



**IDENTIFICANDO A EVOLUÇÃO CONCEITUAL NO ENSINO DE ELETROMAGNETISMO,
ATRAVÉS DE UMA UEPS BASEADA NUM SISTEMA DE SOM AUTOMOTIVO GERADOR DE
ENERGIA**

*Identifying the conceptual evolution in the electromagnetism teaching, through a UEPS based on an
automotive sound system generator of energy*

Carla Beatriz Spohr [carlaspohr@gmail.com]
UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa
BR 472 – Km 592 – Caixa Postal 118 – Uruguaiana – RS – CEP: 97508-000

Isabel Krey Garcia [ikrey69@gmail.com]
Maria Cecília Pereira Santarosa [maria-cecilia.santarosa@ufsm.br]
UFSM – Universidade Federal de Santa Maria
Av. Roraima nº 1000 – Bairro Camobi – Santa Maria – RS – CEP: 97105-000

Resumo

No presente estudo apresenta-se a proposta de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para o ensino de eletromagnetismo a partir de um circuito elétrico capaz de transformar a energia sonora emitida pelo alto-falante em energia elétrica para recarregar a bateria. Tal circuito foi considerado significativo para apresentar as relações entre os conceitos trabalhados, por exemplo, corrente elétrica e indução eletromagnética com o funcionamento de alto-falantes e microfones. Para tanto, acadêmicos do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza (UNIPAMPA – Uruguaiana/RS) se propuseram a elaborar, implementar e avaliar uma UEPS para ensinar conceitos de eletromagnetismo para alunos de nível médio, a partir da utilização do circuito elétrico que mostrou ser um instrumento provocador da motivação do aprendiz, uma das condições necessárias e imprescindíveis para que ocorra a aprendizagem significativa. Ao final da UEPS, foi notória a motivação por parte dos acadêmicos responsáveis por *ensinar* com fundamentos teóricos baseados na teoria construtivista ausubeliana, bem como por parte dos estudantes de ensino médio através da predisposição em *aprender*, evidenciada ao longo dos encontros. Os resultados obtidos no presente estudo comparam os avanços, retrocessos e estagnações dos alunos participantes, em relação às evidências de aprendizagem significativa indicadas através das respostas dadas pelos alunos ao início e ao final dos encontros. Os dados apontam que a evolução conceitual se deve ao planejamento e aplicação da UEPS, que procurou observar constantemente a organização sequencial dos conteúdos a serem desenvolvidos, de maneira coerente com as relações de dependência que existem naturalmente entre eles. Além da organização dos conteúdos previstos no planejamento da UEPS, considerou-se a cada encontro o conhecimento prévio do aluno, bem como a presença de subsunçores em sua estrutura cognitiva para possibilitar a ancoragem de novos conhecimentos. Reitera-se que os frutos desta pesquisa, estão em conformidade com os princípios da teoria psicológica de Ausubel, de que para facilitar a aprendizagem significativa deve-se levar em consideração: o conhecimento prévio do aluno, sua predisposição para aprender e o material apresentado deve ser potencialmente significativo.

Palavras-Chave: Aprendizagem significativa; Predisposição do aluno; Ensino de Física; Material didático; Eletromagnetismo.

Abstract

In this study we present the proposal of a Potentially Significant Teaching Unit (UEPS) for the teaching of electromagnetism from an electric circuit capable of transforming the sound energy emitted by the loudspeaker into electric energy to recharge the battery. This circuit was considered significant to present the relations between the concepts worked, for example, electric current and electromagnetic induction with the operation of speakers and microphones. For this purpose, academics of the Graduation Course in Natural Sciences (UNIPAMPA - Uruguaiana / RS) proposed to elaborate, implement and evaluate a UEPS to teach concepts of electromagnetism for secondary-school students, based on the use of the electric circuit that has shown to be an instrument that provokes the motivation of the learner, one of the necessary conditions for the meaningful

learning to occur. At the end of the UEPS, the motivation on the part of the academics responsible for teaching with theoretical foundations based on the constructivist theory of Ausubel, as well as on the part of the students of high school through the predisposition to learn, evidenced throughout the meetings was notorious. The results obtained in the present study compare the advances, setbacks and stagnations of the participating students in relation to the evidences of meaningful learning indicated through the answers given by the students to the beginning and the end of the meetings. The data indicate that the conceptual evolution is due to the planning and application of the UEPS, which sought to constantly observe the sequential organization of the contents to be developed, in a manner consistent with the dependency relations that naturally exist between them. In addition to the organization of the contents foreseen in the planning of the UEPS, each meeting was considered prior knowledge of the student, as well as the presence of subsumes in their cognitive structure to enable the anchoring of new knowledge. It is reiterated that the fruits results obtained are in accordance with the principles of Ausubel's psychological theory, that in order to facilitate meaningful learning one must take into account: the student's previous knowledge, the predisposition to learn and that the material presented must be potentially significant.

Keywords: Meaningful learning; Predisposition of the student; Physics teaching; Teaching material; Electromagnetism.

INTRODUÇÃO

A escola tem enfrentado dificuldades para tornar os conteúdos escolares interessantes, principalmente aqueles relacionados às Ciências da Natureza, em especial a Física. Para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais atraente, é imprescindível considerar o cotidiano dos alunos, os fenômenos vivenciados por eles, bem como as indagações que aguçam sua curiosidade. Nesse sentido, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN's), as escolas devem propiciar ao aluno condições de desenvolver a capacidade de aprender, mas com prazer e gosto, tornando suas atividades desafiadoras, atraentes e divertidas (Brasil, 2013). Segundo as DCN's:

“A criação de um ambiente propício à aprendizagem na escola terá como base o trabalho compartilhado e o compromisso dos professores e dos demais profissionais com a aprendizagem dos alunos; o atendimento às necessidades específicas de aprendizagem de cada um mediante formas de abordagem apropriadas; a utilização dos recursos disponíveis na escola e nos espaços sociais e culturais do entorno; a contextualização dos conteúdos, assegurando que a aprendizagem seja relevante e socialmente significativa”. (Brasil, 2013, p. 119-120).

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) que norteia o Ensino em nosso país, também orienta que todo aluno do Ensino Médio deve ter acesso a conhecimentos que lhe permitam compreender as diferentes formas de explicar o mundo, sejam explicações referentes aos fenômenos naturais ou de sua organização social e processos produtivos (Brasil, 1996).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) apontam que o ensino de Física tem se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores, ou seja, vazios de significado (Brasil, 2000). Ostermann & Moreira (2001) convergem com as ideias apresentadas nos PCNs, ao afirmarem que grande parte das escolas deixa de desenvolver aspectos conceituais da Física adotando uma ênfase excessiva em equações e problemas de simples aplicação das mesmas.

Apesar do longo período de discussões acerca das orientações dadas pelos PCNs, as DCNs registram uma percepção de que essas discussões ainda não chegaram às escolas (Brasil, 2013). Basta uma análise superficial na realidade do ensino de Física das escolas do Brasil que tal percepção confirma-se facilmente, ou seja: mantém-se atenção extrema no tratamento de conteúdo, com ênfase matemática excessiva, sem articulação com o contexto do estudante. Este fato também foi apontado, já a algum tempo, pelos participantes do Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF).

“A Física, instrumento para a compreensão do mundo em que vivemos, possui também uma beleza conceitual ou teórica, que por si só poderia tornar seu aprendizado agradável. Essa beleza, no entanto, é comprometida pelos tropeços num instrumental matemático com o qual a Física é frequentemente confundida, pois os alunos têm sido expostos ao aparato matemático-formal, antes mesmo de terem compreendido os conceitos a que tal aparato deveria corresponder”. (GREF, 2002, p. 15).

Percebe-se claramente que a legislação do ensino aponta para uma reforma no processo de ensino de Física, objetivando levar o aluno à uma aprendizagem significativa, pelo menos em seu discurso. As orientações complementares aos PCNs, os PCN +, afirmam que para levar o aluno à uma aprendizagem com significado, é imprescindível considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade próxima ou distante, os objetos e fenômenos com que efetivamente lidam, os problemas e indagações que movem sua curiosidade. Feitas as investigações, abstrações e generalizações potencializadas pelo saber da Física, o conhecimento volta-se para os fenômenos significativos e o aluno passa a utilizar o novo saber para diferentes investigações (Brasil, 2002).

Segundo este documento, o estudo do eletromagnetismo faz parte do tema estruturador “Equipamentos eletromagnéticos e telecomunicações”, que orienta:

“O desenvolvimento dos fenômenos elétricos e magnéticos, por exemplo, pode ser dirigido para a compreensão dos equipamentos eletromagnéticos que povoam nosso cotidiano, desde aqueles de uso doméstico aos geradores e motores de uso industrial, provendo competências para utilizá-los, dimensioná-los ou analisar condições de sua utilização. Ao mesmo tempo, esses mesmos fenômenos podem explicar os processos de transmissão de informações, desenvolvendo competências para lidar com as questões relacionadas às telecomunicações. Dessa forma, o sentido para o estudo da eletricidade pode ser organizado em torno aos equipamentos eletromagnéticos e telecomunicações.” (Brasil, 2002, p. 18)

Justifica-se a presente pesquisa, com respaldo na legislação (LDB e DCNs) e nas orientações dos PCNs e PCN +, pela importância na divulgação de experiências exitosas, planejadas e avaliadas visando a promoção da aprendizagem significativa pelos alunos de ensino médio.

O objetivo principal deste trabalho consiste em apresentar o planejamento e a execução de uma UEPS por acadêmicos de um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza, e seu potencial para o ensino do eletromagnetismo em nível de Ensino Médio. Os objetivos específicos abrangem: - apresentar a sequência didática utilizada como material potencialmente significativo para o ensino de eletromagnetismo; - identificar o conhecimento prévio dos estudantes acerca dos conteúdos de eletromagnetismo; - buscar evidências de aprendizagem significativa dos alunos participantes da pesquisa. Para isso apresenta-se como parte introdutória uma breve descrição do referencial teórico de Ausubel (1978, 1980), e o que são e como devem ser planejadas as UEPS segundo Moreira (2011). Em seguida descreve-se o referencial teórico proposto por Moreira (2010) da Aprendizagem Significativa Crítica. Na parte metodológica deste estudo, apresenta-se o contexto no qual a UEPS foi elaborada por acadêmicos e posteriormente implementada por eles, seguida de uma análise dos resultados obtidos a partir de sua aplicação, com base nas respostas dos questionários de pré e pós teste respondidos pelos alunos de ensino médio, além de outros materiais por eles elaborados.

REFERENCIAL TEÓRICO

Aprendizagem Significativa

David Ausubel (1980), foi um pesquisador cognitivista dos processos de aprendizagem que delineou a Teoria da Assimilação Cognitiva - Teoria da Aprendizagem Significativa. Segundo Moreira (1999a, p. 152), a atenção de Ausubel está constantemente voltada para a aprendizagem, tal como ela ocorre na sala de aula, no dia-a-dia da grande maioria das escolas. Para ele, o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe (cabe ao professor identificar isso e ensinar de acordo).

Segundo Moreira (1999a), o conceito central da teoria cognitivista de Ausubel é o de *aprendizagem significativa*. A sua principal característica é a interação entre os conhecimentos novos e prévios. Para Ausubel (1980), aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se com um conceito relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica – o *subsunçor*¹ existente na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na *estrutura cognitiva*² do aprendiz. A estrutura cognitiva pode ser influenciada de duas maneiras: *substantivamente* (identificação dos conceitos básicos e como serão

¹ Palavra que não existe em português, equivalente a “facilitador” ou “subordinador”. A aprendizagem somente será significativa se o conteúdo a ser aprendido ancorar-se a conceitos subsunçores relevantes, já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Moreira, 1999a, p. 153).

² Trata-se de uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo (Moreira, 1999a, p. 153).

estruturados) e *programaticamente* (emprego de métodos adequados de apresentação do conteúdo e utilização de princípios apropriados na organização sequencial dos conceitos).

Torna-se evidente a importância da atribuição de significado ao novo conteúdo a ser incorporado na estrutura cognitiva do indivíduo, que acontece através das relações dos conhecimentos que ele já possui e potencialmente interconectado com as novas informações formarão o novo conhecimento. De acordo com Ausubel (1980, p. 526), significado representa o “conteúdo da consciência diferenciado e agudamente articulado que se desenvolve como um produto da aprendizagem simbólica significativa ou que pode ser evocado por um símbolo ou grupo de símbolos depois que estes foram relacionados não arbitrariamente e substantivamente à estrutura cognitiva”.

De acordo com Moreira (2012a), a aprendizagem significativa é progressiva, grande parte do processo ocorre na zona cinza, na região do “mais ou menos”, onde o erro é normal. Portanto, a avaliação da aprendizagem significativa deve ser predominantemente formativa e recursiva. Segundo o autor:

“É necessário buscar evidências de aprendizagem significativa, ao invés de querer determinar se ocorreu ou não. É importante a recursividade, ou seja, permitir que o aprendiz refaça, mais de uma vez se for o caso, as tarefas de aprendizagem. É importante que ele ou ela externalize os significados que está captando, que explique, justifique, suas respostas. Sem dúvida, bastante difícil a avaliação da aprendizagem significativa. Principalmente porque implica uma nova postura frente à avaliação. É muito mais simples a avaliação do tipo certo ou errado, mas o resultado é, em grande parte, aprendizagem mecânica”. (Moreira, 2012a, p. 53)

Moreira orienta que existem duas condições para que ocorra aprendizagem significativa na estrutura cognitiva do aluno: o material deve ser potencialmente significativo e o aluno deve estar predisposto para aprender (Gowin apud Moreira, 2005). Sobre o material ser potencialmente significativo:

“A primeira condição implica 1) que o material de aprendizagem (livros, aulas, aplicativos, ...) tenha significado lógico (isto é, seja relacionável de maneira não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva apropriada e relevante) e 2) que o aprendiz tenha em sua estrutura cognitiva ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. Quer dizer, o material deve ser relacionável à estrutura cognitiva e o aprendiz deve ter o conhecimento prévio necessário para fazer esse relacionamento de forma não-arbitrária e não literal”. (Moreira, 2012, p. 36)

Por outro lado, se o aluno não manifestar disposição para relacionar novos significados à estrutura cognitiva, dificilmente serão identificados indícios de aprendizagem significativas nesse indivíduo. Essa predisposição implica uma intencionalidade da parte de quem aprende e depende da relevância que o aprendiz irá atribuir ao novo conhecimento (Moreira, 2004)

Em contraste à Aprendizagem Significativa, temos a Aprendizagem Mecânica ou automática, que segundo Moreira (2009), é a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. O conhecimento adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ancorar-se a subsunçores específicos. O aprendiz não dá significados ao que aprende, apenas armazena mecanicamente a informação que recebe.

De acordo com o mesmo autor, é possível que uma aprendizagem inicialmente mecânica passe a ser significativa. Geralmente isto ocorre quando o aprendiz não dispõe dos conceitos subsunçores necessários para a aprendizagem de um novo conhecimento. Neste caso, o aluno pode aprender, inicialmente, de forma mecânica e, após, ao longo do desenvolvimento do conteúdo, passar a atribuir significados ao novo conhecimento, passando para uma etapa de aprendizagem significativa. Isto é, a distinção entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica não é dicotômica, mas sim, dispostas ao longo de um mesmo contínuo (Moreira, 2012b). O autor descreve a existência de uma passagem da aprendizagem mecânica para a significativa, porém não de forma natural ou automática. Isto somente irá acontecer caso existirem subsunçores adequados na estrutura cognitiva do aluno, pré-disposição em aprender e os materiais utilizados pelo professor durante a mediação sejam potencialmente significativos.

De acordo com a teoria de Ausubel (1978), existem duas formas de planejar e conduzir a apresentação de conteúdos: adotando no processo do ensino os princípios da diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

A diferenciação progressiva consiste em programar os conteúdos a serem ensinados inicialmente partindo de ideias, conceitos, proposições mais gerais e inclusivas e progressivamente ir diferenciando seus detalhes e especificidades. Esta forma de abordagem pode ser justificada através de duas hipóteses:

“1º - é menos difícil para seres humanos captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas previamente aprendidas; 2º - a organização do conteúdo de uma certa disciplina, na mente de um indivíduo, é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas e gerais estão no topo e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados”. (Moreira, 1999a, p. 160-161)

Quando um novo conceito ou proposição é aprendido através da interação e ancoragem em conceitos subsunçores (aprendizagem por subordinação), este também será modificado. Trata-se de um processo sempre presente na aprendizagem significativa subordinada, ou seja, a ocorrência da interação e ancoragem em conceitos subsunçores induz à diferenciação progressiva deste conceito.

A reconciliação integrativa segundo Moreira (1999b), é o princípio que aponta a necessidade de relacionar ideias, refletir similaridades e discrepâncias e reconciliar as diferenças reais ou aparentes. Ideias já estabelecidas na estrutura cognitiva poderão ser reconhecidas e também relacionadas, ou seja, reorganizadas para que novos significados sejam adquiridos.

De acordo com Moreira e Buchweitz (1993), a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa são princípios que podem ser implementados através do uso de estratégias facilitadoras, como os organizadores prévios, mapas conceituais e os diagramas V.

Aprendizagem Significativa Crítica

Entende-se por Aprendizagem Significativa Crítica, segundo Moreira (2010) uma concepção que permite ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo estar fora dela. Através dessa perspectiva o sujeito poderá vivenciar as mudanças sem deixar-se dominar por elas, percebendo o conhecimento como invenção para representação do mundo, sem captá-lo diretamente.

“... aquela que permitirá ao sujeito fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, estar fora dela, manejar a informação, criticamente, sem sentir-se imponente frente a ela; usufruir a tecnologia sem idolatrá-la; mudar sem ser dominado pela mudança; viver em uma economia de mercado sem deixar que este resolva sua vida; aceitar a globalização sem aceitar suas perversidades; conviver com a incerteza, a relatividade, a causalidade múltipla, a construção metafórica do conhecimento, a probabilidade das coisas, a não dicotomização das diferenças, a recursividade das representações mentais; rejeitar as verdades fixas, as certezas, as definições absolutas, as entidades isoladas.” (Moreira, 2010, p. 20)

O autor propõe alguns princípios facilitadores da aprendizagem significativa crítica, viáveis para implementação em sala de aula e simultaneamente críticas ao que geralmente nela ocorre:

1. *“Aprender que aprendemos a partir do que já sabemos. (Princípio do conhecimento prévio)*
2. *Aprender/ensinar perguntas ao invés de respostas. (Princípio da interação social e do questionamento)*
3. *Aprender a partir de distintos materiais educativos. (Princípio da não centralidade do livro de texto)*
4. *Aprender que somos preceptores e representantes do mundo. (Princípio do aprendiz como preceptor/representador)*
5. *Aprender que a linguagem está totalmente implicada em qualquer e em todas as tentativas humanas de perceber a realidade. (Princípio do conhecimento como linguagem)*
6. *Aprender que o significado está nas pessoas, não nas palavras. (Princípio da consciência semântica)*
7. *Aprender que o ser humano aprende corrigindo seus erros. (Princípio da aprendizagem pelo erro)*
8. *Aprender a desaprender, a não usar conceitos e estratégias irrelevantes para sobrevivência. (Princípio da desaprendizagem)*
9. *Aprender que as perguntas são instrumentos de percepção e que definições e metáforas são instrumentos para pensar. (Princípio da incerteza do conhecimento)*

10. *Aprender a partir de distintas estratégias de ensino. (Princípio da não utilização do quadro-de-giz)*

11. *Aprender que simplesmente repetir a narrativa de outra pessoa não estimula a compreensão. (Princípio do abandono da narrativa)". (Moreira, 2010, p. 21)*

A construção da UEPS e sua posterior avaliação tiveram como base a teoria da Aprendizagem Significativa, assim como procurou seguir os princípios elencados pela Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica.

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas

Uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) consiste numa sequência de ensino proposta por Moreira (2011), fundamentada teoricamente nas teorias de aprendizagem cognitivas, especialmente na teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1968). De acordo com Moreira (2011), por estar fundamentada teoricamente é maior o potencial de êxito em obter indícios de aprendizagem significativa por parte dos alunos. Para construção da UEPS é necessário levar em consideração o conhecimento prévio dos alunos, utilizar adequadamente os organizadores prévios para que através da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora ocorra transformação do conhecimento prévio em novos conhecimentos. A UEPS deve propor atividades nas quais os alunos serão colaboradores na resolução de situações-problema, em que o professor irá mediar a captação de significados cientificamente aceitos, buscando evidências de aprendizagem significativa. Nesta sequência é necessário adotar a perspectiva de progressividade e complexidade, desvinculando a aprendizagem mecânica, ainda muito presente na maioria das salas de aula nos tempos atuais.

Para elaboração de uma sequência didática, de acordo com a asserção de Moreira (2011), é sugerida uma sequência de passos:

1º passo – Definição de Conceitos: definem-se os conteúdos específicos a serem abordados, identificam-se os aspectos procedimentais e como serão contextualizados para servirem de base para a construção dos conhecimentos.

2º passo – Investigação do conhecimento prévio: Neste momento criam-se situações para que os estudantes consigam manifestar seu conhecimento prévio, a respeito dos tópicos a serem abordados durante a sequência didática. Para que a UEPS tenha êxito, é imprescindível que o professor elabore situações que visem a explicitação da estrutura cognitiva relevante dos estudantes através da criação de estratégias diversificadas (exemplos do cotidiano, textos, filmes, simulações computacionais, mapas conceituais, entre outras).

3º passo – Situações problema introdutórias: utiliza-se de estratégias diversificadas para dar sentido aos conhecimentos novos que serão introduzidos. Pode-se formar rodas de conversas entre os alunos para que os alunos manifestem sua opinião acerca das situações propostas (através de situações cotidianas, textos, situações problemas, entre outras). Neste passo prepara-se o terreno para a introdução do conhecimento que se pretende ensinar. As situações propostas servirão de organizadores prévios, devem dar sentido ao novo conhecimento objetivando que o aluno as perceba como problemas e crie modelos mentais para solucioná-las.

4º passo – Diferenciação Progressiva: apresenta-se o conhecimento a ser ensinado-aprendido, levando em consideração a diferenciação progressiva. Parte-se dos conhecimentos mais gerais (uma visão inicial do todo) para os mais inclusivos.

5º passo – Complexidade: apresentam-se novas situações problemas em nível mais alto de complexidade, diferenciação e abstração para estruturar os conhecimentos. São retomados os aspectos mais gerais do conteúdo com níveis mais elevados de complexidade em relação a primeira apresentação, feita no passo anterior. As novas situações problemas devem ser propostas com níveis crescentes de complexidade através de novos exemplos, destacando semelhanças e diferenças. Desta maneira promove-se a reconciliação integradora.

6º passo – Reconciliação Integrativa: Parte-se de uma perspectiva integradora para dar continuidade à reconciliação integrativa. Retoma-se as características essenciais dos conteúdos, através da apresentação de novos significados. Através de exposição oral, leitura de texto, recursos computacionais, audiovisuais, etc. para apresentar novas situações problemas em um nível de complexidade maior em relação às situações anteriores, que poderão ser discutidas em pequenos grupos e posteriormente debatidas entre o grupo maior, sempre com mediação do professor.

7º passo – Avaliação da aprendizagem: Deve ser uma preocupação constante ao longo de toda intervenção, através de registro de todos os fatos que poderão ser considerados evidências de aprendizagem significativa do conteúdo. Pode-se propor situações que impliquem a compreensão e manifestem a captação de significados por parte do aluno.

8º passo – Efetividade da UEPS: Considera-se de êxito a UEPS que demonstra a avaliação de desempenho dos alunos através da explicitação das evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, capacidade de explicar/aplicar o conhecimento adquirido para resolver situações problema). Deve-se enfatizar as evidências contínuas da evolução no domínio de um campo conceitual, não apenas em comportamentos finais.

CONTEXTUALIZANDO OS PERSONAGENS DO PLANEJAMENTO E DA IMPLEMENTAÇÃO DA UEPS:

No primeiro semestre do ano de 2015, um grupo de acadêmicos do curso de Ciências da Natureza – Licenciatura (LCN) da Universidade Federal do Pampa, *campus* Uruguaiana, matriculados na componente curricular Estágio Supervisionado I - cuja orientadora-supervisora é uma das autoras do presente trabalho - foi orientado a planejar uma Unidade Didática para ser implementada durante as 30 horas na componente curricular de Estágio Supervisionado II, realizado em turmas de Ensino Fundamental na disciplina de ciências, no segundo semestre do mesmo ano. Durante as atividades do Estágio Supervisionado I (primeiro semestre de 2015), o grupo foi orientado a elaborar uma UEPS, que seria implementada no Estágio Supervisionado II (segundo semestre de 2015). As UEPS foram elaboradas e aplicadas individualmente pelos acadêmicos. O curso de LCN objetiva a formação de professores para a docência na área de ciências da natureza e suas tecnologias, com foco de conhecimento específico em química, física e biologia. No decorrer das atividades de planejamento, o grupo de estagiários motivou-se para aprofundar os estudos sobre aprendizagens construtivistas, especialmente a teoria psicológica de David Ausubel - referencial teórico indispensável para compreensão dos passos de uma UEPS, com ênfase no eletromagnetismo, conhecimento específico de física. Este grupo foi denominado “Grupo de Estudos das Teorias de Aprendizagem e Ensino em Física” (GETAEF), cujos encontros não estiveram vinculados diretamente às disciplinas de estágio supervisionado I e II, mas que contou com a participação voluntária dos estagiários.

No mesmo período em que o GETAEF fazia seus encontros, estava sendo construído e testado por Rodrigues (2016), um circuito elétrico transformador de energia sonora em elétrica a partir de um sistema de som automotivo. Este circuito já havia sido desenvolvido em trabalhos anteriores (Schacht, 2010; Spohr, 2015) e naquele período o circuito estava sendo reconstruído e adaptado para fins didáticos (Rodrigues, 2016) na Universidade Federal do Pampa, *campus* Uruguaiana, em atividades de pesquisa de material didático para aulas de física para alunos da educação básica.

O circuito elétrico em questão foi considerado pelo GETAF uma maneira original e atraente para o ensino de eletromagnetismo, e desta maneira surgiu interesse por parte do grupo em construir a UEPS com situações baseadas em seu funcionamento. Uma das razões desta escolha se deve ao fato de que na faixa etária em que se encontram os alunos do terceiro ano do ensino médio (nível de ensino que é ensinado eletromagnetismo na maioria das escolas do Brasil), a curiosidade em saber como funciona um sistema de som utilizado em veículos é latente.

Considerou-se a experiência dos acadêmicos do GETAEF na construção de UEPS para o desenvolvimento das atividades de docência orientada, nas componentes curricular de estágio supervisionado I e II, conforme relato anterior e desta forma, decidiu-se pela elaboração da sequência de ensino, apresentada detalhadamente neste trabalho.

Para implementar o planejamento feito na forma de UEPS, entrou-se em contato com a coordenadora pedagógica da Coordenadoria Regional de Educação, para solicitar apoio na mobilização do público alvo (alunos do 3º ano de nível médio). Após contatos com a direção, supervisão e professora de física da escola, marcaram-se os quatro encontros (com duração de duas horas cada encontro) necessários para desenvolvimento da proposta, em turno inverso ao período de aula dos alunos. Desta forma a implementação da UEPS ocorreu durante o mês de novembro de 2015, com participação de dezoito estudantes do ensino médio sob orientação de seis acadêmicos. Os alunos do ensino médio foram indicados pela professora e sua participação nos encontros foi solicitada por possuírem baixo rendimento na disciplina de Física e desmotivação durante as aulas regulares, ou seja, os alunos não desenvolviam as atividades propostas durante a aula e sequer demonstravam predisposição a aprender. Como já abordado anteriormente, a motivação, de acordo com Ausubel (apud Moreira, 2009), é um fator importante que contribui para aprendizagem significativa.

MARCO TEÓRICO E SEUS APORTES PARA A FORMULAÇÃO E EXECUÇÃO DA UEPS

De acordo com a Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica (TASC) de Moreira (2010), brevemente descrita no referencial teórico deste trabalho, a aprendizagem significativa crítica permite ao educando manejar as informações de forma crítica, sem sentir-se imponente ou desmotivado frente a ela. Optou-se por fazer a pesquisa em uma escola cujos alunos apresentam baixo rendimento escolar, especialmente na disciplina de física, cujos conteúdos de eletromagnetismo (tais como: indução eletromagnética, leis de Faraday e Lenz e suas aplicações) dificilmente são trabalhados durante o ano letivo. Os alunos não atribuem significado aos novos conteúdos trabalhados de forma tradicional, sem relação com o cotidiano (Ausubel, 1980; Moreira, 2010; Moreira & Massini, 1982). Ao apresentar distintas estratégias de ensino, considerado como “princípio da não utilização do quadro de giz”, um dos onze princípios facilitadores da TASC, há grandes chances de que o aluno manifeste disposição para relacionar os novos significados em sua estrutura cognitiva.

A seguir apresentamos a proposta instrucional elaborada, explicitando algumas questões relevantes, consideradas no momento da formulação e execução da UEPS, que se intitula: “O uso de um sistema de som automotivo gerador de energia como material potencialmente significativo”.

1º Passo: Definição de conceitos. Através de conversa com a professora de física dos alunos, os acadêmicos identificaram os conteúdos já trabalhados durante as aulas. Constataram que não haviam sido trabalhados conceitos do magnetismo e eletromagnetismo. A partir dessas informações, foram definidos os conteúdos necessários para que ao final dos encontros, os alunos tivessem condições de compreender o funcionamento do circuito elétrico transformador de energia sonora em elétrica em um sistema de som automotivo. Os conteúdos selecionados foram: corrente elétrica, tensão, resistência elétrica, associação de resistores simples, circuitos gerador-resistor, medidores de corrente e tensão, campo elétrico e campo magnético, indução eletromagnética, leis de Faraday e Lenz, aplicações das leis de Faraday e Lenz.

2º Passo (1h do 1º encontro): Situação inicial: Identificar o conhecimento prévio dos estudantes. Objetivando motivar os estudantes a externalizar o conhecimento prévio sobre o eletromagnetismo, os alunos serão orientados a construir Mapas Conceituais (MC's) e apresenta-los, em seguida responder o questionário de pré-teste. Os acadêmicos elaboraram perguntas envolvendo situações problema relacionadas às aplicações dos conceitos de eletromagnetismo. Os objetivos de cada pergunta, bem como os subsunçores considerados relevantes pelos acadêmicos, foram elencados no Quadro 1. Essas perguntas serviram como subsídios para o pré-teste, que permitiram aos acadêmicos identificar o conhecimento prévio e subsunçores externalizados pelos alunos.

3º Passo (1h do 1º encontro): Situações-problema iniciais: Apresentar situações problemas simples objetivando motivar os alunos a buscar aprendizagem significativa através das situações apresentadas em sequência, no decorrer dos encontros.

Foram discutidas as questões do pré-teste e apresentadas situações problema que permitiram motivar os alunos participantes a compreender o funcionamento do circuito gerador de energia. Questões discutidas em roda de conversa: -“você sabem como funciona um aparelho de som automotivo?”; - “como funciona um alto-falante? E um microfone?” - “é possível transformar energia sonora em energia elétrica?”

Objetivando aguçar ainda mais a curiosidade suscitando novos debates, revisar conceitos (corrente elétrica, tensão, geradores de energia, circuitos elétricos, leis do eletromagnetismo), bem como tirar algumas dúvidas, apresentou-se um vídeo que poderá ser encontrado em <https://www.youtube.com/watch?v=IUgS7Uw-qBI&noredirect=1>.

Ao final desse encontro, os acadêmicos analisaram os resultados obtidos através das respostas dadas pelos alunos ao pré-teste, mapas conceituais e comentários feitos durante os debates. As análises serviram para identificar o conhecimento prévio dos alunos acerca dos conceitos físicos apresentados na UEPS, bem como a presença (ou não) de subsunçores relevantes na estrutura cognitiva dos alunos em relação ao eletromagnetismo. Os acadêmicos identificaram a necessidade de revisar conteúdos já trabalhados pelos alunos nas aulas regulares de física, bem como utilizar atividades experimentais durante os encontros, já que essa estratégia de ensino pouco foi usada durante as aulas.

4º Passo (2h do 2º encontro): Diferenciação progressiva. Trabalhados conceitos físicos básicos para fins de revisão e posterior aprofundamento dos conceitos envolvidos no funcionamento do circuito elétrico.

Através dos resultados obtidos no pré-teste, os acadêmicos fizeram uma revisão dos conceitos já trabalhados durante as aulas de física (corrente elétrica, tensão e resistência elétrica), utilizando projetor de slides, simulações e atividades práticas.

As atividades práticas deram ênfase aos circuitos elétricos e seus elementos (gerador, resistor), medidores de corrente elétrica e tensão, circuitos elétricos simples (em série e paralelo).

Ao final do encontro, foram construídos novos mapas conceituais pelos alunos, que possibilitaram aos acadêmicos identificar as novas relações construídas pelos alunos em sua estrutura cognitiva, possibilitando a continuidade do planejamento e execução da UEPS

5º Passo (1h do 3º encontro): Diferenciação progressiva. Conteúdos introduzidos inicialmente partindo de ideias mais gerais e inclusivas, progressivamente diferenciados em detalhes e especificidades.

Os acadêmicos puderam analisar os mapas conceituais construídos pelos alunos no encontro anterior, observando as relações entre conceitos formadas a partir das discussões e atividades propostas nos encontros anteriores. A partir dessa análise, os acadêmicos disponibilizaram aos alunos alguns microfones de indução e alto falantes, sendo permitido desmontá-los para que pudessem perceber os componentes de cada equipamento, elaborar hipóteses e tirar conclusões.

Posteriormente os alunos farão a construção de um circuito elétrico composto por microfone e alto falante com material alternativo, cujas orientações estão disponíveis em: <http://www.manualdomundo.com.br/2015/10/microfone-de-caixinha-de-fosforo/>.

6º Passo (1h do 3º encontro): Reconciliação Integrativa: Retoma-se as características essenciais dos conteúdos para apresentar novas situações problema em nível de complexidade maior.

Depois que os alunos identificaram os componentes do microfone de indução e alto falante através de seu manuseio, foi possível introduzir os conceitos de campo magnético, indução magnética, leis de Faraday e Lenz, partindo de ideias mais gerais, tais como as aplicações dos conceitos, progressivamente diferenciados em detalhes e especificidades. Os alunos foram motivados a debater sobre os conceitos físicos, relações entre o funcionamento do microfone e alto falante. Ao final do encontro, os alunos construíram novos mapas conceituais.

7º Passo (2h do 4º encontro): Avaliação somativa individual. Apresenta-se situações problema para que o aluno manifeste indícios de aprendizagem significativa.

Após análise dos mapas conceituais construídos pelos alunos no último encontro, os acadêmicos perceberam as novas relações construídas a partir das discussões e atividades propostas nos encontros anteriores.

Ao propor a exploração do circuito elétrico que utiliza a energia sonora das batidas do som para transformá-la em energia elétrica para recarregar a bateria de um som automotivo (Spohr, 2015), foi possível retomar os conceitos considerados pertinentes pelos acadêmicos para sanar alguns erros conceituais demonstrados nas relações entre os conceitos, externalizados nos mapas conceituais.

Neste encontro os alunos puderam manusear o sistema de som automotivo, identificar suas partes, fazer medições de corrente elétrica e tensão gerada pelo circuito e enviada para a bateria, percebendo as relações entre os conceitos específicos trabalhados nos passos anteriores e o funcionamento de cada componente do circuito.

A seguir foram construídos novos mapas conceituais pelos alunos e foi solicitado que os mesmos respondessem as questões do pós-teste, objetivando fazer com que algumas evidências de aprendizagem significativa pudessem ser percebidas e assim analisar a efetividade da sequência didática.

8º Passo: Efetividade da UEPS. Análise das evidências contínuas da evolução no domínio do campo conceitual apresentado. Análise da efetividade da UEPS, recorte de um trabalho maior, foi feita pelas autoras da pesquisa, a partir das evidências de aprendizagem significativa obtidas no desenvolvimento das atividades propostas para os alunos.

A descrição da UEPS sintetiza a proposta instrucional elaborada em concordância com o referencial teórico adotado. Destaca-se a importância dada ao conhecimento prévio dos estudantes e subsunçores presentes em sua estrutura cognitiva, identificados no decorrer dos encontros e utilizados como aporte para o planejamento dos encontros da sequência didática. Ressaltamos que o sistema de som automotivo gerador de energia foi motivador dos debates acerca do funcionamento dos equipamentos do circuito, a partir dos quais os conceitos físicos foram sendo ancorados aos subsunçores e desta maneira, dando origem a novos conceitos.

METODOLOGIA E RESULTADOS

A metodologia de coleta de dados está classificada como pesquisa-ação, a qual segundo Gil (2002) pode ser definida por um tipo de pesquisa concebida e realizada em estreita relação através de ação, na qual pesquisadores e participantes estão envolvidos de modo participativo. Neste artigo os pesquisadores estão representados pelos componentes do GETAEF (acadêmicos e coordenadora do grupo, autora do presente trabalho) e os participantes foram os estudantes de Ensino Médio. Os dados foram coletados através de filmagens dos encontros, questionários de pré e pós-testes e mapas conceituais. As perguntas dos questionários de pré e pós teste se referem a situações problema que procuram dar sentido aos novos conhecimentos, e de acordo com Moreira (2011, p.3), elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa. O autor sugere que para o aluno externalizar o conhecimento prévio, aceito ou não no contexto do conteúdo a ser ensinado, o professor crie situações do tipo: discussões, questionários, mapa conceitual, mapa mental, situações problema, entre outras.

As questões do pré-teste serviram como suporte para as discussões iniciais, o que provocou a motivação do grupo de estudantes, contribuindo para que os mesmos manifestassem pré-disposição para aprender significativamente o conteúdo proposto. Portanto, ressaltamos que além de servir como subsídio importante para mostrar o conhecimento prévio dos estudantes acerca da temática a ser abordada, oportunizando um planejamento de acordo, serviram também para alavancar as discussões iniciais no primeiro encontro.

Neste trabalho, recorte de um trabalho maior, iremos nos deter na análise dos questionários de pré e pós-testes, feita através da metodologia de análise de conteúdo (Bardin, 2006). A autora da metodologia infere que a referida análise abarca as iniciativas de explicitação, sistematização e expressão do conteúdo de mensagens, objetivando realizar deduções lógicas e justificadas a respeito da origem das mensagens. A análise de conteúdo, segundo Bardin (2009), torna-se um conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens. As diferentes fases da análise de conteúdo organizam-se em torno de três polos, conforme Bardin: 1. A pré-análise; 2. A exploração do material; e, por fim, 3. O tratamento dos resultados: a inferência e a interpretação (2009, p.121).

Durante a fase inicial, a pré-análise, percebemos que dos dezoito (18) alunos participantes do projeto, apenas doze (12) entregaram os dois questionários, sendo que alguns entregaram apenas o questionário de pré-teste ou de pós teste. Desta forma, selecionamos para explorar o material de análise apenas daqueles alunos que fizeram a entrega dos dois testes, para fins comparativos, totalizando 12 alunos. Em seguida iniciou-se o tratamento de dados e através de categorização, inferência e interpretação das respostas dos alunos, identificando a presença ou não de subsunçores e/ou conhecimento prévio e finalmente, indícios de aprendizagem significativa. Por fim faz-se uma análise dos resultados obtidos através da inferência e interpretação das autoras.

A seguir apresentaremos os objetivos e principais subsunçores das perguntas propostas nos questionários de pré e pós testes. Os subsunçores relevantes para cada questão servirão de base para a pré-análise, exploração do material e categorização das respostas dos alunos.

Pré-teste: Construção e resultados

No Quadro 1 apresenta-se as questões aplicadas no questionário inicial, bem como seus objetivos propostos. Também são indicados os subsunçores considerados relevantes para a ancoragem dos novos conhecimentos e ocorrência de aprendizagem significativa dos conceitos de eletromagnetismo trabalhados durante os encontros.

O pré-teste foi aplicado no primeiro encontro, e seus resultados contribuiriam para a elaboração da UEPS a partir do conhecimento prévio dos alunos, para que o novo conhecimento pudesse ser ancorado aos subsunçores já existentes na sua estrutura cognitiva e quando necessário, formar subsunçores em caso de não existirem e os mesmos serem relevantes para construção do conhecimento. Além disso também teve como objetivo verificar se os alunos já possuíam conhecimentos cientificamente aceitos sobre os tópicos abordados e através da análise das respostas ao pós-teste obter indícios sobre sua evolução conceitual. Desta forma, a análise do pré-teste se deu em duas dimensões. Uma se caracterizou na investigação sobre a presença de conhecimento prévios considerados cientificamente aceitos (categorias A1, A2 e A3) e outra se caracterizou na busca de subsunçores considerados relevantes (categorias B1 e B2).

Quadro 1 – Questionário inicial e subsunçores relevantes.

QUESTÃO	OBJETIVO	SUBSUNÇORES RELEVANTES
1) Qual a função da bateria em um circuito elétrico?	Identificar o conhecimento prévio dos alunos sobre os geradores de energia elétrica.	<ul style="list-style-type: none"> - Existem diferentes fontes de energia; - Geradores de energia são capazes de manter fluxo constante de carga elétrica no circuito; - Princípio de funcionamento de baterias.
2) Como você faria para descobrir qual a corrente elétrica que passa por um circuito? E a voltagem?	Identificar o conhecimento dos alunos sobre medição de corrente e tensão em circuitos, e sobre a utilização do multímetro.	<ul style="list-style-type: none"> - Princípio de funcionamento do multímetro; - Utilização da escala de forma adequada; - Associação do multímetro de forma correta (série ou paralelo).
3) Qual a relação da corrente elétrica com a voltagem?	Verificar se os alunos percebem as diferenças e relações entre estes dois conceitos	<ul style="list-style-type: none"> - Para que se estabeleça uma corrente elétrica no circuito é necessário que exista uma diferença de potencial (voltagem).
4) Como o som sai do seu celular (ou rádio, TV, som automotivo, etc.) e chega até os ouvidos?	Apreciar a compreensão dos estudantes em relação a existência de alto-falantes nos equipamentos sonoros e a transmissão das ondas sonoras em um meio de propagação.	<ul style="list-style-type: none"> - Som é produzido por vibrações que se propagam através de um meio material (neste caso, o ar).
5) Você acha que um ímã é capaz de gerar uma corrente elétrica?	Verificar a compreensão dos alunos sobre a possibilidade de geração de corrente elétrica a partir da variação de fluxo magnético.	<ul style="list-style-type: none"> - Movimento de ímã próximo a bobinas produz corrente elétrica; - Variação de fluxo magnético produz corrente elétrica.
6) Será possível gerar campo magnético a partir de uma corrente elétrica?	Identificar o conhecimento dos alunos sobre a possibilidade de geração de campo magnético a partir da variação de corrente elétrica.	<ul style="list-style-type: none"> - É possível perceber campo magnético em torno de fios por onde circula corrente elétrica alternada;
7) Como você imagina o funcionamento de um microfone?	Compreender o conhecimento prévio dos estudantes sobre a influência do campos magnético e corrente elétrica em bobinas de indução para o funcionamento de microfones de indução eletromagnética.	<ul style="list-style-type: none"> - A energia sonora transferida através de um meio material (o ar) provoca movimento oscilatório em uma bobina localizada no interior do microfone; - A bobina aproxima-se e afasta-se de um ímã, provocando variação de fluxo magnético; - A variação de fluxo magnético gera uma frequência de que onde, induzindo uma força eletromotriz que dá origem a corrente elétrica alternada.

A primeira dimensão buscou analisar em que medida os conhecimentos prévios dos alunos se aproximavam dos cientificamente aceitos e apresenta três categorias:

A1 - Demonstra Conhecimentos cientificamente aceitos

A2- Demonstra Conhecimentos parcialmente aceitos cientificamente

A3- Demonstra Conhecimentos não compatíveis com os cientificamente aceitos.

Para a análise das respostas na segunda dimensão foram construídas duas categorias:

B1- Apresenta subsunçores relevantes

B2- não apresenta subsunçores relevantes

As categorias A e B se complementam e assim torna-se possível análise das respostas, possibilitando identificar se o aluno demonstra conhecimento cientificamente aceito (categoria A1) ou parcialmente aceito cientificamente (categoria A2), então considera-se que o mesmo apresenta subsunçores relevantes (categoria B1). No caso de o aluno demonstrar conhecimentos não compatíveis com os cientificamente aceitos (categoria A3), sua resposta não apresenta subsunçores relevantes (categoria B2). Nesse caso, foi necessária a introdução dos conceitos subsunçores necessários para que os alunos pudessem ancorar os novos conhecimentos em sua estrutura cognitiva. Cabe ressaltar que segundo Ausubel (1980), a estrutura cognitiva pode ser influenciada de duas maneiras: *substantivamente*, ou seja, através da identificação dos conceitos básicos e a maneira como serão estruturados e *programaticamente*, através do emprego de métodos adequados de apresentação do conteúdo.

Portanto, os subsunçores presentes na estrutura cognitiva dos alunos e explicitados da maneira indicada nos 2º e 3º passos da UEPS, foram considerados ao longo de toda sequência didática, na qual os acadêmicos demonstraram preocupação em utilizar metodologia adequada para oferecer os organizadores prévios para aqueles alunos que não apresentavam subsunçores relevantes e também para oferecer subsídios para que os alunos que já possuíam subsunçores pudessem ancorar os novos conhecimentos a eles, cada um a seu tempo.

Ao final do segundo encontro, 4º passo da UEPS, os alunos construíram mapas conceituais, o que se repetiu ao final do terceiro encontro, 6º passo da UEPS, o que possibilitou aos acadêmicos analisar as novas relações entre os conceitos explicitados pelos alunos, e dessa maneira avaliar os novos subsunçores presentes na estrutura cognitiva, a partir das atividades desenvolvidas.

Os alunos estão identificados por nomes fictícios, cujas respostas às questões do pré-teste estão classificadas nas categorias acima descritas.

No Quadro 2 está a classificação dos alunos em relação à primeira dimensão, ou seja, apresenta-se a investigação feita a partir das respostas dadas pelos alunos a respeito das categorias A1, A2 e A3.

Quadro 2 - Dimensão A: “Em relação ao conhecimento prévio do aluno”

ALUNOS	Questão1	Questão2	Questão3	Questão4	Questão5	Questão6	Questão7
Aline	A2	A2	A3	A2	A3	A3	A3
Artur	A2	A2	A3	A2	A3	A3	A3
Beatriz	A3	A1	A2	A3	A3	A3	A3
Beto	A2	A2	A3	A2	A3	A3	A3
Caio	A1	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Carmem	A1	A2	A3	A3	A3	A3	A3
Denis	A2	A2	A3	A2	A3	A3	A3
Edio	A2	A2	A3	A2	A3	A3	A3
Felipe	A3	A2	A3	A3	A3	A3	A3
Geovani	A1	A1	A3	A3	A3	A3	A3
Hélio	A1	A3	A3	A3	A3	A3	A3
Italo	A3	A3	A3	A3	A3	A3	A3

O Quadro 3 mostra a classificação das respostas dos alunos em relação à segunda dimensão, ou seja, demonstra a busca de subsunções relevantes presentes na estrutura cognitiva dos alunos, classificados como categorias B1 e B2.

Quadro 3 - Dimensão B: “Em relação aos subsunções”

ALUNOS	Questão1	Questão2	Questão3	Questão4	Questão5	Questão6	Questão7
Aline	B1	B1	B2	B1	B2	B2	B2
Artur	B1	B1	B2	B1	B2	B2	B2
Beatriz	B2	B1	B1	B2	B2	B2	B2
Beto	B1	B1	B2	B1	B2	B2	B2
Caio	B1	B1	B2	B2	B2	B2	B2
Carmem	B1	B1	B2	B2	B2	B2	B2
Denis	B1	B1	B2	B1	B2	B2	B2
Edio	B1	B1	B2	B1	B2	B2	B2
Felipe	B2	B1	B2	B2	B2	B2	B2
Geovani	B1	B1	B2	B2	B2	B2	B2
Hélio	B1	B1	B2	B2	B2	B2	B2
Ítalo	B2	B1	B2	B2	B2	B2	B2

A seguir apresenta-se as perguntas feitas no questionário com o tratamento de dados proposto por Bardin (2009), ou seja, a inferência e interpretação das respostas dadas pelos alunos, a partir das quais procuramos justificar a classificação das mesmas.

Questão 1: Qual a função da bateria em um circuito elétrico?

Conforme a classificação encontrada no Quadro 2, considera-se que 33,33% dos alunos respondeu satisfatoriamente a esta pergunta e suas respostas classificam-se como categoria A1. De modo geral os alunos não conseguem dar resposta precisa do ponto de vista científico, com detalhes específicos, porém ao adotar uma posição construtivista, consideramos que a resposta é satisfatória mesmo se o aluno se expressar utilizando suas próprias palavras. Neste sentido, considerar a avaliação das respostas como instrumento facilitador da aprendizagem significativa compreende que a resposta dada pelo aluno não tem fim em si mesma, e sim propicia a possibilidade do educando (re) construir seu conhecimento. As atividades propostas na UEPS permitem que os aprendizes construam seu próprio conhecimento. Estes alunos, de acordo com a categorização proposta, possuem conhecimento prévio cientificamente aceito, cujas respostas estão exemplificadas a seguir.

Caio: “*Tem como função gerar energia para um aparelho elétrico*”; Carmem: “*gerar energia para o funcionamento*”; Geovani: “*para gerar energia no sistema*” e Hélio: “*Tem a função de gerar energia para o aparelho ou também um gerador de energia*”.

Classificados como categoria A2 tivemos a resposta de 41,67% dos alunos. Nos exemplos abaixo verifica-se que os alunos compreendem a principal função de uma bateria que é armazenar energia, porém para um circuito elétrico funcionar, a energia da bateria não pode ficar apenas armazenada. Percebe-se que existe conhecimento prévio a respeito da função da bateria em um circuito elétrico, porém a outra função importante que é a geração de energia para o circuito não está contemplada.

Artur, Aline, Beto, Edio e Denis: “*Armazenar energia*”;

Na categoria A3 foram as respostas de 25% dos alunos, que se mostraram incompletas ou que apresentaram confusão entre conceitos. Nos exemplos abaixo podemos ver que o verbo “disponibilizar” utilizado por Beatriz e “distribuir” escrito por Felipe não traduzem de forma correta a função de um gerador de energia e que o aluno Ítalo confundiu a bateria com circuito elétrico.

Beatriz: “*disponibilizar energia para o circuito*”; Felipe: “*Tem como função distribuir energia para o circuito elétrico*” e Ítalo: “*Um circuito elétrico tem a função de gerar eletricidade para o aparelho, ou também um gerador de energia*”.

Como pode-se evidenciar no Quadro 3, 75% dos alunos possuem os subsunçores relevantes, que foram indicados no Quadro 1, ou seja, apresentam respostas que indicam a função dos geradores pela sua capacidade de manter fluxo constante de carga elétrica no circuito, e principalmente indicam o princípio de funcionamento de baterias. Desta maneira, acredita-se que o novo conhecimento, cientificamente aceito, poderá ser ancorado aos subsunçores já existentes em sua estrutura cognitiva destes estudantes.

Questão 2: Como você faria para descobrir qual a corrente elétrica que passa por um circuito? E a voltagem?

Percebe-se que 16,67% alunos demonstraram em suas respostas conhecer o multímetro e suas funções, e pertencem a categoria A1, como nos exemplos abaixo.

Beatriz: “*Medir usando um amperímetro a corrente elétrica e usar um voltímetro para medir a voltagem*”; Geovani: “*O amperímetro serve para checar a corrente elétrica e o voltímetro para checar a voltagem*”.

Ressalta-se que a partir das respostas dadas por 58,33% alunos, identifica-se que o conhecimento prévio existente é superficial a respeito dos procedimentos utilizados para efetuar medidas de corrente elétrica e tensão e não pode ser considerado cientificamente aceito. Portanto as respostas destes alunos pertencem a categoria A2. A seguir apresenta-se algumas destas respostas:

Aline, Artur, Beto, Carmem, Denis, Edio: “*Com um voltímetro*”; Felipe: “*Eu usaria um medidor de voltagem*”.

Por outro lado, respostas dos alunos que estes reconhecem a existência de medidores de corrente elétrica e voltagem, porém 25% confundem e igualam a função dos medidores destas grandezas. Caio, Hélio e Ítalo: “*Para medir a corrente usa-se amperímetro para chegar a voltagem*”. As respostas pertencem a categoria A3.

Analisando as respostas foi possível observar que todos possuem noção da existência de aparelhos medidores de corrente elétrica e voltagem, porém não especificam o tipo de ligação (série e/ou paralelo) necessária para efetuar as medições de forma correta. É importante ressaltar que através dos dados apresentados no Quadro 3, considera-se que 100% das respostas apresentam subsunçores relevantes. Os subsunçores necessários estão indicados no Quadro 1, que de certa maneira surgem nas respostas dos alunos e a partir destes novos conhecimentos poderão ser ancorados na estrutura cognitiva.

Questão 3: Qual a relação da corrente elétrica com a voltagem?

Através das respostas, percebe-se indícios de que todos os alunos percebem a relação existente entre voltagem e corrente elétrica, embora apenas 8,33% demonstram conhecimento prévio parcialmente aceitos cientificamente, apenas mencionando a existência de alguma relação entre corrente elétrica e voltagem, sendo suas respostas classificadas na categoria A2. Conforme exemplos a seguir.

Beatriz: “*Um é dependente do outro. Voltagem “forma” a corrente elétrica*”;

Os demais alunos, 91,67% apresentam respostas confusas ou completamente aleatórias, de acordo com as respostas exemplificadas a seguir, classificadas como categoria A3.

Aline, Artur, Beto, Denis e Edio: “*A voltagem é o que mede a corrente elétrica*”; Caio: “*Tem que haver a relação entre o negativo e o positivo*”; Carmem: “*Por causa dos polos negativo e positivo*”; Felipe: “*A relação é que tem que haver essa diferença entre o positivo (+) com o negativo (-)*”; Geovani: “*É a relação em que a voltagem corre na corrente elétrica*”; Hélio: “*A relação entre a corrente elétrica com voltagem é que tem que haver diferença entre o positivo e o negativo*”; Ítalo: “*A relação entre a corrente elétrica com a voltagem é para que aconteça um campo magnético*”.

No Quadro 1 são apresentados os subsunçores necessários, estabelecidos com a intenção de prever possibilidades de ancoragem a estes para surgimento de novos conhecimentos, cientificamente aceitos. Através da análise das respostas dadas pelos alunos, percebe-se a falta de clareza da relação entre corrente elétrica e voltagem, ou seja, os alunos não indicam a necessidade da existência de uma diferença de potencial para que se estabeleça uma corrente elétrica no circuito. No Quadro 3 apresenta-se a classificação das respostas na segunda dimensão, onde apenas 8,33% dos alunos possui subsunçores adequados, sendo que para os demais alunos (91,67%) a UEPS desenvolvida deverá propiciar fundamentos para que tais conceitos sejam formados.

Questão 4: Como o som sai do seu celular (ou rádio, TV, som automotivo, etc.) e chega até os ouvidos?

Das respostas dadas pelos 12 alunos, nenhum apresenta conhecimento prévio cientificamente aceito e 41,67% das respostas dos alunos, classificadas como categoria A2, demonstram em suas respostas possuir conhecimento cientificamente parcialmente aceito sobre este tema. Os alunos apenas classificam o tipo de onda que irá enviar a energia sonora até os ouvidos. A classificação das respostas encontra-se no Quadro 2, conforme podemos ver nos exemplos.

Aline, Artur, Beto, Denis e Edio: “*Pelas ondas sonoras*”.

Os demais alunos, 58,33% tiveram suas respostas classificadas como Categoria A3, ou seja, o conhecimento prévio que externalizam a esta pergunta não é considerado aceito cientificamente. A seguir, apresenta-se algumas respostas.

Beatriz, Carmen e Geovani: “*Por ondas eletromagnéticas*”; Caio e Felipe: “O som chega até nossos ouvidos por ondas magnéticas”; Hélio e Italo: “*Através do circuito elétrico*”.

Em relação aos subsunçores necessários para esta pergunta, descritos no Quadro 1, percebemos a necessidade do aluno manifestar a importância de um meio material para que a onda sonora seja transferida de um local para o outro, o que não foi encontrado nas respostas deste questionário inicial. Por este motivo consideramos que 41,67% dos alunos possuem subsunçores adequados, de acordo com a classificação indicada no Quadro 3. Para os demais participantes, os pesquisadores se preocuparam em oferecer subsídios para que os subsunçores relevantes fossem formados na estrutura cognitiva e desta forma, os novos conhecimentos a respeito da transmissão do som sejam cientificamente aceitos.

Questão 5: Você acha que um ímã é capaz de gerar uma corrente elétrica?

Através da análise das respostas dos alunos a esta questão, foi possível perceber que nenhum dos alunos possui subsunçores relevantes, indicados no Quadro 1, nem mesmo conhecimento prévio cientificamente aceito, portanto todos os alunos estão classificados nas categorias A3 e B2, de acordo com a indicação do Quadros 2 e Quadro 3. No período do ano letivo o qual o projeto de extensão foi aplicado, era esperado que os alunos apresentassem algum conhecimento a respeito das Leis do Eletromagnetismo, o que não foi observado. Os alunos participantes apresentaram conhecimento prévio não aceitos cientificamente, dificultando o processo de aprendizagem dos conceitos. Os resultados encontrados apontam para certa dificuldade apontada por Ausubel (1963), que alertava sobre a importância de averiguar o conhecimento prévio e ensinar de acordo com as constatações e somente assim pode-se promover a aprendizagem significativa.

A seguir apresentamos algumas respostas dos alunos a esta questão.

Beatriz: “*Não, gera um campo magnético*”.

Caio e Felipe: “*Não sei*”.

Questão 6: Será possível gerar campo magnético a partir de uma corrente elétrica?

Conforme podemos verificar nos Quadros 2 e 3, as respostas dadas pelos alunos a esta questão foram classificadas como A3 e B2, ou seja, não possuem conhecimento compatíveis com aqueles cientificamente aceitos e não apresentam os subsunçores indicados no Quadro 1. Os alunos participantes não tiveram acesso aos conceitos básicos de eletromagnetismo no ensino regular, o que dificultou a observação de conhecimento prévio cientificamente aceito e/ou subsunçores relevantes, que de acordo com Moreira (1997), são de longe as condições mais importantes para promoção de aprendizagem significativa.

A seguir apresentamos algumas respostas de alunos a esta questão.

Aline: “*Sim, por exemplo na televisão, pois uma corrente elétrica é formada naquele local*”; Artur: “*Sim, é possível criar um campo magnético a partir da corrente elétrica por mais poder*”; Beto: “*Sim, porque ocorre a eletrização*”; Caio e Felipe: “*Não sei*”.

Questão 7: Como você imagina o funcionamento de um microfone?

De acordo com as informações obtidas nos Quadros 2 e 3, 100% dos alunos teve a resposta classificada nas categorias A3 e B2, respectivamente. No Quadro 1 apresenta-se os subsunçores necessários para ancoragem de novos conhecimentos. Através da análise das respostas dadas a esta pergunta, percebe-se que os alunos não aplicam conhecimento científico para explicar o funcionamento de equipamentos utilizados no cotidiano. Indica-se algumas respostas para fins de ilustração.

Aline, Artur, Beto, Denis, Edio: “As ondas sonoras são amplificadas pela corrente elétrica”; Beatriz: “Não sei”; Caio e Felipe: “Eu imagino que seja um aparelho especial para fazer a captação do som”; Carmen, Geovani, Hélio e Ítalo: “Ele capta os sons a partir dos fios”; “Através das ondas da nossa voz”.

Nas Figuras 1 e 2, é possível identificar com maior clareza a classificação dos alunos em relação à classificação de suas respostas ao questionário de pré-teste. Na figura 1 faz-se indicação da classificação das respostas dadas pelos alunos em relação à primeira dimensão, a qual buscou analisar de que maneira o conhecimento prévio dos alunos participantes se aproximam dos conhecimentos cientificamente aceitos.

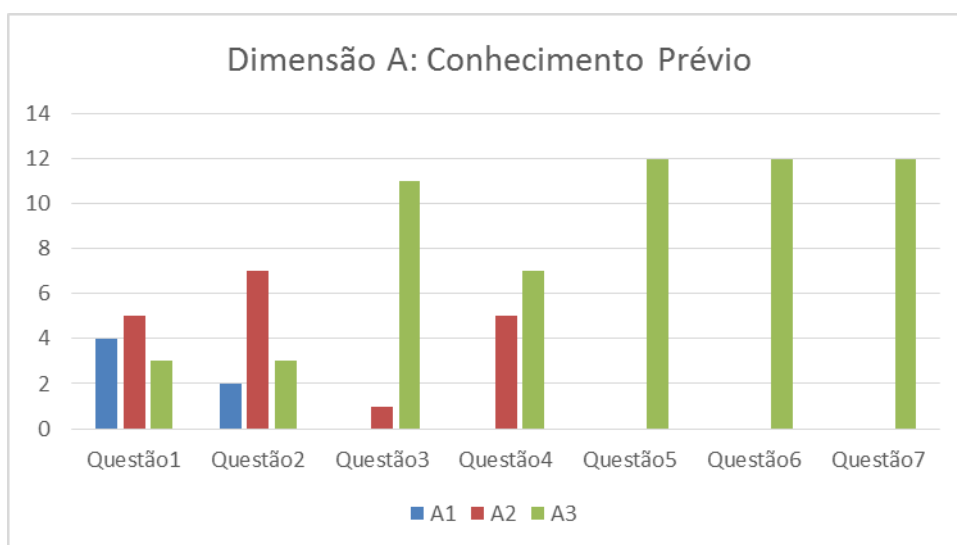


Figura 1 – Gráfico: Classificação do pré-teste.

Evidencia-se a classificação das respostas dadas às questões 5, 6 e 7, as quais 100% dos aprendizes apresentou conhecimento prévio não compatível com os conhecimentos cientificamente aceitos.

Na Figura 2, é possível identificar a classificação das respostas dadas pelos alunos no pré-teste, na qual identifica-se a classificação das respostas dadas pelos alunos em relação à segunda dimensão da análise do pré-teste, que serviu para identificar os subsunçores existentes na estrutura cognitiva para que a UEPS (Apêndice I) fosse planejada a partir dos resultados da análise.

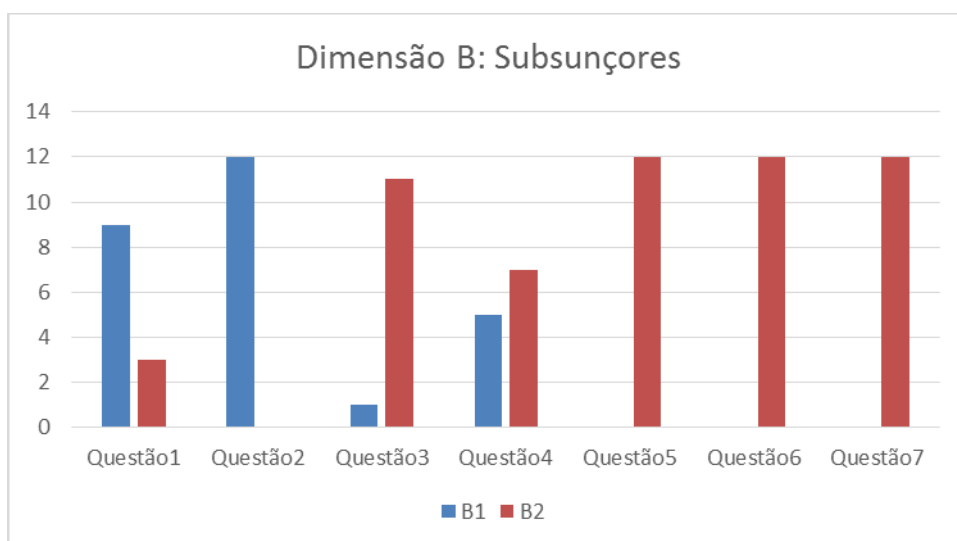


Figura 2 – Gráfico: Classificação do pré-teste.

Quadro 4 – Pré-teste x Pós-teste.

ALUNO	Questão 1		Questão 2		Questão 3		Questão 4		Questão 5		Questão 6		Questão 7	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Aline	A2– B1	C1	A2– B1	C 1	A3– B2	C 2	A2– B1	C2	A3 – B2	C 2	A3 – B2	C3	A3 – B2	C 1
Artur	A2– B1	C1	A2– B1	C1	A3– B2	C2	A2– B1	C2	A3 – B2	C2	A3 – B2	C1	A3 – B2	C1
Beatriz	A3– B2	C1	A1– B1	C1	A2– B1	C1	A3– B2	C2	A3 – B2	C3	A3 – B2	C3	A3 – B2	C3
Beto	A2– B1	C1	A2– B1	C1	A3– B2	C3	A2– B1	C2	A3 – B2	C2	A3 – B2	C3	A3 – B2	C1
Caio	A1– B1	C1	A3– B1	C2	A3– B2	C2	A3– B2	C2	A3 – B2	C2	A3 – B2	C1	A3 – B2	C2
Carmem	A1– B1	C1	A2– B1	C2	A3– B2	C1	A3– B2	C1	A3 – B2	C3	A3 – B2	C3	A3 – B2	C1
Denis	A2– B1	C2	A2– B1	C1	A3– B2	C2	A2– B1	C2	A3 – B2	C2	A3 – B2	C3	A3 – B2	C1
Edio	A2– B1	C1	A2– B1	C1	A3– B2	C2	A2– B1	C2	A3 – B2	C2	A3 – B2	C3	A3 – B2	C1
Felipe	A3– B2	C2	A2– B1	C2	A3– B2	C2	A3– B2	C2	A3 – B2	C2	A3 – B2	C1	A3 – B2	C2
Geovani	A1– B1	C2	A1– B1	C1	A3– B2	C2	A3– B2	C2	A3 – B2	C2	A3 – B2	C1	A3 – B2	C2
Hélio	A1– B1	C1	A3– B1	C2	A3– B2	C2	A3– B2	C2	A3 – B2	C2	A3 – B2	C1	A3 – B2	C2
Italo	A3– B2	C2	A3– B1	C1	A3– B2	C1	A3– B2	C2	A3 – B2	C3	A3 – B2	C3	A3 – B2	C3

Resultados do pós-teste

Após a aplicação da UEPS, ao final do último encontro, solicitou-se aos alunos que respondessem o questionário de pós teste, idêntico ao questionário aplicado no primeiro encontro, para obter possíveis indícios de evolução conceitual. Para isso, as respostas foram classificadas em três categorias distintas:

C1: Apresenta indícios satisfatórios de aprendizagem significativa

C2: Apresenta poucos indícios de aprendizagem significativa

C3: Não apresenta indícios de aprendizagem significativa

Para a classificação nas categorias acima na categoria C1, as respostas dos alunos deveriam conter os aspectos ressaltados no Quadro 1, sendo que na categoria C2 estão as respostas que apresentam tanto aspectos considerados cientificamente aceitos como aspectos que não podem ser assim considerados. Já na categoria C3 estão as respostas que não apresentam aspectos considerados cientificamente aceitos.

No Quadro 4 consta um comparativo da categorização feita a partir das respostas dadas pelos alunos no pré-teste, na primeira dimensão (A1, A2 e A3), segunda dimensão (B1 e B2) e no pós-teste (C1, C2 e C3). Este comparativo possibilita facilitar a análise em relação ao avanço conceitual (em preto), estagnação (em azul) ou retrocesso (em vermelho) percebidos na estrutura cognitiva do aluno.

Torna-se relevante ressaltar que aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem correta, e para buscar evidências de aprendizagem significativa Ausubel, Novak e Hanesian (1980) propõe que se forneçam situações diferentes daquelas trabalhadas em sala de aula, o que propôs, através da elaboração da UEPS em questão. Os conceitos cientificamente aceitos estão atrelados a continuidade do processo de aprendizagem, a reconciliação integradora, através da aprendizagem superordenada, ou seja, incorporando um conceito mais geral aos conceitos específicos, já presentes na estrutura cognitiva (Moreira, 2009).

A seguir apresenta-se as análises feitas a partir das respostas dadas aos questionários de pós teste, juntamente com possíveis indicativos de evolução conceitual apresentada pelos alunos a partir de comparativos em relação as respostas dadas ao pré-teste, procurou-se verificar evidências de aprendizagem significativa.

Questão 1: Qual a função da bateria em um circuito elétrico?

Para esta questão observa-se no Quadro 4 que 66,6% dos alunos tiveram suas respostas classificadas como C1, ou seja, as respostas dadas contemplam alguns aspectos apresentados no Quadro 1. A seguir exemplifica-se algumas respostas.

Beatriz: *“É um tipo de gerador, sua função é fornecer energia”*; Caio: *“Gerar e distribuir energia elétrica”*; Artur, Beto e Edio: *“Tem a função de armazenar e distribuir a energia quando for necessário”*.

Classificados como C2 tivemos 33,34% das respostas dadas pelos alunos, as quais apresentam tanto aspectos considerados cientificamente aceitos como aspectos que não podem ser assim considerados. A seguir apresenta-se alguns exemplos:

Geovani, Denis e Felipe: *“Dar energia ao circuito”*; Ítalo: *“A bateria chega até o circuito elétrico, gerando energia”*.

Geovani apresentou retrocesso em sua resposta (Quadro 4). No pré-teste sua resposta foi classificada na primeira dimensão como A1 e na segunda dimensão como B1, ou seja, conhecimento prévio cientificamente aceito, bem como apresentava subsunçores relevantes para ancoragem de novos conhecimentos. A classificação no pós-teste foi C2, ou seja, sua resposta apresenta aspectos que não são cientificamente aceitos. A resposta dada pelo aluno foi: *“Dar energia ao circuito”*. O verbo “dar” empregado sugere que as baterias cedem energia ao circuito e por esse motivo se gastam, contrariando o princípio de conservação da energia. De acordo com Moreira (2012 a), a clareza cognitiva que o aprendiz passa a adquirir na diferenciação entre subsunçores varia em relação às aprendizagens adquiridas no decorrer do processo de ensino. Sendo assim “trata-se de um conhecimento dinâmico, não estático, que pode evoluir e inclusive, envolver”. (Moreira, 2012a, p. 4)

Através das análises feitas, observa-se ainda no Quadro 4, que 58,34% dos estudantes apresentou avanços, 8,33% apresentou retrocessos e 33,33% não obteve avanços e retrocessos no processo de aprendizagem, porém, por algum motivo apresentam uma estagnação. Talvez as situações apresentadas não tenham mobilizado novos esquemas para a desestabilização dos alunos e sua estrutura cognitiva se manteve inalterada, ou ainda, os alunos não estavam predispostos a aprender os novos conceitos de forma significativa.

Questão 2: Como você faria para descobrir qual a corrente elétrica que passa por um circuito? E a voltagem?

No Quadro 4 temos a informação de que 66,67% dos aprendizes teve sua resposta classificada como categoria C1. A seguir apresenta-se alguns exemplos.

Artur, Aline, Beto, Edio e Denis: *“Com um multímetro”*; Ítalo: *“Medindo através de amperímetro e de volímetro”*; Beatriz: *“Mediria através de um amperímetro e a voltagem através de um volímetro”*.

Estes alunos fazem diferenciação entre os medidores de corrente elétrica e voltagem, de acordo com a identificação que fizeram do princípio de funcionamento do multímetro, bem como de utilizar a escala indicada no aparelho de forma adequada. No desenvolvimento da UEPS os alunos tiveram oportunidade de utilizar o multímetro, selecionar as escalas para medir corrente elétrica e voltagem, adequando o aparelho ao circuito (em série ou paralelo) de acordo com a necessidade. Embora tenham passado por essas experiências, os detalhes enfatizados nos encontros não foram utilizados nas respostas dadas à pergunta. Mesmo assim, considera-se que estes alunos apresentam indícios satisfatórios de aprendizagem significativa.

O restante da turma, 33,33% de acordo com o Quadro 4, teve sua resposta classificada como categoria C2, ou seja, apresenta poucos indícios de aprendizagem significativa. Através dos exemplos citados a seguir, torna-se evidente que os alunos não fazem diferenciação entre medidores de corrente elétrica e tensão e da utilização da escala de um multímetro.

Carmem: *“Usando um amperímetro”*; Caio, Felipe e Hélio: *“Usando um voltímetro”*.

Em relação aos avanços cognitivos, observa-se que 66,67% obteve avanços em relação à aprendizagem, demonstrando avanço conceitual no que diz respeito à maneira de fazer as medições das grandezas mencionadas na questão. Dos 33,33% restante, podemos de certa maneira afirmar que 16,665% não conseguiram dar continuidade ao processo da aprendizagem através da aprendizagem superordenada, incorporando conceitos mais geral aos conceitos específicos já presentes na estrutura cognitiva (Moreira, 1999b). Os alunos Beatriz e Geovani representam os outros 16,665% dos alunos que apresentaram um processo de estagnação, de acordo com a classificação proposta para esta análise, porém este caso diferencia-se da análise anterior pelo simples fato de que estes alunos já possuíam conhecimento prévio cientificamente aceito (categoria A1) e subsunçores relevantes (categoria B1) de acordo com a classificação de suas respostas no pré-teste. No pós-teste ambos mantiveram as respostas, sendo suas respostas classificadas como categoria C1, de acordo com os exemplos dados a seguir.

Beatriz: *“Mediria através de um amperímetro e a voltagem através de voltímetro”*; Geovani: *“Com um amperímetro e um voltímetro”*.

Questão 3: Qual a relação da corrente elétrica com a voltagem?

Através da classificação indicada no Quadro 4, sabe-se que 25% dos alunos teve sua resposta classificada como C1, ou seja, estes apresentaram uma evolução conceitual em relação à resposta dada ao pré-teste e por isso considera-se que obtiveram indícios de aprendizagem significativa. A seguir exemplifica-se algumas respostas:

Beatriz: *“Um é “dependente” do outro, precisa de uma diferença de potencial para gerar corrente”*; Ítalo: *“É preciso de uma voltagem para gerar uma corrente elétrica”*; Carmem: *“Precisa ter uma voltagem (ddp) para gerar uma corrente elétrica”*.

Outros 66,67% dos educandos teve sua resposta classificada como C2, neste caso não apresentam evolução conceitual e por isso considera-se que apresentaram poucos indícios de aprendizagem significativa. Algumas respostas ilustram a classificação indicada, que se justifica pelo fato de que os alunos sabem da necessidade de haver diferença de potencial para que se estabeleça uma corrente elétrica no circuito, porém não se expressam de maneira correta.

Caio, Felipe e Hélio: *“Positivo e negativo para poder passar a corrente”*; Artur: *“A relação é em ddp, porque sem o polo negativo e positivo não gera energia”*; Geovani: *“Positivo e negativo para gerar a corrente elétrica”*; Aline, Edio e Denis: *“Em ddp, tem que ter a diferença de potencial”*.

Através de uma análise comparativa dos resultados apresentados no Quadro 04, é possível perceber que apenas 8,33% não apresentaram evolução conceitual e desta forma sua resposta foi classificadas como categoria C3, não apresentando indícios de aprendizagem significativa. A seguir exemplifica-se a resposta.

Beto: *“A relação é a ddp (diferença de potencial)”*.

Através do comparativo entre as respostas dadas no pré-teste e pós teste mostradas no Quadro 4, percebe-se que 91,67% dos alunos apresenta evolução conceitual no que diz respeito a relação entre voltagem e corrente elétrica em circuitos. Apenas um aluno, representando 8,33% do grupo não apresentou avanço ou retrocesso no processo de aprendizagem. Concorda-se com Moreira (2009) que alerta para a possibilidade de que as situações propostas não tenham sido adequadas ou suficientes para que o aluno apresentasse avanço ou o aluno não estava predisposto a aprender significativamente os conceitos apresentados.

Questão 4: Como o som sai do seu celular (ou rádio, TV, som automotivo, etc.) e chega até os ouvidos?

Para esta questão, esperava-se que os alunos respondessem de acordo com a descrição estabelecida no Quadro 1, ou seja, que mencionassem a existência de ondas mecânicas e da necessidade de um meio material para propagar-se. Apenas uma aluna, representando 8,33% do grupo apresentou indícios satisfatórios de aprendizagem significativa em sua resposta, classificada como categoria C1, de acordo com informação obtida através do Quadro 4. Exemplifica-se com as respostas dadas pelos alunos pesquisados.

Carmem: *“Através de vibrações, ondas sonoras se propagam no ar”*.

As respostas classificadas como categoria C2 somam 91,67% do grupo, que não enfatiza as características das ondas mecânicas, fator fundamental para que o som que sai do alto falante do celular chegue até os ouvidos. A seguir exemplifica-se algumas respostas.

Beatriz, Ítalo e Hélio: *“Através das ondas sonoras”*; Artur, Caio e Felipe: *“Pelas ondas sonoras”*.

Comparando os dados do Quadro 4, percebe-se que 58,34% dos alunos evoluíram conceitualmente em relação à resposta dada no questionário de pré-teste. Apesar de não apresentar as características das ondas sonoras, os alunos compreenderam a diferença entre ondas mecânicas e eletromagnéticas, o que não estava evidente inicialmente. Ainda podemos indicar que 41,67% não apresentou avanços ou retrocessos nas respostas apresentadas, ou seja, não incorporaram conceitos mais gerais aos específicos já presentes em sua estrutura cognitiva. De acordo com Moreira (1999a, p. 156), independentemente de quão disposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo. Isso significa que talvez os alunos pertencentes a essa porcentagem não manifestaram uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o material apresentado à sua estrutura cognitiva, ou ainda, o material apresentado pode não ter sido potencialmente significativo para este grupo de alunos.

Questão 5: Você acha que um ímã é capaz de gerar uma corrente elétrica?

Para esta questão, através da análise da categorização das respostas dos alunos no pós teste no Quadro 4, percebe-se que 75% dos alunos teve sua resposta classificada como categoria C2, ou seja, considera-se que obtiveram poucos indícios de aprendizagem significativa. Alguns alunos identificam a obrigatoriedade de movimentação dos ímãs para produzir variação de fluxo magnético de e outros percebem a necessidade de haver campo magnético gerado pelos ímãs. Estes alunos, de certa maneira, consideram aspectos relevantes indicados no Quadro 1. A seguir alguns exemplos.

Artur, Aline, Beto, Edio e Denis: “*Sim, através de vibrações*”; Caio, Felipe, Geovani e Hélio: “*Sim porque o ímã gera um campo magnético*”.

O restante do grupo de alunos, 25% teve sua resposta classificada como categoria C3, ou seja, não apresentam indícios de aprendizagem significativa a respeito dos conceitos envolvidos nesta questão. Por exemplo:

Carmem: “*Sim. Um ímã tava sendo percorrido por uma corrente elétrica*”; Beatriz e Ítalo: “*Sim, é possível*”.

Através de um comparativo entre as respostas dos questionários de pré e pós testes, apresentados no Quadro 4, percebe-se ainda que 75% dos alunos obteve avanços em suas respostas. Apesar de não apresentarem evidências de conhecimentos cientificamente aceitos em suas respostas, demonstram certa evolução em relação ao conhecimento prévio, o qual ainda necessita incorporação de conceitos mais gerais aqueles que ele já acrescentou em sua estrutura cognitiva. Para que isso aconteça, é importante que novas atividades experimentais sejam executadas e refletidas pelo aluno para que haja continuidade do processo de aprendizagem. Também se percebe que 25% dos alunos não demonstra avanços ou retrocessos, ou seja, apresentam os mesmos conceitos indicados como conhecimento prévio. O conceito físico envolvido na questão, até o momento era totalmente novo para o grupo de estudantes, sendo que os aspectos necessários não haviam sido trabalhados em sala de aula. É necessário oferecer mais recursos teórico e prático para que os estudantes assimilem os fenômenos físicos aos conceitos, o que demanda certo tempo. De acordo com Moreira (2012 a), a clareza cognitiva que o educando adquire na diferenciação de um subsunçor a outro varia ao longo do tempo em relação a aprendizagem adquirida. Considera-se de certa maneira, que as situações apresentadas na UEPS não foram suficientes para modificar os esquemas preexistentes na estrutura cognitiva do aluno, mantendo-a inalterada e/ou os alunos não estavam predispostos a aprender significativamente os conceitos apresentados.

Questão 6: Será possível gerar campo magnético a partir de uma corrente elétrica?

Por meio de análises feitas no Quadro 4, considera-se que 41,67% dos alunos percebem a existência de campo magnético em torno de fios por onde percorre corrente elétrica, aspectos relevantes indicados no Quadro 1. Por exemplo.

Caio, Felipe e Geovani: “*Sim, porque a corrente produz campo magnético envolta de fios*”; Artur: “*Sim, porque assim como a corrente elétrica gera energia, o campo magnético gera mesmo*”.

O restante do grupo, 58,33% não apresenta indícios de aprendizagem significativa. Apesar de concordarem com a possibilidade de geração de campo magnético através de corrente elétrica, não demonstram argumentos que possibilitam encontrar evidências de Aprendizagem significativa. Por exemplo: Edio, Denis, Beto e Aline: “*Sim*”.

Em relação aos avanços e retrocessos apresentados pelos alunos, por meio de análise dos resultados oferecidos no Quadro 4, apenas 41,67% apresenta avanços em relação ao conhecimento prévio apresentado no questionário de pré-teste. O restante, 58,33% não apresenta evolução conceitual, permanecendo com falta de subsunçores para que os novos conhecimentos sejam ancorados na estrutura cognitiva. De acordo com Moreira e Masini (1982), é imprescindível que sejam oferecidos novas situações problemas para que o aluno

consiga subsunçores adequados para desestabilizar sua estrutura cognitiva introduzindo os novos conceitos. O material apresentado para as novas situações problemas a serem propostas, deverá ser potencialmente significativo e os alunos precisam estar predispostos a aprender de maneira significativa. Pode-se identificar claramente no Quadro 04 os alunos que não tiveram avanços em relação aos conceitos envolvidos nesta questão, são aqueles que não apresentavam conhecimento prévio e subsunçores adequados para que o novo conhecimento fosse ancorado a sua estrutura cognitiva. Este fato contribui para afirmar o que orienta a teoria ausubeliana:

“... o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe; descubra isso e ensine-o de acordo” (Ausubel, 1968, 78-80).

Questão 7: Como você imagina o funcionamento de um microfone?

Para esta questão, 50% dos alunos teve sua resposta classificada como C1, ou seja, estes alunos conseguem explicar satisfatoriamente o funcionamento do microfone, apontando evidências satisfatórias de aprendizagem significativa. As respostas consideram alguns aspectos descritos no Quadro 1, de acordo com alguns exemplos.

Artur, Aline e Beto: “*As ondas sonoras geram uma vibração, que passa pela bobina*”; Carmem e Denis: “*Através de uma bobina que capta os sons ou a voz, vibrando com certa frequência*”.

Uma fração de 33,34% dos alunos do grupo teve sua resposta classificada como C2, apresentando pouca evolução conceitual. Para ilustração, cita-se a seguir algumas respostas.

Felipe: “*Uma bobina que capta o som*”; Geovani: “*Com as ondas sonoras batendo numa bobina*”; Caio: “*Ele capta a vibração do som*”.

O restante do grupo, 16,66% não apresentam em suas respostas aspectos relevantes a respeito do funcionamento de um microfone. Não indicam evolução conceitual em suas respostas, classificadas como C3. Alguns exemplos a seguir.

Ítalo: “*Através dos elétrons que circula*”;

Beatriz: “*Precisa de um gerador, um fio, energia e alto falante para captar um som*”.

Considera-se que 83,34% dos estudantes apresenta evolução conceitual em sua resposta dada ao pós-teste, de acordo com os dados apresentados no Quadro 4, comparativo entre os dois questionários propostos, no início e ao final da implementação da UEPS. O restante do grupo, representando 16,66%, não apresenta avanços ou retrocessos, indicando em sua resposta que não evoluíram conceitualmente a partir do conhecimento prévio. A manifestação de novos significados aos conceitos relacionados a esta questão, apresentados pela maioria dos alunos, de acordo com Silva e Schirlo (2014), ajuíza o complemento de um processo de aprendizagem significativa. Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p. 34) explicam que “a aprendizagem significativa envolve a aquisição de novos significados e os novos significados, por sua vez, são produtos da aprendizagem significativa”.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O gráfico apresentado na Figura 3 compara os avanços, retrocessos e estagnações dos alunos participantes, em relação às evidências de aprendizagem significativa indicadas através das respostas dadas pelos alunos ao início e ao final da aplicação da UEPS. São notáveis os índices de avanço cognitivo dos alunos em relação ao conteúdo de eletromagnetismo abordado nas questões de pré e pós testes, cuja preocupação do grupo de pesquisadores foi constante no decorrer de cada encontro, no sentido de avaliar aquilo que o aluno já possuía em sua estrutura cognitiva, perceber os avanços obtidos no decorrer daquele encontro e a partir desses dados, elaborar situações para o próximo encontro, de maneira que estas atitudes dos pesquisadores convergem com o que foi exposto por Moreira (1999a):

“... pode-se inferir que o papel do professor na facilitação da aprendizagem significativa envolve pelo menos quatro tarefas fundamentais:

- 1. Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino (...).*
- 2. Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo.*

3. Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar, dentre os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno.

4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. (...). (Moreira 1999a, p.. 162).

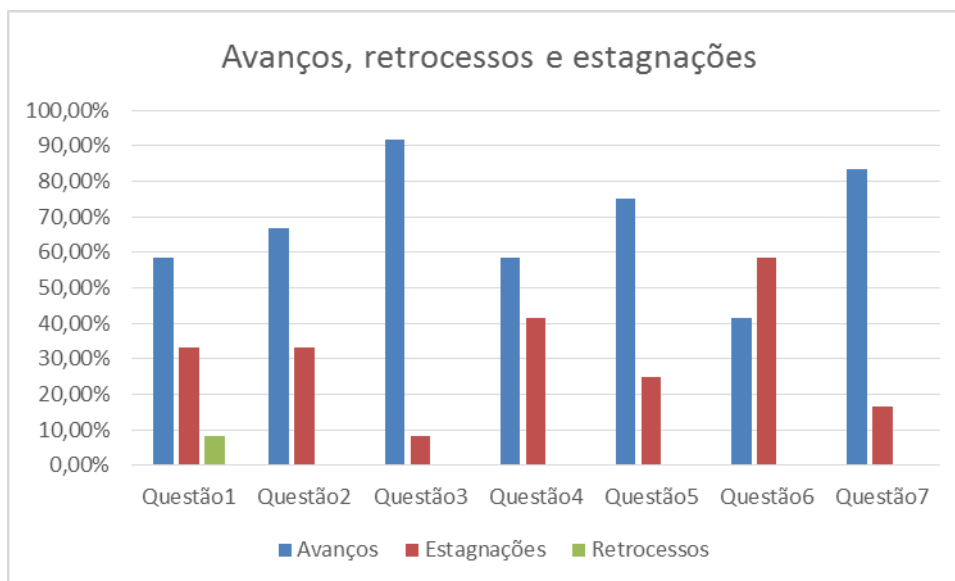


Figura 3 – Gráfico: Indicação dos avanços, retrocessos e estagnações.

Nossos dados apontam que essa evolução se deve ao planejamento a aplicação da UEPS, que de acordo com as orientações de Moreira (2005) observam constantemente a organização sequencial dos conteúdos a serem desenvolvidos, de maneira coerente com as relações de dependência que existem naturalmente entre eles. Além da organização dos conteúdos previstos no planejamento da UEPS, considerou-se a cada encontro o conhecimento prévio do aluno, bem como a presença ou ausência de subsunçores em sua estrutura cognitiva para possibilitar a ancoragem de novos conhecimentos. De acordo com Ausubel (1978), fator tão importante quanto o planejamento é imprescindível que o aluno esteja predisposto a aprender. Percebeu-se que o circuito elétrico transformador de energia sonora em elétrica foi importante na motivação e, portanto, para o processo de ensino aprendizagem de eletromagnetismo (entre outros conceitos físicos associados, não enfatizados no presente trabalho), fundamental para motivar os alunos no processo de ensino e aprendizagem. Afirma-se que o circuito utilizado, por ser significativo pode induzir uma predisposição por parte do aluno, implicando na intencionalidade de aprender. Segundo Moreira (2005) essa intencionalidade depende da relevância que o aprendiz atribui ao novo conhecimento.

Tão importante quanto a os índices de avanços observados em grande parte das questões, é o índice de retrocesso observado na Questão 1 (Figura 3). Embora o aluno apresentasse subsunçor para ancoragem de novos conhecimentos em sua estrutura cognitiva, o mesmo retrocedeu em relação ao processo de aquisição de conhecimento. Neste sentido, a orientação de Moreira indica que:

“pode ocorrer também que um subsunçor muito rico, muito elaborado, isto é, com muitos significados claros e estáveis, se oblitere ao longo do tempo, “encolha” de certa forma, no sentido de que seus significados não são mais tão claros, discerníveis uns dos outros. Na medida em que um subsunçor não é frequentemente utilizado ocorre essa inevitável obliteração, essa perda de discriminação entre significados. É um processo normal do funcionamento cognitivo, é um esquecimento, mas em se tratando de aprendizagem significativa a reaprendizagem é possível e relativamente rápida”. (Moreira, 2012a. p. 4)

Em relação aos índices de estagnações encontrados em todas as questões, especialmente na Questão 06 (Figura 03), concorda-se com as afirmações de Moreira (2012a) quando nos diz que o processo de construção do conhecimento varia ao longo do tempo:

“A clareza, a estabilidade cognitiva, a abrangência, a diferenciação de um subsunçor variam ao longo do tempo, ou melhor, das aprendizagens significativas do sujeito. Trata-se de um conhecimento dinâmico, não estático, que pode evoluir e, inclusive, involuir. Em linguagem coloquial poderíamos dizer que “nossa cabeça” está “cheia” de subsunçores, uns já bem firmes outros ainda frágeis, mas em fase de crescimento, uns muito usados outros raramente, uns com muitas “ramificações”, outros “encolhendo”. (Moreira, 2012a, p. 4)

Ressaltamos que a estagnação verificada nas respostas dadas pelos alunos pode ser de dois tipos: - Tipo 1: o aluno já possuía conhecimento científico; - Tipo 2: o aluno não possuía conhecimento científico. A estagnação do tipo 2 encontrou-se apenas na questão 1 (Figura 03), por 8,33% das respostas. Nas demais questões observa-se apenas estagnação do tipo 1. Além dos motivos apresentados por Moreira, o processo de estagnação também pode ter ocorrido devido à dificuldade do conceito físico em si, que é de difícil compreensão. O tempo de aplicação da UEPS foi curto para trabalhar as dificuldades conceituais envolvidas nos fenômenos físicos apresentados.

Diante dos resultados obtidos através de análises criteriosas das respostas dadas pelos alunos pesquisados aos questionários de pré e pós teste, bem como das discussões provenientes da classificação inicialmente proposta para análise das respostas, percebemos que aprendizagem significativa não pode ser considerada como “aquela que o aluno jamais irá esquecer”. Convergimos com a ideia de Moreira & Masini (1982) em sua afirmativa de que a assimilação obliteradora, ou seja, a continuidade natural da assimilação de novos conceitos, é uma continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não se trata de um esquecimento absoluto. Segundo Moreira (2012a)

“É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados. Se o esquecimento for total, como se o indivíduo nunca tivesse aprendido um certo conteúdo é provável que a aprendizagem tenha sido mecânica, não significativa. (Moreira, 2012a, p. 4).

A UEPS proposta para o ensino de eletromagnetismo fundamenta-se em um circuito elétrico para transformação de energia sonora em elétrica, que se mostrou uma situação problema significativa. Os alunos participantes precisavam compreender e explicar os conceitos físicos relacionados ao eletromagnetismo para explicar os fenômenos envolvidos no funcionamento do circuito elétrico. Para tal, a UEPS elaborada considera níveis crescentes de complexidade em cada um de seus passos, a cada passo identificando o domínio conceitual dos alunos para poder avançar à níveis crescentes de complexidade, conforme orientação dada por Moreira (2011). As propostas apresentadas vão ao encontro da teoria dos campos conceituais proposta por Vergnaud (1990), ou seja, corresponde a um campo de situações-problema, cujo domínio é progressivo, lento, com rupturas e continuidades. Segundo Moreira (2011), o papel do professor é o de provedor dessas situações, selecionadas cuidadosamente, o de organizador do ensino e de mediador da captação de significados por parte do aluno. Ainda segundo Moreira (2004):

“A trajetória do aprendiz ao longo de um campo conceitual científico é sinuosa, difusa, difícil e, sobretudo, demorada. Não se pode esperar que um aluno domine um campo conceitual (...) através de uma ou duas unidades didáticas desenvolvidas ao longo de dois ou três meses. (...) o campo conceitual vai sendo progressivamente dominado pelo aprendiz; o conhecimento implícito vai evoluindo, progressivamente, para o explícito, ao invés de ser substituído por ele. Isso, como alerta Vergnaud, pode levar muito tempo, muitos anos talvez, mas o ensino e, em última análise, o professor têm um papel essencial nesse processo. Sem o ensino, não há razão nenhuma para se acreditar que o sujeito passe a dominar campos conceituais complexos e formalizados como os científicos.” (Moreira, 2004, p. 24).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alunos participantes dos encontros promovidos para aplicação da UEPS avaliaram positivamente o projeto. Consideram valiosa a proposta de ensino-aprendizagem pois aprender nunca é demais, aprovaram o andamento dos encontros pois houve preocupação por parte dos acadêmicos em preparar os mínimos detalhes para que tudo ocorresse na mais perfeita ordem. Agradeceram a oportunidade que tiveram em aprender coisas novas, que ainda não tinham conhecimento. Pediram que em uma próxima aplicação houvessem mais aulas práticas, o que consideraram positivas possibilitaram entender e perceber os conceitos teóricos envolvidos e dessa maneira contextualizá-los com situações do cotidiano. A avaliação positiva por

parte dos alunos participantes e os resultados apresentados através da análise das respostas dadas às perguntas dos questionários de pré e pós-teste contribuíram para que se perceba a relevância e notória motivação por parte dos acadêmicos responsáveis por “ensinar” com fundamentos teóricos baseados na teoria construtivista de David Ausubel, e principalmente destes estudantes de ensino médio através da predisposição em “aprender”, apresentada ao longo dos encontros e confirmada através da avaliação positiva da UEPS. Os acadêmicos participantes puderam constatar a importância de planejar, implementar e avaliar a proposta, contribuindo assim com sua formação inicial enquanto professor pesquisador reflexivo, utilizando referenciais teórico-metodológico-epistemológico adequados que orientaram seu planejamento-ação-reflexão. Desta maneira conseguiu-se proporcionar uma aproximação entre a teoria e prática na formação inicial docente, além das horas de estágio supervisionado oferecidas aos licenciandos, obrigatórias durante o curso de formação docente. Em momento posterior os acadêmicos serão motivados a analisar os mapas conceituais produzidos durante os encontros, categorizar as respostas dos estudantes possibilitando uma atitude reflexiva de sua práxis. Através dos resultados obtidos no presente estudo, comprova-se que, segundo os princípios da teoria psicológica de Ausubel, para facilitar a aprendizagem significativa deve-se levar em consideração: o conhecimento prévio do aluno, sua predisposição para aprender e o material apresentado deve ser potencialmente significativo. O circuito elétrico utilizado como pano de fundo para o planejamento da UEPS demonstrou ser um fator motivador para que os alunos apresentassem predisposição para aprender, assim ressaltamos a importância de se utilizar elementos que motivem os alunos a partir de sua vivência cotidiana. Os resultados da análise dos questionários respondidos pelos alunos ressaltam o potencial da UEPS planejada para o ensino do eletromagnetismo no Ensino Médio, o que leva a pretensão de ter atingido o objetivo principal deste trabalho, no qual mostrou-se o planejamento e a execução da proposta. Espera-se que este trabalho possa influenciar outros professores (em formação inicial ou continuada) e pesquisadores do ensino de ciências a trabalhar com UEPS.

REFERÊNCIAS

- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. (1a ed.). Nova York, Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, David P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view*. (2a ed.). Nova York: Holt, Rinehart and Winston.
- Bardin, L. (2006). *Análise de conteúdo* (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trans.). Lisboa: Edições 70.
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- BRASIL. (2013). Ministério da Educação. Secretaria de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica / Ministério da Educação. Brasília: MEC, SEB, DICEI.
- BRASIL. (1996). Ministério de Educação e Cultura. LDB - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC.
- BRASIL. (2000). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Brasília: MEC.
- BRASIL. (2002). Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. Brasília: MEC.
- GRAF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Instituto de Física da USP, 2002. Recuperado de <http://www.laboratoriodefisica.com.br/GREF/eletro/eletro31.pdf>.
- Hewitt, P. G. (2002). *Física Conceitual*. (Tradução de Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina). (9a ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Moreira, M. A. (2004). *A Teoria dos campos conceituais de Vergnaud: o ensino de ciencias nesta área*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS.
- Moreira, M. A. (2012a). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum*, 25; marzo 2012, pp. 29-56. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/96956>.
- Moreira, M. A. (2012b). Unidades de Ensino Potencialmente Significativas UEPS. Porto Alegre: UFRGS, Instituto de Física. In Textos de apoio ao professor de física, 23(2). Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/public/tapf/moreira_v23_n2.pdf.

- Moreira, M.A. (1999a). *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo. EPU.
- Moreira, M.A. (1999b). *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Moreira, M. A. (2010). Aprendizagem Significativa Crítica. *Atas do III Encontro Internacional Sobre Aprendizagem Significativa*, Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000. (2a ed.). Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>
- Moreira, M. A. (2009). *Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de ciências: comportamentalismo, construtivismo e humanismo* (1a ed.). Porto Alegre. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf>.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 1(2), 43-63. Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf
- Moreira, M. A., & Buchweitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o Vê epistemológico*. Lisboa: Plátano.
- Moreira, M. A., Caballero, M. C., & Rodríguez, M. L. (Orgs.) (1997). *Aprendizagem Significativa: um conceito subjacente. Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo* (pp.19-44). Burgos, España.
- Moreira, M. A., & Masini, E. A. F. S. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.
- Osterman, F., & Moreira, M. A. (2001) A atualização do currículo de Física na escola de nível médio: um estudo desta problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial. *Caderno Catarinense de Física*, Florianópolis, 18(2), 135-151.
- Penteado, P. C. M., & Torres, C. M. A. (2005). *Física, Ciência e Tecnologia – Volume 3*. Porto Alegre: Moderna.
- Resnick, R., & Halliday, D. (1984). *Física 3*. (4a ed.). Rio de Janeiro: LCT.
- Rodrigues, Eduardo Amandia Marçal. (2016) *O Uso de um Sistema de Som Automotivo Gerador de Energia em uma Proposta de Ensino por Investigação (RS)*. Trabalho de Conclusão de Curso Licenciatura em Ciências da Natureza da Universidade Federal do Pampa.
- Schacht, M. (2010). *Transformação de energia sonora em energia elétrica num sistema de som automotivo (RS)*. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina – FAHOR.
- Silva, S. C. R., & Schirlo, A. C. (2014). Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: Reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. *Imagens da Educação*, 4(1), 36-42. Recuperado de <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ImagensEduc/article/viewFile/22694/PDF>
- Spoehr, C. B. (2015). Eletromagnetismo na educação básica: uma proposta de ensino por investigação a partir da transformação de energia sonora em elétrica em um sistema de som automotivo. VI Encontro Estadual de Ensino de Física – RS, Porto Alegre, 2015 (65 – 71 p.). Recuperado de http://www.if.ufrgs.br/mpef/6eeefis/VI_EEEFis-RS/home_files/Atas_VI_EEEFis_RS.pdf
- Vergnaud, G. (1990). *La théorie des champs conceptuels. Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23), 133-170. Recuperado de <http://rdm.penseesauvage.com/La-theorie-des-champs-conceptuels.html>

Recebido em: 09.03.2017

Aceito em: 21.08.2017