



A ELETRICIDADE EM UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

ELECTRICITY IN A POTENTIALLY MEANINGFUL TEACHING UNIT

ELECTRICIDAD EN UNA UNIDADE DE ENSEÑANZA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Eugênio Gabriel Custódio Solino

eugeniosolino@gmail.com
<https://orcid.org/0009-0004-0633-2249>
Universidade Estadual de Goiás

Sabina Valente

sabinavalentte@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-2314-3744>
Instituto Politécnico de Portalegre - Portugal

Plauto Simão de Carvalho

plauto.carvalho@ueg.br
<https://orcid.org/0000-0002-5467-5754>
Universidade Estadual de Goiás

Sabrina do Couto de Miranda

sabrina.couto@ueg.br
<https://orcid.org/0000-0002-3861-6674>
Universidade Estadual de Goiás

RESUMO

Este estudo objetivou descrever as etapas de construção e validação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino do tema Eletricidade com foco na aprendizagem significativa dos estudantes. Esta é uma pesquisa de cunho qualitativo e de natureza pura e aplicada. A UEPS foi elaborada para ser aplicada na 3ª Série do Ensino Médio. O estudo contou com a participação de 49 estudantes e foi conduzido ao longo de nove aulas em três turmas de uma escola pública parceira. Para descrição e análise dos dados utilizou-se uma abordagem qualitativa e quantitativa. Com base nos resultados obtidos concluiu-se que o processo de validação da proposta foi essencial para a reflexão pedagógica e inclusão de sugestões de alterações visando tornar a UEPS mais adequada ao contexto formativo dos estudantes. A UEPS proposta abarcou diferentes estratégias para promoção da participação ativa dos estudantes nas aulas. Assim, foi relevante o uso da música, do jogo e de outros elementos lúdicos na UEPS. Também se ressalta que a proposição de um trabalho final "aberto" possibilitou aos estudantes liberdade e autonomia com bons resultados em termos de aprendizagem. Conclui-se que o uso da UEPS no Ensino de Física, aplicada ao Ensino Médio, pode potencializar o desenvolvimento da aprendizagem significativa dos estudantes sobre o tema Eletricidade.

PALAVRAS-CHAVE: Ciências da Natureza; unidade de ensino potencialmente significativa; ensino de Física.

ABSTRACT

The aim of this study was to describe the stages of construction and validation of a Potentially Meaningful Teaching Units (PMTU) for teaching the electricity with a focus on meaningful learning students. This is a qualitative study of a pure and applied nature. The PMTU was designed to be applied in the 3rd grade of secondary school. The study involved 49 students and was conducted over nine lessons in three classes at a partner public school. A qualitative and quantitative approach was used to describe and analyze the data. Based on the results obtained, it was concluded that the process of validating the proposal was essential for pedagogical reflection and the inclusion of suggestions for changes aimed at making the PMTU more appropriate to the students' educational context. The proposed PMTU included different strategies to promote active student participation in class. Thus, the use of music, games and other playful elements in the PMTU was relevant. It should also be noted that the proposal of an "open" final assignment allowed students freedom and autonomy, with good results in terms of learning. The conclusion is that the use of PMTU in physics teaching, applied to secondary education, can enhance the development of meaningful student learning on the subject of electricity.

KEYWORDS: Nature sciences; Potentially Meaningful Teaching Units; physics teaching.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue describir las etapas de construcción y validación de una Unidad de Enseñanza Potencialmente Significativa (UEPS) para la enseñanza de la asignatura de electricidad con un enfoque en el aprendizaje significativo de los estudiantes. Se trata de un estudio cualitativo de carácter puro y aplicado. La UEPS fue diseñada para ser aplicada en el 3º curso de secundaria. En el estudio participaron 49 alumnos y se llevó a cabo a lo largo de nueve

lecciones en tres clases de un colegio público asociado. Se utilizó un enfoque cualitativo y cuantitativo para describir y analizar los datos. A partir de los resultados obtenidos, se concluyó que el proceso de validación de la propuesta fue esencial para la reflexión pedagógica y la inclusión de sugerencias de cambios destinados a hacer el UEPS más adecuado al contexto educativo de los alumnos. La UEPS propuesta incluyó diferentes estrategias para promover la participación activa de los alumnos en clase. Así, el uso de música, juegos y otros elementos lúdicos en el UEPS fue relevante. También hay que destacar que proponer un trabajo final «abierto» dio libertad y autonomía a los estudiantes, con buenos resultados en términos de aprendizaje. La conclusión es que el uso de UEPS en la enseñanza de la física, aplicada a la educación secundaria, puede potenciar el desarrollo de un aprendizaje significativo de los alumnos sobre el tema de la electricidad.

PALABRAS CLAVE: Ciencias de la naturaleza; unidad didáctica potencialmente significativa; enseñanza de la física.

INTRODUÇÃO

Muito tem-se discutido e avançado em termos de pesquisas educacionais buscando-se o aprimoramento dos métodos de ensino para que se alcance os diversos objetivos de aprendizagem propostos. Cientes disto, colocamo-nos no grupo de pesquisadores que objetivam desenvolver ferramentas que aprimorem os métodos educacionais, e como proposto por Freire (2004), favoreçam a assunção dos aprendizes por meio da Educação. Entre tais avanços muito tem-se falado sobre a teoria da aprendizagem significativa, proposta por David Ausubel (2003) e amplamente defendida no Brasil por Marco Antonio Moreira. Uma das ferramentas metodológicas oriundas desta teoria são as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), propostas por Moreira (2009).

Trabalhos diversos utilizando as UEPS foram desenvolvidos e aplicados no ensino de Física, abarcando temas distintos, tais como: magnetismo (Caldas *et al.*, 2019); temperatura e calor (Faccin, 2015); óptica geométrica (Ferreira *et al.*, 2020); Física de partículas (Jesus; Amorim, 2019), lentes esféricas (Leite; Olenka, 2018); mecânica dos fluidos (Paulo, 2013). Os trabalhos desenvolvidos apresentam UEPS bem estruturadas, mas nem todos tomam o devido cuidado ao realizarem as avaliações das ferramentas educacionais visando melhorias. Com base na análise dos trabalhos já desenvolvidos, tendo ciência das potencialidades e limitações das UEPS no processo de ensino-aprendizagem de Física (Moreira, 2011), bem como das condições para a aprendizagem significativa (Moreira, 2012), este trabalho tem como pergunta orientadora "De que forma uma UEPS sobre Eletricidade pode contribuir para a aprendizagem significativa dos estudantes na Educação Básica?".

O termo Eletricidade abrange uma variedade de fenômenos resultantes da presença e do fluxo de cargas elétricas (Reis, 2012). A rápida expansão da tecnologia elétrica, ao longo dos anos, transformou a indústria e a sociedade com aplicações nos setores de transportes, aquecimento, iluminação, comunicações e computação (Reis, 2012). O tema Eletricidade foi selecionado para ser trabalhado em uma UEPS, pois é de destacada importância na sociedade industrial moderna e continuará a ser. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo descrever as etapas de construção de uma UEPS com o tema Eletricidade, bem como, discutir sua validação no contexto do Ensino Médio na Educação Básica. A seguir, apresenta-se os elementos teóricos essenciais que embasaram a construção da UEPS, as etapas de construção e sua validação no contexto real de ensino.

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Na concepção de Ausubel (2003) para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário a aquisição de novos conhecimentos a partir da interação entre os conhecimentos prévios do aprendiz e os novos conhecimentos apresentados por meio do material de aprendizagem potencialmente significativo. Este material deve se relacionar de forma não literal e não arbitrária com um subsunçor relevante presente na estrutura cognitiva do aprendiz. Por consequência, é necessário que os novos conceitos se relacionem com ideias já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, chamadas ideias âncoras, e na efetivação desse processo, nomeados de subsunçores (Moreira, 2012).

Pode-se questionar sobre a possibilidade de determinado aprendiz não apresentar, em sua estrutura cognitiva, os subsunçores necessários para a aprendizagem de certo conteúdo, impossibilitando a ocorrência da aprendizagem significativa. Para contornar tal problema Ausubel (1968) defende a necessidade de inserção de um material introdutório, relevante e claro, chamado de organizador prévio.

Moreira (2009) elucida sobre dois diferentes processos de estruturação metodológica para a aprendizagem significativa. A primeira designada de diferenciação progressiva, parte de ideias mais gerais para se chegar à conceitos detalhados. A segunda, nomeada de reconciliação integrativa, faz o caminho inverso, partindo de conceitos específicos para ideias mais gerais. Por fim, é lícito ponderar que "essencialmente são duas as condições para a aprendizagem significativa: 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender" (Moreira, 2012, p. 8). Sendo assim, a questão que sucede é: como estruturar uma metodologia que implique na aprendizagem significativa?

Como contribuição Moreira (2011) apresentou as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) objetivando desenvolver unidades facilitadoras do processo de ensino-aprendizagem. E como já citado, para a efetivação da aprendizagem significativa faz-se necessário o uso de materiais potencialmente significativos.

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

As UEPS são oriundas da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, bem como de visões contemporâneas da teoria. Entretanto, o próprio autor, Marco Antonio Moreira, cita que ela é uma construção plural, resultante de diversas e distintas contribuições para a aprendizagem. Nas palavras do autor houve contribuições de

teorias da educação de Joseph D. Novak (1977) e de D. B. Gowin (1981), a teoria interacionista social de Lev Vygotsky (1987), a teoria dos campos conceituais de Gérard Vergnaud (1990; Moreira, 2004), a teoria dos modelos mentais de Philip Johnson-Laird (1983) e a teoria da aprendizagem significativa crítica de M. A. Moreira (2005) (Moreira, 2011, p. 2).

As UEPS são elaboradas seguindo um roteiro procedimental com oito passos. De forma sintética os passos são estruturados da seguinte forma (Moreira, 2011): 1) definição do tópico específico; 2) externalização dos conhecimentos prévios dos estudantes; 3) proposição de situações-problemas em nível introdutório (não começar a ensinar), a fim de funcionar como um organizador prévio; 4) apresentação de aspectos gerais do conteúdo, iniciando uma diferenciação progressiva; 5) continuidade da diferenciação progressiva com aquilo que realmente se quer ensinar, em maior nível de complexidade; 6) conclusão da unidade, e finalização da diferenciação progressiva; 7) a avaliação se dará ao longo de toda a unidade, procurando evidências da aprendizagem significativa, e 8) avaliação do desempenho dos alunos, em relação à evidenciação ou não de aprendizagem significativa.

METODOLOGIA

Esta pesquisa é de cunho qualitativo e de natureza pura e aplicada. Inicialmente o projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Estadual de Goiás e após o parecer positivo iniciou-se as ações planejadas. A UEPS foi desenvolvida/validada pelo professor pesquisador (primeiro autor) em uma escola da rede pública do Estado de Goiás, no município de Goianápolis, gerida pela Polícia Militar do Estado. Após a autorização da equipe gestora da escola, todos os estudantes matriculados nas turmas de 3ª Série do Ensino Médio foram convidados a assinar o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), antes de participarem da pesquisa científica,

atestando ciência dos detalhes e procedimentos relacionados. Trabalhou-se com três turmas que somaram 72 estudantes matriculados. Dada a frequência irregular de alguns estudantes, 49 (68,0%) realizaram todas as atividades propostas e, assim, compõem o *corpus* deste estudo. Destes 18 (36,7%) são do sexo masculino e 31 (63,3%) são do sexo feminino.

A UEPS foi desenvolvida para ser trabalhada com estudantes da 3ª Série do Ensino Médio com o tema Eletricidade. Destaca-se que este tema está inserido em duas competências específicas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Ciências da Natureza e suas tecnologias (Brasil, 2018), a saber: Competência Específica 1 "Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e 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 global" (Brasil, 2018, p. 554) compreendendo a habilidade "(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais" (Brasil, 2018, p.555).

E Competência Específica 3 "Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC)" (Brasil, 2018, p.558) compreendendo as habilidades "(EM13CNT308) Investigar e analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais" e "(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população" (Brasil, 2018, p.560).

Para preservar a identidade dos participantes estes são mencionados pela sigla En, onde E é de estudante e n varia de 1 a 49 e representa um número aleatório para registro. Os resultados apresentados são provenientes das observações realizadas em sala de aula e das análises dos conteúdos presentes nas atividades realizadas/devolvidas pelos estudantes propostas na UEPS, incluindo os trabalhos desenvolvidos pelos estudantes, bem como, os registros nos cadernos. Para descrição e análise dos dados utilizou-se uma abordagem qualitativa e quantitativa, com o uso de estatística descritiva, gráficos e quadros.

Foram trabalhadas quatro atividades avaliativas, sendo que uma foi realizada duas vezes (para verificar os conhecimentos prévios dos estudantes e, novamente, para verificar vestígios de aprendizagem significativa):

1) Questionário (inicial e final) – nesta atividade as respostas dos estudantes foram categorizadas em quatro conceitos conforme a circunscrição descrita: A – resposta bem elaborada, demonstrando domínio de termos e conceitos científicos, especificamente da Física; B – Resposta articulada, demonstrando domínio da linguagem, mas sem apresentar termos científicos, especificamente da Física; C – Resposta trivial, associada ao senso comum, sem apresentação de termos e conceitos da Física; D – Em branco ou o estudante respondeu que não sabe;

2) Na apresentação dos trabalhos foram avaliados quatro quesitos: "Como funciona a produção de energia na usina hidrelétrica?"; "Quais são os benefícios relacionados a este modo de produção de energia?"; "Quais são os malefícios relacionados a este modo de produção de energia?"; "Existem opções mais práticas e ecologicamente sustentáveis para a produção de energia elétrica? Se sim, quais seriam?". Assim, a análise se deu utilizando classes de conceitos semelhantes ao que foi realizado nos questionários, variando de A até C: A – apresentação bem elaborada, demonstrando domínio de termos e conceitos científicos, especificamente da Física; B – apresentação articulada, demonstrando domínio da linguagem, mas sem apresentar termos científicos, especificamente da Física, e C – apresentação trivial, associada ao senso comum, sem apresentação de termos e conceitos da Física;

3) Na análise do trabalho final buscou-se identificar vestígios de aprendizagem significativa sobre os conceitos trabalhados na UEPS. Foram elencadas quatro categorias de avaliação: *Criatividade; Aplicabilidade no cotidiano; Potencialidade de resolução de problemas; e Aplicação de Conceitos físicos*. Para cada uma das categorias discriminadas atribuiu-se uma das classes de conceitos, onde a classe A indica que o trabalho contempla todas as categorias; B contempla as categorias de modo razoável e a classe C foi dada ao trabalho que não contemplou nenhuma das categorias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentação da UEPS

Tema: Eletricidade. Público-Alvo: Estudantes da 3ª Série do Ensino Médio. Objetivos da UEPS: 1) Descrever os modos de produção de energia elétrica, com foco em hidrelétricas, e avaliar eficiências, riscos e custos e benefícios; 2) Compreender o funcionamento de diferentes equipamentos elétricos e eletrônicos, partindo dos fundamentos da eletrodinâmica, e 3) Descrever a estrutura da rede elétrica local, bem como investigar e analisar possíveis alterações a serem executadas, que visem melhorar a qualidade de vida local. A UEPS é composta por nove aulas (Quadro 1), que seguem os passos recomendados por Moreira (2011), nas quais foram propostas diversas metodologias e ferramentas de aprendizagem.

Quadro 1: Resumo das aulas propostas na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) sobre o tema Eletricidade

AULA	OBJETIVO	ATIVIDADES
1	Levantamento dos Conhecimentos prévios dos alunos.	Apresentação da música eletricidade da banda Capital Inicial. Aplicação de questionário.
2	Diferenciação conceitual progressiva ampliando as relações entre conceitos da estrutura cognitiva do aprendiz	Projeção do vídeo "De onde vem a energia?"
3	Diferenciação conceitual progressiva ampliando as relações entre conceitos da estrutura cognitiva do aprendiz	Pesquisa em grupo visando a elaboração de uma apresentação para responder a questões específicas.
4	Diferenciação conceitual progressiva ampliando as relações entre conceitos da estrutura cognitiva do aprendiz	Apresentação dos grupos.
5	Diferenciação conceitual progressiva ampliando as relações entre conceitos da estrutura cognitiva do aprendiz	Produção de um mapa conceitual coletivo, com o auxílio dos estudantes
6	Diferenciação conceitual progressiva ampliando as relações entre conceitos da estrutura cognitiva do aprendiz	Exposição oral com uso de <i>slides</i> e <i>softwares</i> de simulação computacional.

7	Verificação de vestígios da aprendizagem significativa.	Avaliação somativa retomando as questões utilizadas no levantamento dos conhecimentos prévios.
8 e 9	Avaliação se os estudantes conseguiram atingir os objetivos de aprendizagem propostos inicialmente na UEPS	Rememoração dos objetos de conhecimentos trabalhados na UEPS. Elaboração do trabalho final sobre os conceitos trabalhados na UEPS. Socialização dos trabalhos finais da UEPS.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Na primeira aula (Quadro 1), após a apresentação da letra e da música "eletricidade" da banda Capital Inicial¹, ocorreu o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes por meio da aplicação de questionário individual (questionário inicial), contendo as seguintes perguntas: 1) Como a energia elétrica que chega até sua casa é "produzida"?; 2) Você sabe como funciona um equipamento elétrico básico (ex: lâmpada incandescente, lâmpada LED, ferro de passar, chuveiro elétrico, ventilador)? Se sim, descreva seu funcionamento, e 3) Como a energia elétrica chega na sua residência (transmissão)?

No segundo encontro, composto por duas aulas, foi projetado o vídeo "De onde vem a energia elétrica?"². Feito isto os estudantes foram organizados em grupos, com aproximadamente cinco componentes, e realizaram uma pesquisa bibliográfica às bases de dados da *internet*, utilizando *notebooks*. A pesquisa teve o objetivo de elencar elementos explicativos sobre o modo de produção da principal matriz energética do Brasil. Os estudantes pesquisaram sobre a produção de energia em usina hidrelétrica tomando as questões abaixo como orientadoras do processo e elaboraram apresentações para o restante da turma. Perguntas orientadoras sugeridas: 1) Como funciona a produção de energia na usina hidrelétrica?; 2) Quais são os benefícios relacionados a este modo de produção de energia?; 3) Quais são os malefícios relacionados a este modo de produção de energia?, e 4) Existem opções mais práticas e ecologicamente sustentáveis para a produção de energia elétrica? Se sim, quais seriam? Na aula subsequente o professor mediou o processo de ensino-aprendizagem propiciando aos estudantes visualizarem semelhanças e diferenças entre as produções realizadas. Com isto, foi elaborado um mapa conceitual coletivo que favoreceu a construção de conceitos relacionados à produção de energia elétrica. Buscou-se com esta ação associar a produção de energia elétrica a um gerador.

Na quarta aula foi realizada uma apresentação com o uso de projetor multimídia. Foram apresentados *slides* elaborados pelo professor e exposição do *software* de simulação Phet (*Interactive Simulations*), na matéria Física, no tópico "Trabalho, Energia e Potência" simulação intitulada Formas de energia e Transformações³. A exposição objetivou delinear os elementos básicos e constituintes da eletrodinâmica, bem como, os componentes de circuitos, o transporte de energia elétrica e a rede de distribuição, com foco no Brasil.

Na quinta aula foi feita uma discussão (aula expositiva dialogada) com base no documentário produzido pela *British Broadcasting Corporation* (BBC) que trata dos avanços científicos e das descobertas associadas ao processo histórico da eletricidade. O documentário chamado A história da eletricidade⁴ tem três episódios, cada um com duração aproximada de uma hora. Foi solicitado que os estudantes assistissem ao documentário previamente em casa. É importante destacar que nesta aula ressaltou-se a importância da ciência como uma construção humana, com crescimento não linear, ou cumulativo. Reafirmou-se a relevância do método científico no processo histórico de construção do conhecimento discriminando as etapas de observação, questionamentos,

¹ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=qqdQWYudo6w>

² Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8ti6FtlvMoc>

³ Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/energy-forms-and-changes

⁴ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=rAqUvE97iCU&list=PLCJIbA2RbxgsZ3Gp0kO_bH5RtrD9wXgxf

levantamento de hipóteses, experimentação, argumentação e debates no coletivo. À ocasião realizou-se um delineamento histórico do desenvolvimento dos conceitos científicos associados a eletricidade.

No sexto encontro, com base nos elementos constituintes do processo de produção e distribuição elétrica, foi apresentado aos estudantes o aplicativo SuperEficiente que é um jogo didático-pedagógico produzido com o objetivo de ser uma ferramenta educacional direcionada ao ensino de eletricidade. O jogo aborda questões como sustentabilidade, consumo consciente, fontes renováveis, produção e consumo de energia em diferentes equipamentos. O jogo está disponível para *download* gratuito na loja de aplicativos dos sistemas Android e IOS. O professor realizou uma demonstração do funcionamento do jogo expondo em sala de aula o progresso ao longo de uma fase. Após isto, foi feita uma discussão com base no jogo sobre o funcionamento de diversos equipamentos eletrônicos, diferenciando-os com base nos seus consumos e rendimentos. Os estudantes foram estimulados a jogar explorando melhor o aplicativo.

No sétimo encontro ocorreu a avaliação formativa, retomando às questões utilizadas no levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes (questionário inicial) doravante tratado como questionário final. Com esta forma de avaliação os alunos tiveram a oportunidade de refazer e reanalisar suas respostas. Por fim, no último encontro, foram lembrados todos os encontros e passos percorridos durante a condução da UEPS. Como atividade final, a ser entregue na próxima aula, foi sugerido que os estudantes, em grupos, sistematizassem o conhecimento construído por meio das seguintes opções: desenho, mapa conceitual, história em quadrinhos, experimentos demonstrativos e/ou vídeo no *TikTok*.

Validação da UEPS

Os estudantes interagiram bem com a música proposta, tecendo discussões calorosas e associando a letra da música aos fenômenos da eletrostática – que eles já tinham estudado no currículo. Os estudantes também elaboraram associações diretas entre elementos poéticos e figurativos, relatando que a letra da música apresenta o termo “eletricidade” não para tratar de fenômenos entre as cargas, mas sim para descrever as relações afetivas entre corpos humanos. A utilização da música foi um elemento que favoreceu o processo de aprendizagem significativa, com associação do ensino de Física (conceitos e ideias) com as inteligências linguística, musical e interpessoal, conforme Howard Gardner (1995). Contudo, é importante selecionar adequadamente a música que será discutida no contexto didático-pedagógico.

Importa mencionar que muitos estudantes fizeram mal uso do tempo disponibilizado para a realização de pesquisas em grupos, com o uso de *notebooks* conectados à *internet*. Muitos estudantes acabaram acessando outros conteúdos, fora do contexto proposto. Poucos utilizaram, efetivamente, o tempo disponibilizado pelo professor para realizarem a atividade proposta. A respeito disto podemos tecer especulações de que na possibilidade de existência de outra pessoa auxiliando o professor na assistência aos grupos, o tempo poderia ser mais útil para se alcançar o objetivo proposto. Ou ainda utilizar-se de bloqueio para acessos a determinadas páginas da *internet*.

Os estudantes conseguiram elaborar os mapas conceituais de forma autônoma com pouca interferência do professor. Verificou-se que cada turma apresentou uma descrição distinta, porém com elementos conceituais bem definidos, de acordo com os estudos realizados. Na elaboração dos mapas conceituais coletivos, a turma A (Figura 1) caracterizou as diferentes formas de produção de energia, associando os princípios básicos de transformação de energia em termos ambientais. Não foi feita comparação entre a eficiência ou dano ecológico das diferentes formas de produção de energia, apenas relações superficiais. O destaque ao mapa produzido é a nitidez da transformação da energia cinética em energia elétrica por meio de um gerador.

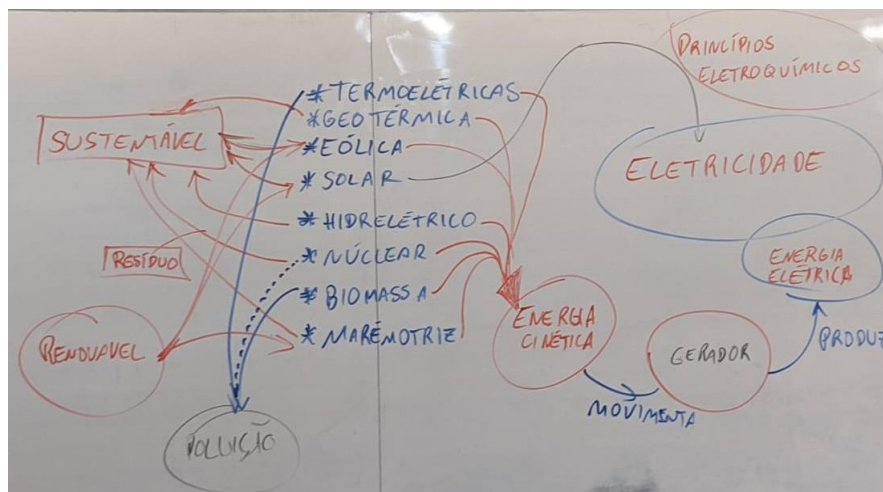


Figura 1: Mapa conceitual coletivo sobre produção de energia elaborado por estudantes da 3ª Série do Ensino Médio de uma Escola pública de Goiás (Turma A)
Fonte: Os autores.

A turma B (Figura 2) restringiu-se aos resultados obtidos nas apresentações dos trabalhos sobre usinas hidrelétricas, apenas citando outras opções e dando destaque para a energia elétrica oriunda do sol. A associação da forma de produção de energia elétrica com o movimento de uma turbina acoplada a um gerador ficou confusa. E os estudantes não chegaram a citar e a caracterizar a energia cinética. É possível observar confusão entre o efeito fotoelétrico e o efeito fotovoltaico, este último responsável pela produção de eletricidade na energia oriunda do sol.

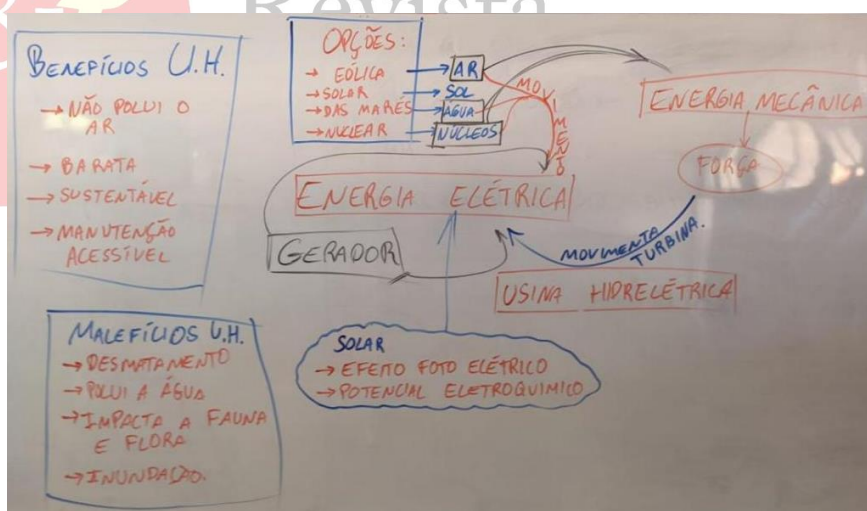


Figura 2: Mapa conceitual coletivo sobre produção de energia elaborado por estudantes da 3ª Série do Ensino Médio de uma Escola pública de Goiás (Turma B)
Fonte: Os autores.

A turma C (Figura 3) explicitou o movimento de uma turbina acoplada a um gerador produzindo a eletricidade. Citaram também outras fontes de energia, bem como, os benefícios e os malefícios (consequências) da produção de energia elétrica – elementos solicitados no trabalho proposto.

A tentativa de promoção de discussão, com base na utilização do documentário não foi pertinente, uma vez que os estudantes não se prepararam de antemão para a discussão e apenas

os estudantes de uma turma assistiram ao documentário com antecedência, fato constatado pela participação nas discussões. Isto resultou em uma mera exposição e monólogo do docente. A tentativa de se projetar trechos (3 a 5 minutos) do documentário em sala de aula visando fomentar a discussão também não foi produtiva, pois boa parte dos estudantes se debruçaram sobre a carteira, apresentando apatia e sonolência. Portanto, é sugerido que esta atividade seja alterada em uma futura aplicação da UEPS.

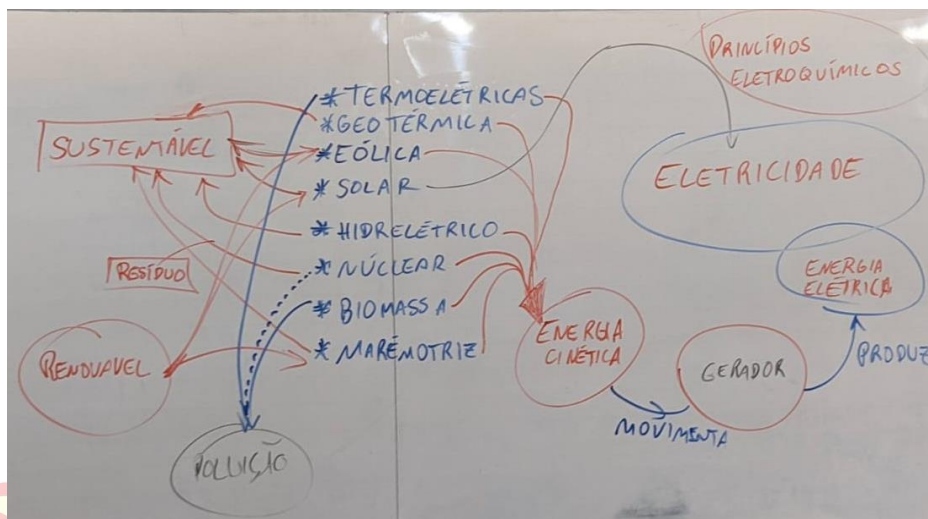


Figura 3: Mapa conceitual coletivo sobre produção de energia elaborado por estudantes da 3ª Série do Ensino Médio de uma Escola pública de Goiás (Turma C)

Fonte: Os autores.

Sobre a intervenção utilizando o jogo ficou nítida a participação dos estudantes, mas o método utilizado deve ser repensado. O professor projetou o jogo, explicou seu funcionamento seguindo o tutorial do próprio jogo, mas quando solicitadas contribuições por parte dos estudantes em como solucionar os problemas a serem superados, houve pouca participação. Os estudantes sugeriam intervenções na base da tentativa e erro. Um encontro apenas não foi suficiente para atestar que a maioria dos estudantes tenha compreendido o tema proposto. Como consequência, as habilidades desenvolvidas pelo jogo, que relacionam de modo direto questões práticas do consumo e produção de energia, não foram validadas. Por fim, é sugerido mais tempo de contato dos estudantes com a ferramenta para que eles investiguem e interajam com autonomia. Sendo assim, isto pode ser corrigido inserindo mais uma aula para esta abordagem.

Ao se retomar ao questionário, inicialmente trabalhado para levantamento dos conhecimentos prévios, muitos estudantes estranharam a atividade e afirmaram que estariam realizando novamente tal atividade por conta de o professor ter perdido as atividades já feitas. Comentário que surgiu em duas turmas, contudo o professor justificou que se tratava de uma ferramenta de verificação de vestígios de aprendizagem significativa. Tal fato destaca que os estudantes "estranham" atividades que divergem das formas tradicionais de avaliação, assim faz-se necessário trabalhar mais com abordagens avaliativas diferenciadas em sala de aula.

Ao ser proposto o trabalho final, de acordo com o calendário escolar, os estudantes já estavam entrando em período de verificação de aprendizagem bimestral, e alguns grupos solicitaram um tempo maior para a elaboração do trabalho. Interessante observar que os grupos que solicitaram maior tempo realmente desenvolveram trabalhos mais elaborados. Tal aspecto deve ser revisto na UEPS, como sugestão de melhoria.

Análise dos Questionários

A análise do progresso individual dos estudantes, com base nos dois questionários (inicial e final) trabalhados, mostrou que no segundo questionário nenhum estudante regrediu com relação ao conceito recebido. Todavia, ocorreram casos em que os estudantes mantiveram as classes de conceitos em uma mesma pergunta, por exemplo: obtiveram B na primeira pergunta do questionário inicial, e novamente B na primeira pergunta do questionário final. Tal aspecto ressalta a necessidade de se trabalhar atividades de diferenciação progressiva da aprendizagem com estes estudantes.

Em relação à primeira pergunta do questionário (Como a energia elétrica que chega até sua casa é "produzida"?) atribuiu-se conceito A aos estudantes que citaram termos científicos e conceitos básicos de Física nas respostas. Segue exemplos: E12: "É produzida por usinas hidrelétricas – usando a força gravitacional da água – e distribuída por uma empresa de energia"; E13: "É produzida por meio das usinas hidrelétricas: a água dos reservatórios descem por uma tubulação girando as turbinas, essas então ligadas aos alternadores que transformam energia mecânica/cinética em eletricidade". Segue exemplos de respostas dos estudantes para as quais atribuiu-se conceito B: E48: "existem várias formas na qual a energia é produzida, entre elas está a energia solar (através dos painéis solares), também podemos citar a energia eólica, energia hídrica e muitas outras"; E23: "nas usinas a água movimentada as turbinas, transformando o movimento em energia elétrica". Note que os estudantes apresentam o conceito de energia, mas não conseguem descrever como esta energia é convertida. Por fim, são exemplos de respostas para as quais atribuiu-se conceito C: E5: "é produzida nas usinas hidrelétricas"; E31: "através da água e através das usinas". Os dados das categorias de respostas obtidas na primeira pergunta podem ser observados no gráfico abaixo (Figura 4).

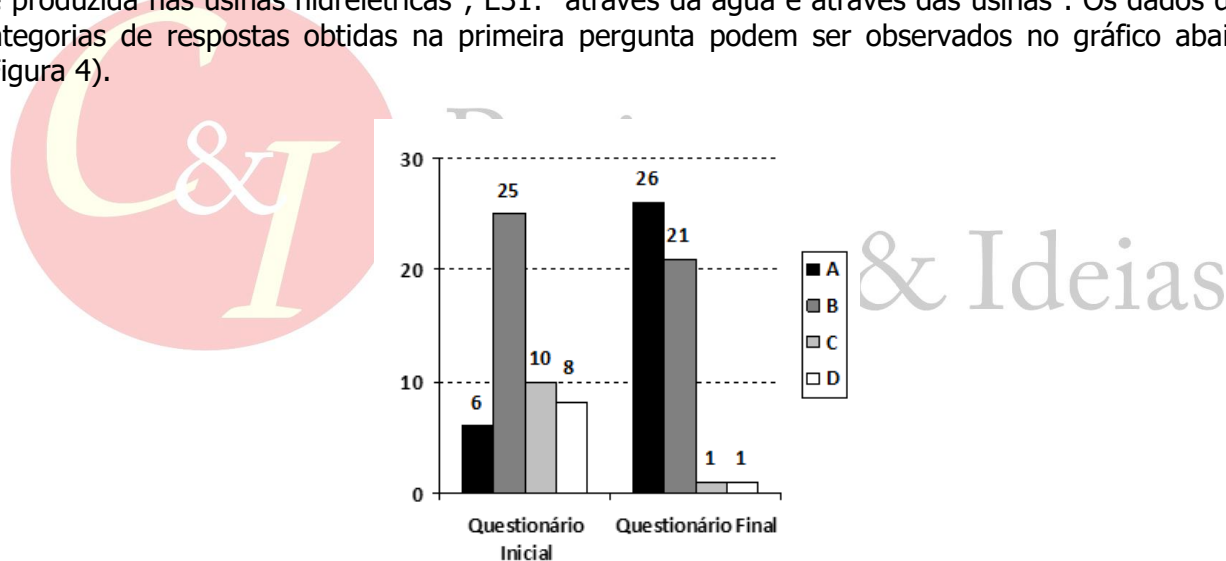


Figura 4: Classes de conceitos atribuídas às respostas, da primeira pergunta, elaboradas pelos estudantes com base nos questionários aplicados em uma UEPS sobre Eletricidade voltada à 3ª Série do Ensino Médio
Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação à primeira pergunta, referente ao primeiro objetivo da UEPS, 30 estudantes (62,2%) melhoraram seus conceitos. Ao final da unidade, 26 estudantes (53,0%) alcançaram conceito A, ou seja, 53% dos estudantes conseguiram descrever os modos de produção de energia elétrica, com foco em hidrelétricas. Estes estudantes incluíram em suas respostas conceitos e termos científicos, especificamente da Física. Se considerarmos os estudantes que descreveram com domínio da linguagem como a energia elétrica é "produzida", mas não apresentaram pleno domínio conceitual dos termos científicos envolvidos no processo, poderemos incluir os estudantes da classe B, totalizando 47 estudantes (95,9%). Consideramos que o primeiro objetivo proposto pela UEPS foi alcançado (Descrever os modos de produção de energia elétrica, com foco em hidrelétricas, e avaliar eficiências, riscos e custos e benefícios). Por fim, quando considerado o objetivo de aprendizagem

sobre a compreensão da produção de energia, uma forma de avaliar a eficácia da UEPS é aferir que a quantidade de estudantes que receberam conceitos C e D diminuiu, consideravelmente, passando de 18 estudantes (36,7%) para apenas 2 estudantes (4,1%). Retomamos que a classe de conceito C foi destinada aos estudantes que apresentaram respostas triviais, do senso comum, e na classe D os estudantes que deixaram em branco ou responderam que não sabiam a resposta.

Com relação à segunda pergunta (Você sabe como funciona um equipamento elétrico simples? (Ex.: lâmpada incandescente, lâmpada led, chuveiro, ferro de passar, ventilador). Se sim, descreva seu funcionamento), atribuiu-se conceito A para as seguintes respostas: E2: "Acredito que sim, a lâmpada por exemplo, na cápsula fechada, na parte de baixo dela fia pininhos ligados à parte interna do vidro que dentro também tem um fio de cobre tipo fios elétricos, e essa parte conectada a parte própria da lâmpada, transmite eletricidade energia para dentro do vidro de cobre e essa transmissão acende a lâmpada"; E19: "Sim, o chuveiro elétrico, o ferro de passar e todos os equipamentos que transformam energia elétrica em térmica. Esses equipamentos funcionam com o efeito joule, onde a energia elétrica passa pela resistência "esquentando", gerando assim energia térmica". São exemplos de respostas para as quais atribuiu-se o conceito B: E17: "a lâmpada é ligada a fios de energia, conectados a um soquete, encaixando a lâmpada, assim a acendendo"; E49: "Sim, o chuveiro funciona por meio da resistência elétrica". Segue exemplos de respostas que receberam conceito C: E10: "todos funcionam com um mecanismo de energia, a energia é enviada até eles para realizarem suas funções"; E36: "por meio da ligação de fios que produzem energia". Os dados das categorias de respostas obtidas na segunda pergunta do questionário podem ser observados no gráfico abaixo (Figura 5).

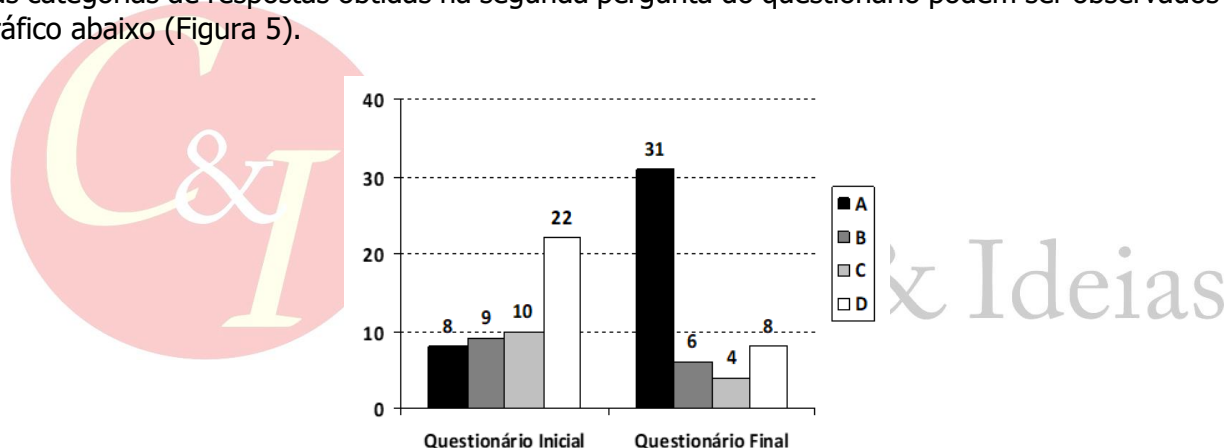


Figura 5: Classes atribuídas às respostas, da segunda pergunta, elaboradas pelos estudantes com base nos questionários aplicados em uma UEPS sobre Eletricidade voltada à 3ª Série do Ensino Médio

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação à segunda pergunta, referente ao segundo objetivo, 28 estudantes (57,1%) melhoraram seus conceitos, ao final da unidade 33 estudantes (67,3%) receberam conceito A, ou seja, 67,3% dos estudantes compreenderam o funcionamento de diferentes equipamentos elétricos e eletrônicos, partindo dos fundamentos da eletrodinâmica, utilizando do efeito Joule. Retomamos que estes estudantes incluíram em suas respostas conceitos científicos, especificamente da Física. A quantidade de estudantes que apresentaram os conceitos C e D diminuiu, consideravelmente, passando de 32 estudantes (65,3%) para 12 estudantes (24,5%). Com base nos resultados evidenciados, consideramos que o segundo objetivo da UEPS foi alcançado (Compreender o funcionamento de diferentes equipamentos elétricos e eletrônicos, partindo dos fundamentos da eletrodinâmica).

Por fim, como resposta à terceira pergunta (Como a energia elétrica chega na sua residência (transmissão)?), são exemplos de respostas que receberam a classe de conceito A: E43: "é por meio de cabos metálicos encapados que passam pelo registro e depois por postes"; E41: "ela chega por

meio da corrente elétrica que vem dentro dos fios de energia". Note que a resposta fornecida pelo estudante E43 foi posta na classe A, pois o estudante demonstrou discernimento entre materiais condutores e isolantes. Já exemplos de respostas com conceitos B: E9: "por meio de fiação elétrica e em cabos de energia que passam por postes e chegam até as casas"; E47: "através dos fios dos postes que conduz a energia elétrica até as casas". Segue exemplos de respostas para as quais atribuiu-se a classe C: E29: "ela chega através da ENEL que gera energia para todas as residências"; E25: "através dos fios". Os dados das categorias de respostas, obtidas na terceira pergunta da UEPS, podem ser observados no gráfico abaixo (Figura 6).

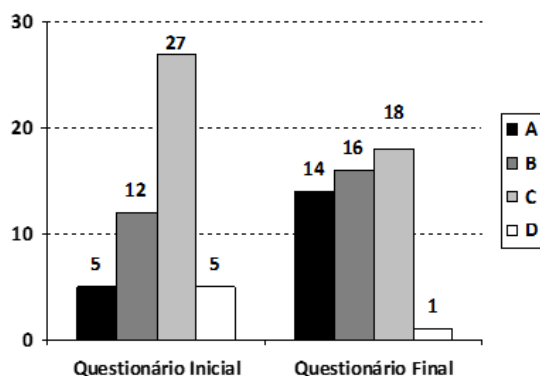


Figura 6: Classes atribuídas às respostas, da terceira pergunta, elaboradas pelos estudantes com base nos questionários aplicados em uma UEPS sobre Eletricidade voltada à 3ª Série do Ensino Médio
Fonte: Elaborado pelos autores.

Na terceira pergunta dos questionários, referente ao terceiro objetivo proposto, 19 estudantes (38,8%) evoluíram a classe das respostas, tendo ao fim 14 estudantes (28,6%) com respostas categorizadas no conceito A. Sendo assim, 28,6% dos estudantes conseguiram descrever a estrutura da rede elétrica local, especificamente o processo de transmissão da energia elétrica. Aqui fica evidente, quando comparado às perguntas atreladas aos outros objetivos, que o terceiro objetivo proposto não foi tão contemplado como os demais. Apresentamos como sugestão de adaptação um aprofundamento na temática que pode ser feito com uma saída de campo, em que os estudantes possam ser apresentados à rede elétrica da escola e o professor explicar mais sobre o tema. Quando consideradas as respostas dos estudantes enquadrados nas classes C e D, notamos uma diminuição, de 32 estudantes (65,3%) para 19 estudantes (38,8%). Comparados aos resultados obtidos nas demais perguntas, fica evidente que este objetivo precisa ser retomado e novamente trabalhado com os estudantes. Quanto a isso, fica a sugestão de mais investigações sobre o tema no decorrer da UEPS, sendo possibilitada até por uma aula de campo, em que os estudantes possam analisar o processo e a estrutura de distribuição da energia elétrica.

Trabalho Sobre Usina Hidrelétrica

Após as pesquisas realizadas pelos estudantes em sala de aula, conforme atividade prevista na UEPS, os trabalhos elaborados foram apresentados na forma de cartazes. Os estudantes foram organizados em grupos (G)⁵. A divisão dos grupos foi feita pelos próprios estudantes. Foram eliminados das análises dos resultados os estudantes que faltaram a alguma atividade, sendo assim pode-se notar grupos com apenas uma pessoa. Os dados das classes de respostas obtidas na apresentação podem ser observados no gráfico abaixo (Figura 7).

⁵ Os grupos foram organizados da seguinte forma: G1 (E6, E8, E12, E15, E16, E19); G2 (E2, E4, E7, E9, E10); G3 (E1, E5, E11, E18); G4 (E3, E13, E14, E17); G5 (E22, E28, E31, E32, E33); G6 (E23, E26, E30, E36, E37); G7 (E20, E25, E29, E34, E38); G8 (E21, E24, E27, E35); G9 (E40); G10 (E39, E48, E49); G11(E42, E43, E46, E47); G12 (E41, E44, E45).

Mesmo sendo uma atividade em que os estudantes tinham a possibilidade de utilizar pesquisas diversas, além do tempo longo fornecido, apenas dois grupos obtiveram conceito A nos quatro itens avaliados (Apresentação bem elaborada demonstrando domínio de termos e conceitos científicos, especificamente da Física) sendo eles G4 e G11. Considerando que foram feitas 48 avaliações, sendo quatro itens para cada um dos 12 grupos, 27 avaliações (56,2%) obtiveram conceito A e 18 avaliações obtiveram B (37,5%). Apenas três avaliações (6,3%) – o item 4 do G5, e os itens 2 e 3 do G12 – obtiveram conceito C.

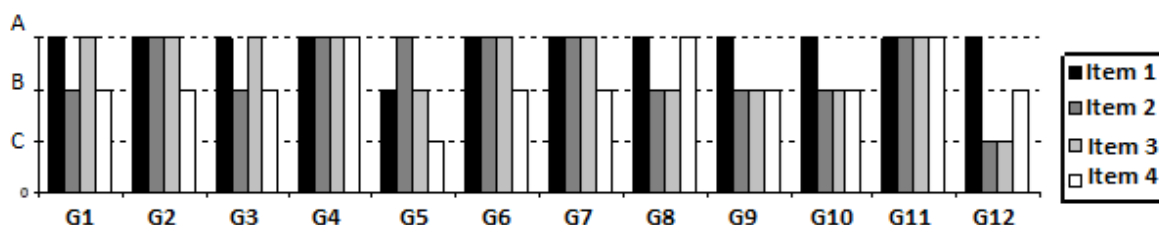


Figura 7: Classes de conceitos atribuídas aos grupos com base nas respostas elaboradas pelos estudantes aos itens considerados (questões orientadoras de 1 a 4) durante a apresentação do trabalho na UEPS sobre Eletricidade voltada à 3ª Série do Ensino Médio

Fonte: Elaborado pelos autores.

É possível observar que no item 1, referente à produção de energia em uma usina hidrelétrica, apenas um grupo (G5) não obteve conceito A. Também é possível verificar que no item 4 – referente a outros meios de produção de energia – os estudantes obtiveram menor resultado no geral. Estes dados são importantes, pois mostram ao docente fragilidades na aprendizagem de temas pelos estudantes, tais assuntos precisam ser retomados e novamente trabalhados.

Trabalho Final

Com relação ao trabalho final, 17 estudantes elaboraram mapas conceituais de forma individual; um grupo com sete estudantes apresentou uma maquete representando uma usina hidrelétrica, e novamente descreveram seu funcionamento (Figura 8e); um grupo com cinco estudantes elaborou um vídeo; três grupos apresentaram maquetes de usinas eólicas (Figura 8c), destes um grupo com quatro estudantes representou motores que giravam as pás quando ligado na tomada (Figura 8d), um outro grupo com três estudantes realizou uma maquete estática (Figura 8b), e o último grupo representou uma usina eólica, uma casa na qual inseriram uma lâmpada LED e ainda elaboraram um experimento de eletroquímica, demonstrando que a água da torneira não conduz corrente, mas ao adicionar sal de cozinha ela vira condutora (Figura 8b). Composto por cinco membros, um grupo construiu uma bobina de Tesla e realizou o experimento demonstrativo com a bobina (Figura 8a); três estudantes fizeram desenhos; e dois estudantes apresentaram um resumo, individual. Na figura 8 é possível visualizar imagens das maquetes e experimentos realizados pelos estudantes.

Na avaliação dos trabalhos buscou-se identificar vestígios de aprendizagem significativa sobre os conceitos trabalhados na UEPS. Os trabalhos elaborados abarcaram diversas formas de expressão. Além do rigor conceitual da Física, também foi valorizado o caráter estético e criativo, bem como as possíveis relações que os estudantes traçaram com seu cotidiano. Conforme mencionado, os trabalhos foram analisados com base em: Criatividade; Aplicabilidade no cotidiano; Potencialidade de resolução de problemas; e Aplicação de Conceitos físicos. Para cada categoria atribuiu-se um conceito. As classes de conceitos atribuídas aos trabalhos finais estão disponíveis no Quadro 2.

De acordo com David Ausubel (2003), nem sempre é fácil demonstrar a ocorrência da aprendizagem significativa, pois trata-se de um processo complexo e contínuo. Todavia, o autor

também pondera sobre a resolução de problemas ser um método para verificar se os aprendizes aprenderam significativamente determinado conteúdo. Sendo assim, acredita-se que há vestígios de aprendizagem significativa por parte dos estudantes que apresentaram altos conceitos na categoria "Potencialidade de resolução de problemas" no trabalho final. Portanto, 21 estudantes (42,8% do total) alcançaram tal aspecto. Abarcamos nesta categoria os grupos de estudantes que desenvolveram os circuitos elétricos simples e descreveram de modo rigoroso os conceitos físicos, associando estes a questões práticas do cotidiano.



Figura 8: Maquetes e experimentos produzidos pelos estudantes na etapa "trabalho final" da UEPS, onde (a) é a bobina de Tesla, (b) é a usina eólica com o experimento de eletroquímica, (c) é uma usina eólica, (d) é a usina eólica com motores acoplados e (e) é a usina hidrelétrica

Fonte: Elaborado pelos autores.

Uma avaliação dos trabalhos deve estar associada à apresentação elaborada por eles, uma vez que isto permitiria obter vestígios da aprendizagem significativa. A abertura para que os estudantes produzissem trabalhos diferenciados proporcionou aos mesmos explorarem com profundidade elementos criativos, expressando autonomia e liberdade.

Quadro 2: Conceitos atribuídos ao trabalho final elaborado pelos estudantes/grupos na UEPS sobre Eletricidade voltada à 3ª Série do Ensino Médio

Estudante(s)	Trabalho feito	Criatividade	Aplicabilidade no cotidiano	Potencialidade de resolução de problemas	Conceitos físicos
G1: E6, E8, E12, E13, E15, E16, e E19	Maquete Usina hidrelétrica	A	A	C	A
G2: E22, E28, E31, E32 e E33	Vídeo	A	B	B	B
G3: E21, E24, E27, e E35	Maquete usina eólica	A	A	A	A
G4: E5, E11, E18	Maquete usina eólica	A	C	C	C

G5: E3, E14, E17	Maquete usina eólica e experimento de eletroquímica	A	A	A	A
G6: E2, E4, E7, E9, E10	Bobina de tesla	A	A	A	A
E34	Desenho	A	B	B	C
E39	Desenho	A	B	C	B
E41	Desenho	A	B	C	C
E1	Mapa Conceitual	B	A	A	A
E20	Mapa Conceitual	B	B	A	A
E23	Mapa Conceitual	A	A	A	A
E25	Mapa Conceitual	B	C	B	B
E26	Mapa Conceitual	B	B	B	A
E29	Mapa Conceitual	B	B	B	A
E30	Mapa Conceitual	A	A	A	A
E36	Mapa Conceitual	A	A	A	A
E37	Mapa Conceitual	B	A	A	B
E38	Mapa Conceitual	A	A	A	A
E40	Mapa Conceitual	C	C	B	A
E42	Mapa Conceitual	B	C	B	A
E43	Mapa Conceitual	B	C	B	A
E46	Mapa Conceitual	B	C	A	A
E47	Mapa Conceitual	C	B	B	A
E48	Mapa Conceitual	C	A	B	A
E49	Mapa Conceitual	C	B	B	A
E44	Resumo	C	A	B	A
E45	Resumo	C	C	A	B

Fonte: Elaborado pelos autores.

Implicações Pedagógicas da Pesquisa

A UEPS proposta considera os elementos essenciais e estratégias facilitadores da aprendizagem significativa crítica (Moreira, 2010). Inicialmente é realizado o levantamento dos conhecimentos prévios (Aula 1) buscando integrá-los ao processo de ensino-aprendizagem (Moreira, 2010). São elencadas atividades para a promoção da interação social e do questionamento (Aula 2),

neste sentido "Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas" (Moreira, 2010, p. 9). Ao longo da sequência são relacionadas várias atividades buscando diversificação dos materiais instrucionais, a participação ativa dos alunos e a "não centralidade do livro de texto" (Moreira, 2010, p. 10). Assim, propõe-se o uso de música (Aula 1), vídeo (Aula 2), documentário (Aula 5), jogo (Aula 6), simulações (Aula 4), trabalhos diversificados (Aula 8), bem como, aula expositiva (Aula 4).

A UEPS traz momentos para que os alunos possam externalizar os entendimentos que estão sendo construídos ao longo do processo (Aula 3 e 9), de tal modo que a consciência semântica é preconizada para "tomar consciência de que o significado está nas pessoas, não nas palavras" (Moreira, 2010, p.12). A forma avaliativa proposta (Aula 7, 8 e 9) busca oportunizar momentos para que os alunos possam refletir e reconsiderar uma proposição anteriormente especificada. Nesta abordagem o professor pode utilizar o "erro" como forma de identificar obstáculos epistemológicos com foco na desconstrução para reconstrução em uma perspectiva de aprendizagem significativa. Ao longo da UEPS trabalha-se com os alunos o "princípio da incerteza do conhecimento" (Moreira, 2010, p. 16) e que a ciência é um constructo humano e social, com suas normas, ritos e formas próprias de construção e validação pela comunidade científica. Além disso, definições, perguntas e as metáforas que utilizamos dizem sobre nossa visão de mundo e estão intimamente atreladas à linguagem. Com base no exposto, ressaltamos que a UEPS proposta contempla os princípios essenciais conforme o referencial teórico.

Como limitações do presente estudo destaca-se: (i) que o terceiro objetivo da UEPS "Descrever a estrutura da rede elétrica local" não foi plenamente alcançado, indicando que atividades adicionais ou abordagens mais práticas podem ser integradas. Tal resultado foi proveniente da validação da UEPS que promoveu sua avaliação em termos didático-pedagógicos. Assim, sugere-se aprofundar a temática através de uma saída de campo em que os estudantes possam ser apresentados à rede elétrica da escola e o professor explicar mais sobre o tema; (ii) Atividades como a discussão baseada no documentário mostraram baixo engajamento por parte dos estudantes. Isso sugere a necessidade de reformulação da estratégia em estudos futuros. Por exemplo: a atividade pode ser desenvolvida em casa e os estudantes podem ser instigados a produzir resumos/reflexões sobre os vídeos. Já em sala de aula o professor pode propor uma discussão orientada com os estudantes; (iii) O tempo dedicado ao uso do jogo educacional foi considerado insuficiente para trabalhar as habilidades propostas. Assim, é sugerido mais tempo ou aulas adicionais que poderiam melhorar os resultados, e (iv) Durante as pesquisas em grupo utilizando a *internet* os estudantes desviaram-se do foco proposto, destacando uma possível limitação e cuidado no controle das ferramentas tecnológicas.

Com base nos resultados encontrados na presente pesquisa é recomendado para estudos futuros: i) Investigação do impacto de UEPS em outros tópicos da Física, como termodinâmica ou ondas, para avaliar sua aplicabilidade em diferentes áreas do conhecimento; ii) Desenvolvimento de estudos comparativos. Por exemplo, comparar a eficácia das UEPS com outros métodos de ensino tradicionais identificando vantagens e limitações relativas; iii) Desenvolvimento de abordagem longitudinal, com estudos de longo prazo para acompanhar o impacto na aprendizagem significativa dos estudantes com foco na retenção de conceitos e habilidades, e iv) atividades de campo como visitas técnicas a usinas ou redes elétricas locais para aprofundamento do entendimento dos estudantes sobre conceitos mais abstratos.

CONCLUSÃO

De modo geral, considera-se que a UEPS proposta é uma ferramenta didático-pedagógica válida para mediação do processo de ensino-aprendizagem do conteúdo proposto: Eletricidade. Com relação aos objetivos específicos da UEPS tem-se que o primeiro e o segundo objetivos do estudo foram plenamente alcançados (descrever os modos de produção de energia elétrica, como foco em

hidrelétricas, e avaliar eficiências, riscos e custos e benefícios; compreender o funcionamento de diferentes equipamentos elétricos e eletrônicos, partindo dos fundamentos da eletrodinâmica). No caso do terceiro objetivo (descrever a estrutura da rede elétrica local, bem como investigar e analisar possíveis alterações a serem executadas, que visem melhorar a qualidade de vida local) são necessários ajustes nas atividades propostas visando contemplá-lo completamente. A validação foi essencial para a proposição de melhorias na UEPS.

Relativamente às aplicações práticas e teóricas dos resultados do presente estudo, destacamos: i) o uso da música, do jogo e outros elementos lúdicos na UEPS promoveram um maior engajamento dos estudantes às aulas. Ressalta-se também que a proposição de um trabalho "aberto", sem normas rígidas ou modelo fixado, possibilitou aos estudantes liberdade e autonomia com bons resultados em termos de aprendizagem. Assim, a utilização de música, jogos e atividades lúdicas possibilitou maior engajamento dos estudantes, destacando a sua relevância como ferramentas de ensino; ii) a abertura para diferentes formas de expressão no trabalho final (maquetes, vídeos, mapas conceituais) proporcionou maior autonomia e criatividade aos estudantes, o que pode ser replicado em outros contextos educativos, e iii) a proposta de um trabalho com temas locais, como a rede elétrica da escola, pode ser aplicada para fomentar um senso de relevância nos estudantes e conectar o aprendizado ao cotidiano.

Como implicações teóricas dos resultados encontrados destacamos que o presente estudo reforça a validade das UEPS como uma abordagem eficaz para promover a aprendizagem significativa em Física. Outra aplicação teórica é a conexão interdisciplinar. A integração de elementos culturais (música) e tecnológicos (jogos e pesquisas na *internet*) ampliou as possibilidades de aprendizagem interdisciplinar. Destacamos também que o uso de atividades variadas (questionários, mapas conceituais, discussões) demonstrou o potencial das metodologias ativas em promover diferentes dimensões da aprendizagem. Por fim, conclui-se que o uso das UEPS no Ensino de Física, aplicada ao Ensino Médio, demonstrou ser uma ferramenta importante e relevante para o desenvolvimento dos processos de ensino e aprendizagem em Física (na temática da eletricidade), sendo assim, pode ser aplicada em outros contextos escolares.

Agradecimentos

À Secretaria de Estado da Educação de Goiás e ao Colégio Estadual da Polícia Militar de Goiás unidade Benedita Brito de Andrade por possibilitarem a realização desta pesquisa. Aos participantes da pesquisa, por autorizarem e permitirem sua realização. Ao CNPq pelo apoio ao Projeto de Pesquisa (Processo: 402418/2023-9) via Chamada CNPq/MCTI No 10/2023 - Faixa A - Grupos Emergentes.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David. Educational psychology: **A cognitive view**. New York: Holt, Rinehart, & Winston, 1968.

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

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

CALDAS, Renata. et al. Proposta de ensino por meio de unidades de ensino potencialmente significativa (ueps) sobre magnetismo. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 3, p. 399-420, 2019.

FACCIN, Franciele. **Implementação de unidades de ensino potencialmente significativas sobre física térmica para alunos do 2º ano do ensino médio.** Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2015.

FERREIRA, Marcello. et al. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 2004.

GARDNER, Howard. **Inteligências Múltiplas: a Teoria na Prática.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1995.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Estado da Educação de Goiás. **Documento curricular para Goiás: etapa ensino médio.** Goiás, 2021.

GOWIN, D. Bob. **Educating.** Ithaca, N.Y.: Cornell University, 1981.

JESUS, Rafael; AMORIM, Ronni. Uma Proposta de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa para Ensinar Física de Partículas por meio de Jogos de Cartas. **Revista do Professor de Física**, v. 3, n. 1, p. 47-84, Brasília, 2019.

JOHNSON-LAIRD, Philip. **Mental models.** Cambridge, MA: Harvard University, 1983.

LEITE, Tarso; OLENKA, Laudileni. Aprendizagem significativa a partir de uma sequência didática para o estudo de lentes esféricas. **REPPE-Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 2, n. 2, p. 110-134, 2018.

MOREIRA, Marco. (Org.) **A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a investigação nessa área.** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2004.

MOREIRA, Marco. **Aprendizagem significativa crítica.** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2005.

MOREIRA, Marco. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa.** Porto Alegre-RS, 2009.

MOREIRA, Marco. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas-UEPS.** 2011. Original a ser submetido à publicação. Disp.: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>

MOREIRA, Marco Antonio. Aprendizagem Significativa Crítica. **Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación**, nº 6, pp. 83-101, 2005, com o título Aprendizaje Significativo Crítico. 2ª Edição, 2010.

MOREIRA, Marco. O que é afinal Aprendizagem significativa? Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. **Qurrículum**, La Laguna, Espanha, 2012.

NOVAK, John. **A theory of education.** Ithaca, N.Y.: Cornell University, 1977.

PAULO, David. **Unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) em ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) como instrumento de aprendizagem significativa de física no Ensino Médio**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. 2013.

REIS, JOSIANI APARECIDA DE SOUZA. Eletricidade: experimentos no cotidiano escolar. In: **O professor PDE e os desafios da Escola pública paranaense**. Produção Didático Pedagógica. 2012. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2012/2012_uel_fis_pdp_josiani_aparecida_de_souza_reis.pdf

VERGNAUD, Gérard. La théorie des champs conceptuels. **Récherches en Didactique des Mathématiques**, v. 10, n. 23, p. 133-170, 1990.

VYGOTSKY, Lev. **Pensamento e linguagem**. São Paulo: Martins Fontes. 1ª Ed. Brasileira. 1987.



Revista
Ciências & Ideias