta, a qual tratou sobre a participação dos estudantes nas aulas práticas de física, de um total de trinta e oito (38) estudantes, vinte e sete responderam não ter participado de aulas práticas na disciplina de física e onze (11) estudantes responderam ter participado. Esse perfil pode ter sido ocasionado pela baixa quantidade de aulas da disciplina, no ensino médio, composto por apenas duas (2) aulas semanais, o que dificulta as aulas diversificadas, assim como a falta de estrutura das escolas públicas brasileiras que, em sua maioria, ainda não possuem laboratórios de ciências.

Quanto às dificuldades nas aulas de física, os estudantes destacaram:

“A compreensão da parte teórica dos conteúdos” (ESTUDANTE 1)

“A existência de aulas teóricas e poucas aulas práticas” (ESTUDANTE 2)

“Dificuldade na interpretação na hora de resolver os exercícios” (ESTUDANTE 3)

“Dificuldade de compreender sem exemplos práticos e experimentos e muitas fórmulas” (ESTUDANTE 4)

Do exposto, pode-se perceber que, a maioria dos estudantes se refere à compreensão dos conteúdos teóricos sem articulação com o contexto, assim como destacam as dificuldades em aprender as fórmulas e ainda aplicá-las no cotidiano. Isso se deve, dentre outras razões, à falta de capacitação para professores de física, que em muitos casos são profissionais de outras formações com autorização para o ensino de física, mas sem a formação adequada. Em suas pesquisas sobre o ensino de física, Santos (2022, p. 40) tem explicitado ter encontrado “docentes atuando em áreas fora da sua respectiva graduação, sendo pequeno o número de profissionais com formação superior em física, principalmente na região Nordeste do país”.

Quanto à utilização da reciclagem eletrônica na escola, os estudantes destacaram ser:

“Muito bom, pois, além de contribuir com o meio ambiente, ajuda mais na aprendizagem” (ESTUDANTE 1).

“Útil para formação de aulas utilizando esses materiais de forma prática” (ESTUDANTE 2).

“Acho bastante importante e necessário, visto que além de ajudar o meio ambiente, ainda teremos a prática de Física atrelada à teoria” (ESTUDANTE 3).

“Ótimo, pois ao mesmo tempo em que se está reciclando está passando conhecimento” (ESTUDANTE 4).

A reciclagem eletrônica, além de servir como um atrativo para as aulas de física, como discutido anteriormente, ajuda também na conscientização dos cidadãos para com o meio ambiente, sendo um aspecto interdisciplinar que deve ser trabalhado em todas as etapas da Educação Básica. Na visão de Silva (2007, p. 11):

O lixo é um elemento presente na vida de qualquer pessoa, sendo um ótimo tema a ser trabalhado com os estudantes, de forma interdisciplinar, objetivando a conscientização e a mudança de atitudes dentro e fora da sala de aula. Assim, a educação ambiental, na escola, assume um papel preponderante para a formação do sujeito e sua inserção social, propiciando-lhe um agir com consciência e atitude perante os problemas do meio ambiente.

Destaca-se que, além da importância de trabalhar a reciclagem eletrônica nas escolas, torna-se necessário que o corpo docente esteja em constante busca por aperfeiçoamento sobre as novas tecnologias e seus impactos na sociedade, uma vez que os jovens da atualidade vêm crescendo neste contexto ambiente tecnológico e tem desenvolvido melhores habilidades e aptidões em relação às pessoas que só tiveram contato com a tecnologia após a fase adulta.

Quanto aos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conceito de eletricidade, sete (7) estudantes responderam, conforme as teorias da Física tem apresentado o conceito de eletricidade. Para essa questão, considerou-se eletricidade como sendo “uma forma de energia que faz parte da constituição da matéria. Que ela existe, portanto, em todos os corpos e que o estudo da eletricidade está organizado em dois campos: a eletrostática e a eletrodinâmica” (Zerbini, 2002, p. 15).

Sobre o conceito de resistores, solicitado na sexta questão, trinta e dois (32) estudantes conseguiram responder conforme o conceito base e apenas seis (6) estudantes não conseguiram responder de acordo com o conceito utilizado como base. Para essa questão, considerou-se como sendo o conceito de Resistor: “[...] um elemento simples do circuito que fornece uma resistência especificada em um circuito elétrico” (Serway; Jewett, 2006, p. 101). Porém os estudantes responderam da forma mais prática que é ensinada, como sendo um dispositivo elétrico capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, ou calor. Dentre as definições apresentadas pelos estudantes, destaca-se *“Dispositivo elétrico, que converte energia elétrica em energia térmica”* (ESTUDANTE 1)

Na última questão os estudantes responderam sobre como calcular a potência dissipada por um resistor, 23 (vinte e três) dos participantes conseguiram identificar como calcular a potência dissipada, conforme estabelecido.

$$\text{“Potência} = \textit{intensidade da corrente} \times \textit{tensão} \text{ (} P = I \cdot \Delta V \text{)}$$

$$P = R \cdot I^2 \text{ (ESTUDANTE 2)}$$

Quinze (15) estudantes não souberam responder como calcular a potência dissipada por um resistor, o que necessita que os estudantes soubessem a fórmula correspondente, de acordo com Barreto e Silva, (2016, p. 101), ou seja, $P = I \cdot V$ ou $P = I^2 \cdot R$, onde o I é a corrente no circuito, ΔV representa a diferença de potencial entre os terminais e R é a resistência.

Essa dificuldade dos estudantes pode ser explicada pela necessidade de melhorias em relação à epistemologia das fórmulas. Para o campo do ensino de física essa melhoria tem implicado em muitas discussões sobre a correta forma de ser ensinada para os estudantes. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e aqui especificamente a área de ciências da natureza e suas tecnologias no ensino médio, ao tratar sobre as competências específicas e habilidades, apresenta na competência específica 1 da área prerrogativa de:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global (Brasil, 2017, p. 540).

Com isso a referida competência específica 1 orienta que os fenômenos naturais e os processos tecnológicos devam ser analisados sob:

[...] a perspectiva das relações entre matéria e energia, possibilitando, por exemplo, a avaliação de potencialidades e de limites e riscos do uso de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos. Dessa maneira, podem mobilizar estudos referentes a: estrutura da matéria; transformações químicas; leis ponderais; cálculo estequiométrico; princípios da conservação da energia e da quantidade de movimento; ciclo da água; leis da termodinâmica; cinética e equilíbrio químicos; fusão e fissão nucleares; espectro eletromagnético; efeitos biológicos das radiações ionizantes; mutação; poluição; ciclos biogeoquímicos; desmatamento; camada de ozônio e efeito estufa; entre outros (Brasil, 2017, p. 540).

Assim como na competência específica 1 a primeira competência geral da educação básica, vem determinado que os professores possam:

Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva (Brasil, 2017, p. 9).

Conforme visto, as referidas competências ressaltam a importância da valorização dos conhecimentos prévios dos estudantes, da sistematização do conhecimento de forma fundamentada, relacionando a conhecimentos do mundo físico ao contexto dos estudantes, e não repassar dados sem contextualizar os conteúdos.

Diagnóstico final

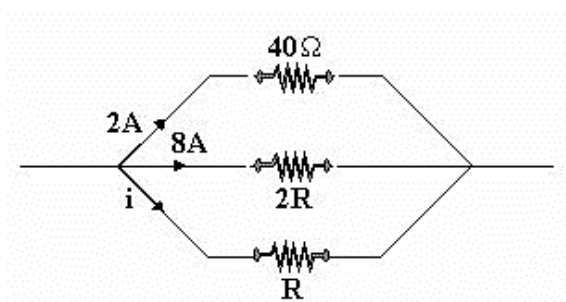
Após a aplicação das etapas referentes à UEPS, apresentada na primeira seção, aplicou-se o questionário final com o objetivo de analisar o processo de ensino e de aprendizagem construído durante a realização da pesquisa-ação.

A pergunta inicial do questionário final tratou de compreender a aprendizagem dos estudantes em relação a como calcular a potência dissipada por um resistor. Observamos que 35 (trinta e cinco) estudantes conseguiram responder à questão, resultado este considerado muito bom, por considerarmos que, quase todos os estudantes conseguiram apresentar a resposta de forma correta. Quando comparado ao resultado obtido no questionário diagnóstico, apenas 23 (vinte e três) estudantes acertaram este quesito, enquanto, no questionário final, foram 35.

É importante ressaltar que a aprendizagem significativa possui sua avaliação, realizada de forma constante e progressiva (Ausubel, 2003), através de análises formativas, porém, também é importante a realização de avaliações somativas, que procurem avaliar os estudantes, individualmente e de forma mais específica, relacionando os conceitos estudados e os conhecimentos apreendidos pelos estudantes.

A segunda pergunta, do questionário 2, tratou sobre o cálculo dos valores da corrente elétrica (i) e da resistência elétrica (R), conforme pode ser visto na figura 2.

Figura 2 - Associação de Resistores



Fonte: Faculdade Mackenzie, 1997.

Quanto à resolução da questão, apenas um estudante não respondeu à questão, seis estudantes marcaram apenas a alternativa, sem apresentar o cálculo sete estudantes não souberam responder ao questionamento. Dessa forma, apreende-se que 24 (vinte e quatro) estudantes responderam corretamente à questão.

Outra questão tratou sobre a associação de resistores em série, considerando, para isso, a definição de que está ocorre “quando os resistores estão ligados um depois do outro, de modo que sejam percorridos pela mesma corrente elétrica, dizemos que eles estão associados em série” (Barreto; Silva, 2016, p. 93).

Conforme os resultados analisados, apenas 6 estudantes não souberam responder como poderia ser feita a associação de resistores em série. Os demais estudantes responderam de forma mais completa, outros de forma mais resumida, porém, 32 estudantes demonstraram que compreenderam o conceito estudado, mesmo que as respostas não sejam respondidas exatamente de acordo com o livro. Dentre as respostas apresentadas, destacamos:

“Quando os resistores estiverem ligados um depois do outro, de modo que sejam percorridos pela mesma corrente elétrica. Nessa associação a intensidade de corrente que passa por um dos resistores é a mesma para todos” (ESTUDANTE 1).

“Vai aparecer uma maior resistência, a corrente elétrica vai ser a mesma nos resistores, e sua tensão e resistor equivalente é calculado pela soma dos valores” (ESTUDANTE 2).

“Ligando o positivo de um resistor no negativo de outro” (ESTUDANTE 3).

Agora a questão que tratou sobre a função do código de cores para resistores. Sobre a função do código de cores para resistores, considerou-se como válida a assertiva de que a mesma “Os resistores são habitualmente cobertos por várias faixas de cores, as faixas fornecem um rápido código de reconhecimento para determinar o valor de sua resistência” (Mendonça; Silva, 2013, p. 55).

Um total de 26 estudantes respondeu corretamente, enquanto 12 não conseguiram estabelecer o conhecimento requerido na questão. Em relação aos acertos e tendo em vista a referência estabelecida para correção da questão, citada anteriormente, os estudantes definiram como sendo a função do código de cores para resistores,

“Identificar a resistência de cada resistor. É muito importante, pois nos ajuda a saber antes de utilizar” (ESTUDANTE 1).

“Cada cor equivale a uma quantidade de OHMS para calcular a resistência” (ESTUDANTE 2).

“Calcular a resistência” (ESTUDANTE 3).

Apresentamos aos estudantes uma questão similar ao questionário inicial, esta tratou sobre as funções dos resistores em circuitos elétricos. Sobre as funções dos resistores, destaca-se a definição apresentada pelo estudante (ESTUDANTE 1) ao afirmar que: *“A função do resistor é de delimitar os valores da corrente elétrica de acordo com a necessidade específica do sistema”.*

Percebemos que a maioria dos estudantes (15 estudantes) respondeu de forma parcialmente correta, embora tenham conseguido relacionar com a prática desenvolvida durante a pesquisa-ação. Apenas 4 estudantes erraram totalmente a questão ou deixaram-na em branco, e 19 estudantes responderam corretamente ao quesito, conseguindo estabelecer os conceitos requeridos.

Analisamos a importância da UEPS nesse processo de aprendizagem que auxilia a estabelecer as relações entre os novos conhecimentos e os prévios já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Foi apresentada uma situação-problema para os estudantes resolverem. O referido problema consistiu em saber se podemos substituir um resistor por outros resistores de resistências diferentes e como isso deveria ser feito. Os dados analisados apontaram que apenas 16 estudantes responderam corretamente que o problema da questão deveria ser resolvido através da associação de resistores. Tratava-se de uma questão com um nível um pouco mais elevado de raciocínio, e que provocou a dúvida em muitos estudantes, pois acabaram confundindo-se com outros exemplos do conteúdo.

De acordo com Moreira (2011, p. 2), “[...] o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do estudante”. Sobre este aspecto, Ricardo (2011) salienta que, ao se proporem situações problematizadoras em aulas de ciências, é necessário que os estudantes se afastem criticamente dos seus conhecimentos vulgares, a fim de que sintam necessidade de buscar novos conhecimentos. O autor também destaca que o ponto de partida e de chegada para

estruturar as atividades deve ser a realidade dos estudantes, sendo a problematização um caminho para analisar criticamente o contexto real dos estudantes.

Muenchen (2010) também corrobora com esta ideia argumentando que a problematização pode possibilitar que os estudantes interpretem suas vidas não apenas passando por elas. Certamente, esse aspecto pode potencializar a construção do conhecimento dos estudantes.

Avaliação da UEPS

A última questão tinha como objetivo fazer uma avaliação da pesquisa desenvolvida com os estudantes do 3º ano do Ensino Médio. Nesse sentido, perguntou-se sobre os benefícios de estudar utilizando a reciclagem eletrônica como estratégia didática nas aulas de eletricidade e, caso os estudantes apontassem algum tipo de benefícios, o que eles poderiam identificar.

Em relação às respostas apresentadas, os estudantes ressaltaram que

“Sim, entender o funcionamento do dispositivo reciclado, dinamizar as aulas e potencializar o estudo” (ESTUDANTE 1).

“Sim, pois mostra uma maneira de se aprender a preservar o meio ambiente” (ESTUDANTE 2).

“Sim, pois a aula se torna mais didática para compreensão do estudante, onde ele poderá associar o conteúdo (teórico) com a realidade” (ESTUDANTE 3).

“Sim, saber como funciona na prática os resistores, ter noção de quantos resistores há numa placa de LED” (ESTUDANTE 4).

Essa questão se apresenta como um retorno no que se refere à metodologia utilizada e a UEPS que foi trabalhada com os estudantes. Esse retorno é muito importante, pois apresenta os aspectos positivos e negativos apontados pelos participantes envolvidos no processo.

Para Paiva (2003, p. 2) esse retorno corresponde a “[...] reação à presença ou ausência de alguma ação com o objetivo de avaliar ou pedir avaliação sobre o desempenho no processo de ensino-aprendizagem e de refletir sobre a interação de forma a estimulá-la, controlá-la ou avaliá-la”.

Esse retorno dos estudantes mostrou que os objetivos principais da aprendizagem significativa foram atingidos, uma vez que os estudantes demonstraram satisfação em aprender, disposição e vontade para a realização dos trabalhos e atividades propostas e, durante a avaliação, tanto formativa como somativa, pôde-se observar evidências de aprendizagem significativa, obtenção de entendimento acerca dos conteúdos, capacidade de resolução de situações-problema e aplicação dos estudos na prática, tais como descritos por Moreira (2011).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar as aulas planejadas através da aplicação de todas as etapas da UEPS, pode-se observar um bom desenvolvimento cognitivo dos estudantes. A avaliação ocorreu através da observação feita nos processos ocorridos durante a intervenção pedagógica, assim como, dos questionários resolvidos.

Inicialmente considerou-se importante a elaboração dos mapas conceituais, através da interação em grupo pelos estudantes, os mapas contribuíram para potencializar a aprendizagem, ao tempo que atribuiu novos significados aos conceitos ensinados como afirma Moreira (2012).

Através do uso dos mapas, os estudantes conseguiram relacionar melhor as palavras mais importantes para os conceitos estudados, assim como conseguiram fazer uma relação de sentidos para auxiliar na aprendizagem e fixação dos subsunçores. Como resultado dos questionários, pode-se também observar, respostas mais claras sobre os conteúdos, assim como se observou o uso significativo da reciclagem eletrônica para o ensino de eletricidade.

Pode-se perceber que, após o desenvolvimento da UEPS junto aos estudantes, obtivemos um resultado favorável quanto à aprendizagem, percebeu-se um maior interesse dos mesmos com a disciplina e uma maior facilidade quanto à assimilação do conhecimento, uma vez que, comparando as notas dos estudantes com as notas em bimestres anteriores, perceberam-se melhorias significativas. Destaca-se, ainda, a atenção especial dos estudantes quanto à importância de um olhar mais sustentável para o meio ambiente. Essa atenção foi percebida a partir das atividades desenvolvidas com a reciclagem eletrônica.

Considerando a realidade pesquisada, pode-se perceber as dificuldades científica, econômica, estruturais, sociais, culturais, políticas e tecnológicas vivenciadas nos processos de ensino e de aprendizagem, seja por parte dos estudantes ou ainda dos professores e da escola. Embora essas dificuldades tenham se tornado cada vez maiores, dentro do atual contexto em que o país vive, é consenso para todos que os professores possuam, por meio de uma política de formação, formações continuada/permanentes que os possibilitem avançarem no desenvolvimento de novas metodologias de ensino, que os instiguem a criarem novos métodos de ensino que favoreçam o desenvolvimento dos estudantes e, conseqüentemente, potencializem as práticas docentes.

Dessa forma, e inseridos dentro de uma política de formação ampla, que as ações desenvolvidas para atender as necessidades humanas e sociais atuais possam ser incentivadas e, assim, atividade como produção de vídeos educativos, aulas práticas, dinamizadas, lúdicas, interativas, colaborativas e integrativas, interdisciplinares e contextualizadas possam colaborar para o fortalecimento da educação, ao tempo em que, dentro deste contexto, serem capaz de transformar vidas e formar cidadãos críticos, participativos, sensíveis, criativos e autônomos.

Face ao exposto, compreende-se que as aulas práticas de eletricidade, com a utilização da reciclagem eletrônica, apresentaram-se de forma significativa para a aprendizagem dos estudantes e que, através dos processos de avaliação do desempenho, foi possível verificar a existência de evidências de aprendizagem significativa “captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema” (Moreira, 2016, p. 5).

Conclui-se, com este relato de experiência, que o professor deve buscar métodos que melhorem o processo de cognição no sentido de facilitar a aprendizagem significativa. A reciclagem eletrônica, inserida na disciplina de eletricidade, mostrou-se uma forma eficaz quanto aos objetivos pretendidos.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, v. 1, 2003.

BARRETO filho, Benigno e SILVA, Claudio Xavier da. **Física aula por aula: Eletromagnetismo, física moderna**, 3º ano, 3ª edição, FTD São Paulo, 2016.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Ministério da Educação. Brasília, 2018.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Ministério da Educação. Brasília 2017.

BRASIL. **Censo escolar da educação básica**. Notas estatísticas. Ministério da Educação. 2023. Disponível em < chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://download.inep.gov.br/publicacoes/institucionais/estatisticas_e_indicadores/notas_estatisticas_censo_da_educacao_basica_2023.pdf> acesso em 20 de setembro de 2024.

E-WASTE. **Relatório de lixo eletrônico**. Disponível em < https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/> acesso em 20 de julho de 2024.

MENDONÇA, Roberlam Gonçalves de e SILVA, Rui Vagner Rodrigues da. **Elettricidade básica**. Editora do Livro Técnico, Curitiba, Reimpressão 2013.

MOREIRA, Marco Antônio. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa**. Instituto de Física - UFRGS 90501-970 Porto Alegre – RS. Disponível em < chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf> acesso em 20 mar. 2020.

MOREIRA, Marco Antônio. **Aprendizagem significativa**: condições para a ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos. São Paulo, 2008.

MOREIRA, Marco Antônio. **Unidades de ensino potencialmente significativas**. Instituto de Física – UFRGS, 2011.

MOREIRA Marco Antônio. **A teoria da aprendizagem significativa**: Subsídios teóricos para professor pesquisador em Ensino de Ciências. 2 edições revisada. Porto Alegre, 2016.

MOREIRA, Marco Antônio. **Uma análise crítica do ensino de física**. Estud. av. vol.32 no.94 São Paulo set./dez. 2018. Disponível em < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142018000300073&lng=pt&tlng=pt> acesso em 26 fev. 2020.

MUENCHEN, Cristane. A disseminação dos três momentos pedagógicos: um estudo sobre práticas docentes na região de Santa Maria, RS. 2010. 217 f. **Tese** (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010. Disponível em < https://scholar.google.com.br/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=Wk0GoukAAAAJ&citation_for_view=Wk0GoukAAAAJ:4OULZ7Gr8RgC> acesso em 2 abr. 2024.

MUSSI, Ricardo Franklin de Freitas; MUSSI, Leila Maria Prates Teixeira; ASSUNÇÃO, Emerson Tadeu Cotrim; NUNES, Cláudio Pinto. Pesquisa Quantitativa e/ou Qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades. **Revista Sustinere**, 7(2), 414–430. Disponível em < https://www.e-publicacoes.uerj.br/sustinere/article/view/41193> acesso em 3 mar. 2024.

PAIVA, V. L. M. O. Feedback em Ambiente Virtual. In: LEFFA, V. (Org.) **Interação na aprendizagem das línguas**. Pelotas: EDUCAT, 2003.

RAUEN, Fábio José. **Roteiros de investigação científica**. (recurso eletrônico) Disponível em < <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=0QydDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT6&dq=pesquisa+qualitativa+2018&ots=dhRjvOvrgP&sig=k8TAQTPwp9SuiG2iU8iZhZkV7Is#v=onepage&q&f=false> > acesso em 25 de janeiro de 2020 2 ed. Tubarão. 2018.

Ribeiro, Tiago Nery. O ensino de razões trigonométricas no triângulo retângulo a partir de situações aplicadas à Física: Um estudo baseado nas unidades de ensino potencialmente significativas. 2015. **Tese de doutorado**, Universidade Anhanguera de São Paulo.

RICARDO, E. C. Problematização e contextualização no ensino de física. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de física**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. p. 37-52.

SANTOS, Roberto Vitorino dos. **A importância da experimentação no ensino de física**: um estudo de caso no ensino de cinemática. Presidente Prudente, 2020.

SANTOS, Luciano Severo dos. **A escassez de professores habilitados em física na educação básica**. Serra Talhada, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano campus Serra Talhada, curso de Licenciatura em Física. 2022.

SERWAY. Raymond A.; JEWETT, JR. J. John W. **Princípios de Física**. Vol. 3 Eletromagnetismo, São Paulo, 2006.

SILVA, D. T. S. **Educação Ambiental**: Coleta Seletiva e Reciclagem de Resíduos Sólidos na Escola. Cachoeirinha-RS: FASB, 2007.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2018.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

| Submetido em: 04/10/2024

| Aprovado em: 08/03/2025

| Publicado em: 14/04/2025