

## UMA UEPS COM ENFOQUE CTSA NO ENSINO DE FÍSICA: GERAÇÃO, PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

*A PMTU with CTSA approach in physics education: generation, production and consumption of electrical energy*

**Cristiane Hammel** [cris.hammel@yahoo.com]

**Ricardo Yoshimitsu Miyahara** [ricardomiyahara@yahoo.com.br]

**Sandro Aparecido dos Santos** [profsandrosantos1966@gmail.com]

*Universidade Estadual do Centro-Oeste*

*Rua Simeão Varela de Sá, 03 - CEP 85040-080 - Vila Carli, Guarapuava - PR*

*Recebido em: 11/07/2018*

*Aceito em: 25/02/2019*

### Resumo

Este trabalho apresenta o relato da aplicação de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) com enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) no ensino de Física, especificamente o estudo da eletrodinâmica, através do tema eletricidade. O objetivo foi verificar de maneira qualitativa a eficácia da aplicação/realização de uma sequência didática e, se esta possibilitou de maneira satisfatória uma aprendizagem significativa. Apresenta-se o roteiro das atividades realizadas e a análise crítica destas, buscando evidências de um aprendizado bem-sucedido do conteúdo proposto. Feito isto, evidencia-se que a aplicação da UEPS com enfoque CTSA pode ser considerada uma alternativa proveitosa para o ensino de Física.

**Palavras-chave:** UEPS; CTSA; Ensino de Física.

### Abstract

This work presents the report of the application of a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU) with a STSE (Science, Technology, Society and Environment) focus in physics teaching, specifically the study of electrodynamics, through the theme of electricity. The objective was to verify in a qualitative way the effectiveness of the application / accomplishment of a didactic sequence and, if this enables in a satisfactory way a meaningful learning. It presents the script of the activities carried out and the critical analysis of these, looking for evidences of a successful learning of the proposed content. This way, it is evident that the application of the PMTU with STSE approach can be considered a useful alternative for the teaching of Physics.

**Keywords:** PMTU; STSE; Teaching Physics.

## Introdução

O presente século desafia a escola e o professor de maneira sem precedentes na história da educação como sistema formal de ensino. Somos sujeitos imersos na era da informação, fruto da chamada terceira revolução tecnológica, período que destaca-se pela impressionante expansão nas tecnologias de processamento de dados e informações que o marcam fundamentalmente.

A escola e o professor estão passando por um processo de transição. Essa transição acontece por diversos fatores, mas o principal é que a escola como a conhecemos não serve mais, não prepara para o mundo do trabalho ou sequer para o ingresso no ensino superior. Esta afirmação pode surpreender um leitor mais cético, porém, aos indivíduos que compartilham da realidade do Ensino Fundamental II e do atual Ensino Médio, percebem que ela não é tão absurda assim.

Um professor responsável, ativo e comprometido com o ensino e principalmente com a aprendizagem do sujeito que hoje frequenta a escola, vai buscar maneiras, formas que toquem esse aluno, que provoquem e promovam nele a alteração dos conhecimentos e conceitos por ele acumulados, fornecendo maneiras e subsídios que possibilitem a reestruturação, a reelaboração e a aprendizagem de novos conceitos e conseqüentemente novos conhecimentos.

A pesquisa foi realizada em uma turma do terceiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual do Campo Faxinal da Boa Vista localizado na comunidade rural do Faxinal da Boa Vista município de Turvo no Paraná. Apresenta cunho exploratório e reflexivo com a proposição de algumas ideias simples, no entanto eficientes, para a aplicação em sala de aula, de uma sequência didática no intuito de amenizar a discrepância apresentada entre o que a sociedade exige como produto final da escola, a expectativas dos pais e as necessidades dos alunos.

A UEPS apresenta-se como uma sequência didática prática e que pode ser utilizada na abordagem de qualquer conteúdo, em qualquer disciplina ou contexto escolar por qualquer público. Seja na escola pública ou privada, do campo ou na cidade, em qualquer nível de ensino, básico, fundamental, médio ou superior, sua aplicação demonstra-se flexível e eficiente.

A aplicação de uma UEPS conjuga perfeitamente com o enfoque CTSA, visto que essa abordagem privilegia a contextualização do conteúdo abordado pelo professor, ambicionando um olhar crítico voltado às aplicabilidades dos produtos resultantes do desenvolvimento conseqüente e somatório do conteúdo inicialmente abordado.

O enfoque CTSA, há mais de quarenta anos, destaca-se como um dos principais campos de investigação e ação social. Apresenta-se como necessário e pertinente no contexto educativo, visto que este enfoque traz à tona a discussão da necessidade do repensar e reestruturar o currículo disciplinar e a abordagem dos conteúdos, colocando a ciência e tecnologia a partir de novas percepções vinculadas à conjuntura social e ambiental.

No que tange o ensino da Física, conceitos, definições e cálculos são repetidos mecanicamente, não havendo, na maioria das vezes, abstração, compreensão ou troca de significados. O que acontece são memorizações e reproduções de maneira literal. A demanda é de um professor que provoque uma diferenciação e variação nas situações problema propostas, e que aluno, mesmo com essa alteração e variação, reconheça e identifique essa situação completamente nova conseguindo resolvê-la, baseando-se no conteúdo estudado.

Finkel (2008) é enfático ao afirmar que o modelo atual de ensino está voltado para a aprendizagem de informações específicas em curto prazo. Sendo assim, pouco resta dessa aprendizagem após algum tempo. Enfatiza-se que é latente a necessidade de uma educação que viabilize aprendizagens relevantes e de longa duração, que transformem nossa visão de mundo, aprofundando-a e ampliando-a.

No entanto, ao voltarmos nosso olhar para a sala de aula, verificamos que permanecem as mesmas. São espaços específicos e singulares, onde acontecem as interações entre os sujeitos e o conhecimento e onde deveria, teoricamente, acontecer a aprendizagem relevante, efetiva, a aprendizagem significativa.

O objetivo desse trabalho é corroborar com ressignificação do ensino da Física abordando as contribuições possíveis que a aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa a partir do enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente pode trazer ao abordar conteúdos relacionados ao estudo da eletricidade desenvolvido no Ensino Médio.

Para isso, estabeleceu-se como objetivo geral verificar se o uso de uma UEPS com enfoque CTSA contribui com os estudantes para uma aprendizagem significativa acerca do tema proposto, trabalhado a partir da perspectiva da geração, produção e consumo de energia elétrica como tema gerador por sua relação com os conceitos físicos. Como objetivos específicos que corroboram na investigação e com a intenção de responder aos questionamentos levantados que se seguem:

(i) Aplicar a UEPS com estudantes de um terceiro ano do ensino médio.

(ii) Levantar questionamentos acerca do enfoque CTSA e o conteúdo abordado.

(iii) Avaliar a viabilidade da associação entre as UEPS, o enfoque CTSA e o ensino da Física para uma aprendizagem significativa.

Justifica-se essa investigação através da grande quantidade de publicações sobre estudos que envolvem UEPS para o ensino de Física, bem como sua relevância para uma ponderação e reflexão diante das dificuldades emergentes em sala de aula na atual conjuntura escolar.

Dessa forma, a aspiração do presente trabalho é incorporar as UEPS com o enfoque CTSA numa sequência didática do estudo Física no que tange o ensino da eletricidade através da geração, produção e consumo de energia elétrica.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esse trabalho encontra-se fundamentado na Teoria da Aprendizagem Significativa. Moreira afirma que

aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé-da-letra, e não-arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2011, p. 44)

Para Ausubel (2003) a aprendizagem significativa é um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com os conhecimentos prévios dos estudantes, denominados, por ele, de subsunçores. Dessa forma, a referida aprendizagem significativa acontece sempre que o novo conhecimento ancora-se nos conhecimentos prévios. Quanto mais abrangente e mais significativa for a aprendizagem, mais diversificados serão os subsunçores.

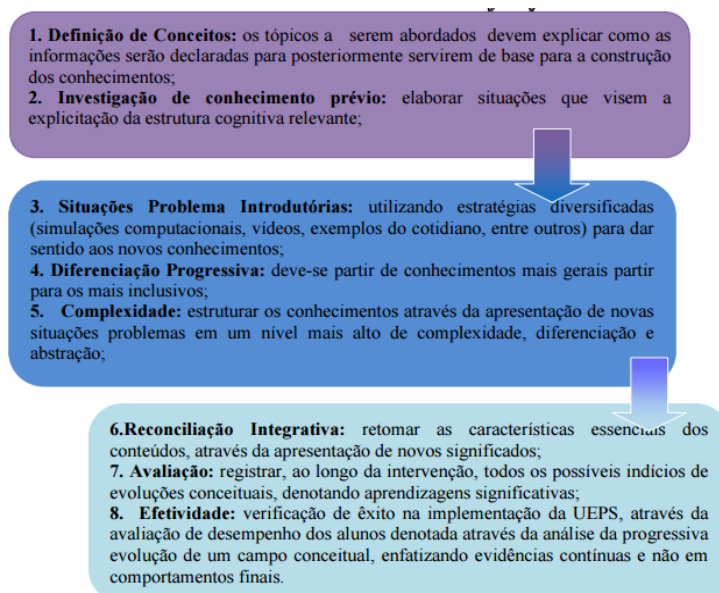
Em termos simples, subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimentos do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles. (MOREIRA, 2011, p. 45)

Ao elaborar uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativas, Moreira e Masini apontam que a aprendizagem deve ser significativa e crítica, de modo que na

[...] aprendizagem significativa crítica o aprendiz é a pessoa que deve captar criticamente os significados dos conteúdos da matéria de ensino. Quer dizer, deve apresentar uma intencionalidade para captar e internalizar significados aceitos no contexto da matéria de ensino, porém não como se fossem únicos e definitivos [...] (MOREIRA, MASINI, 2015, p. 53)

Destaca-se também, que para observar a ocorrência de evidência da aprendizagem significativa, o critério que mais influenciará é o aluno estar disposto a aprender, pôr-se à disposição da aquisição de um novo saber, ser ativo, problematizador e questionador dos conteúdos conceituais trabalhados na escola.

Dessa forma, pode-se utilizar as UEPS como um método cujo objetivo é potencializar a aprendizagem significativa, disposto e organizado em oito passos, que estão resumidos a seguir (vide figura 1).



**Fig. 1:** Síntese das etapas da UEPS<sup>1</sup>

No que tange a abordagem CTSA, podemos considerar que ela é contemplada de maneira satisfatória na Lei de Diretrizes e Bases – LDB, que rege a educação no Brasil, e, em cujo artigo 36 se evidencia que o currículo do ensino médio “*destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania*” (Brasil, 1996).

Essa especificidade explícita na lei, vai exigir por parte de todos os envolvidos no processo educativo – professores, alunos e equipes multidisciplinares – um repensar de suas práticas a fim de

<sup>1</sup> Disponível em: <http://sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/ensino-de-fisica/01406514476.pdf>. Acessado em 23 de setembro de 2017

que estas vislumbram a interdisciplinaridade, contextualizadas social, cultural e historicamente e pensadas de acordo com conceito de situações-problema.

Sendo assim, percebe-se que a educação na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade e Ambiente (CTSA) encontra suporte e respaldo através da proposta apresentada pela LDB, no momento em que permite a articulação entre distintas disciplinas e áreas do conhecimento, que privilegia os saberes dos alunos como também os contextos sócio-históricos-políticos-culturais em que eles estão inseridos, considerando-os primordiais à composição do conhecimento comprometido com fortalecimento da cidadania e com a formação integral do aluno

Atualmente, o enfoque CTSA busca por uma participação mais expressiva das diversas áreas sociais nas decisões relacionadas ao desenvolvimento e aplicações de ciência e tecnologia. Como afirmou Auler (2003)

um dos objetivos centrais desse movimento consistiu em colocar a tomada de decisões em relação à ciência e tecnologia num outro plano. Reivindicam-se decisões mais democráticas (mais atores sociais participando) e menos tecnocráticas. (AULER, 2003, p. 71).

Essa ideia é reafirmada por Santos, para quem, “na educação científica, o movimento CTS assumiu como objetivo o desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica e o desenvolvimento de valores” (SANTOS, 2011, p. 23). Dessa forma, a democratização buscada para a sociedade como um todo reflete também nos processos relacionados ao Ensino de Ciências.

Para Aikenhead (2003)

Por esse motivo o movimento CTSA também possui uma vertente educacional muito forte, centrada na educação científica com um enfoque CTSA; preocupação essa que também já estava presente na formação do movimento, uma vez que como educar os cidadãos para que agissem de maneira mais crítica na realidade em que estão inseridos foi uma questão sempre presente e discutida pelo movimento (AIKENHEAD, 2003, p. 43).

Temos que ao optar por um ensino baseado no enfoque CTSA, este vai refletir em novas práticas e referências de saberes. Historicamente verifica-se que as disciplinas científicas estão mais inclinadas a cumprir com os objetivos formadores desse movimento. Entretanto, nota-se que existem várias iniciativas para articular mais de uma área do conhecimento através da inter ou transdisciplinaridade, mas ainda são tímidas e encontram-se em fase de implementação.

Pensar no ensino com enfoque CTSA implica em um novo olhar sobre o currículo e se refere a uma formação diferente da atual. Dessa forma, haverá a exigência de uma reorientação e reorganização tanto nos saberes a ensinar como nas estratégias metodológicas adotadas.

Ao analisarmos as atuais pesquisas em ensino de ciências que envolvem Educação CTSA, destaca-se como marco inicial a ciência e a tecnologia, tornando-se estas referências dos saberes curriculares, e a sociedade e o ambiente é o local de aprendizagem, a partir do qual podemos adotar temas ou problemas a serem investigados, no qual podem ser aplicados os conhecimentos científicos e tecnológicos aprendidos, a fim de buscar uma solução, uma tomada de decisão ou um juízo de valor.

A contextualização e sua aplicabilidade bastante enfatizada nos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2002), desempenham nessa abordagem um papel fundamental, desde que não seja reduzida ao cotidiano fisicamente próximo do aluno e sim ampliada para além dele.

Para Cajas (2001)

[...] ao discutir a opção metodológica dos projetos em uma educação científica e tecnológica, alerta que “depois que os estudantes desenvolvem seus projetos sociais, não está claro que

ciência aprendem e, menos, qual é o conhecimento tecnológico que resulta desses projetos” (CAJAS, 2001, p.249).

Esse mesmo autor destaca que caberia no campo educacional sem o devido aprofundamento, ou seja, superficialmente, uma abordagem de interdisciplinaridade e contextualização que podem levar a deficiências conceituais e somente disfarçar velhas práticas.

As novas tendências educacionais, no entanto, defendem que no mundo moderno, o ponto de partida deve ser a problematização da situação existencial concreta facilitando a aprendizagem efetiva, àquela que tenha sentido para os alunos e cujo no ponto de chegada esses mesmos alunos apresentem posse de novos conhecimentos possibilitando uma análise crítica e atuante numa nova postura social, isso seria a real e verdadeira contextualização CTSA.

## **Aplicação da UEPS**

### *Primeiro passo – Definição de conceitos*

No primeiro momento a professora utilizou uma abordagem diferenciada, fugindo da introdução que costuma-se fazer quando inicia-se um novo conteúdo curricular, ou seja, a abordagem puramente expositiva. Nessa primeira aula, tendo em vista o estudo da eletrodinâmica, a professora escreveu no quadro a palavra “eletricidade” e chamou de tema gerador, em seguida, pediu que os alunos citassem palavras que ao ver deles estivessem relacionadas ao tema gerador. A medida que os alunos falavam as palavras, a professora as escrevia no quadro, tomando o cuidado para que estas fossem coerentes e relevantes à próxima atividade, desempenhando o papel de mediadora.

Feito isto, a professora pediu que os alunos se organizassem em equipes e passou a seguinte tarefa: relacionem as palavras listadas no quadro por ordem de importância e identidade. Eles deveriam construir um esquema utilizando a ideia de mapa conceitual.

Tendo ciência de que os alunos não conheciam devidamente e profundamente o mapa conceitual, a professora tomou o cuidado de passar em cada uma das equipes a fim de ajudar na estruturação do esquema, ou seja, fornecendo subsídios para que eles construíssem o mapa.

A partir do mapa que foi construído pelos alunos de maneira colaborativa, e devidamente reescrito nos cadernos, foi possível identificar alguns subsunçores relevantes para a abordagem do tema eletricidade no ensino de Física. Para Ausubel (2003), os conhecimentos prévios que os alunos trazem para a sala de aula são explicações funcionais para os objetos e fenômenos, e várias vezes pouco elaborados, esses conhecimentos precisam ser identificados e considerados pelo professor.

Para a realização dessa primeira etapa foram utilizadas duas aulas.

### *Segundo passo – investigação de conhecimentos prévios*

No segundo encontro com os alunos a professora iniciou a aula perguntando quais os critérios utilizados por eles quando relacionaram as palavras elencadas a partir do tema gerador.

Nas colocações dos alunos a professora aproveitou para inserir algumas ideias, como por exemplo, observou que na maioria dos esquemas feitos por eles apareceram as palavras energia, gerador, hidrelétrica, pilha, bateria, termoelétrica, painel fotovoltaico, interligadas e afirmou que os geradores compõem um grupo muito importante no estudo da eletrodinâmica.

O mesmo raciocínio foi apresentado no restante das relações escritas pelos alunos, sendo que na análise dos esquemas apareceram outros grandes grupos de palavras ligadas aos resistores, receptores, elementos de circuito, dispositivos de segurança além de termos referentes ao estudo da eletrodinâmica como tensão, corrente elétrica, entre outros. Moreira (2011a) considera que o maior objetivo dessa interação envolvendo professor, estudante e materiais educativos é promover o compartilhamento de significados.

### *Terceiro passo – Situações problema introdutórias*

Feito isto, a professora distribuiu entre as equipes temas para que os mesmos preparassem apresentações na forma de seminários. Os temas distribuídos foram: introdução à eletrodinâmica, geradores, receptores e resistores. Os alunos tiveram duas aulas para pesquisar, dividir as tarefas e preparar a apresentação que aconteceria nas próximas aulas para os colegas da turma. A professora estabeleceu a ordem das apresentações e os critérios que seriam observados que são: (a) organização entre os membros da equipe e dos conteúdos apresentados, de forma que acontecessem de maneira coerente; (b) clareza e objetividade durante a apresentação; (c) distribuição regular dos temas abordados pela equipe e (d) criatividade na hora de abordar e apresentar os conteúdos.

A professora esclareceu que os alunos poderiam utilizar vários recursos didáticos, tais como quadro e giz, cartazes, apresentação de slides, vídeos e até mesmo realização de experimentos simples na forma de demonstrações. A respeito dessa busca de informações independente da ação docente, Ausubel (2003) sugere como um comportamento que vai depender do estudante, de sua intencionalidade para aprender.

### *Quarto passo – Diferenciação progressiva*

A diferenciação progressiva foi contemplada durante as apresentações das equipes.

Tomou-se o cuidado de estabelecer um ambiente colaborativo entre as equipes que realizavam a apresentação e o restante da turma. Sempre que conveniente eram feitas colocações, perguntas e observações tanto da professora quanto dos colegas a fim de que as dúvidas fossem minimizadas e o aprendizado fosse privilegiado.

Para a realização desse passo foram utilizadas cinco horas aula. O tempo de apresentação de cada uma das equipes acabou extrapolando o previsto, contudo, pode-se evidenciar o comprometimento dos alunos na realização dessa atividade. Alguns grupos como, por exemplo, o grupo dos geradores, trouxe fontes diferenciadas (pilhas, baterias, dínamo), explicaram o funcionamento e realizaram até demonstrações de associação de geradores, usaram o projetor multimídia para exibição de slides e mostraram um documentário sobre as maiores usinas hidrelétricas do mundo.

A equipe dos receptores levou o motor de um liquidificador aberto para explicar e demonstrar o seu funcionamento, também utilizou slides durante a apresentação para enriquecer o tema abordado.

Segundo Martines (2007), a criatividade se expressa na produção de algo que é considerado ao mesmo tempo novo e valioso em um determinado campo da ação humana.

Libâneo (2013) escreve que diversas estratégias podem ser empregadas pelos professores para favorecer o desenvolvimento da criatividade no estudante em sala de aula. O objetivo maior é de fortalecer os traços de personalidade, autoconfiança, curiosidade, coragem, persistência e

independência de pensamento no intuito de explorar novas situações e trabalhar com o que ainda é desconhecido, oportunizando e ajudando os alunos a se desvincular de bloqueios emocionais, como o medo de serem criticados ou o medo de errar, ou ainda sentimentos de inferioridade e insegurança.

Durante a exposição e apresentação de cada tema, o professor observou como as equipes expunham e explicavam o funcionamento de equipamentos, aparelhos e instrumentos, e as interações realizadas com outras áreas do conhecimento, como Química, Geografia, História e Matemática no que refere-se os aspectos ambientais.

Na visão de Moreira (2011b), o ensino centrado no aluno e atividades colaborativas implica outro tipo de avaliação. Ao verificar que não existe sentido a abordagem da avaliação dicotômica, do tipo certo ou errado, sim ou não, comportamentalista, aprender ou não aprender.

A aprendizagem significativa é progressiva, os significados vão sendo captados e internalizados paulatinamente (Moreira, Masini, 2009). Também ficou claro que houve uma grande interação entre as equipes, essa interação e o compartilhamento de ideias são capazes de tornar a escola um espaço que privilegia a construção e apropriação de conhecimentos científicos.

#### *Quinto passo – Complexidade*

Após completar o ciclo das apresentações, os alunos receberam uma lista de questões. O questionário era constituído de questões abertas, a fim de possibilitar ao estudante a externalização da sua ideia a respeito do tema.

A lista abordava conceitos de todos os temas apresentados. Para responder às questões os alunos poderiam sentar-se em dupla ou trio, contanto que cada um registrasse devidamente em seu caderno as respostas. Como material de apoio os alunos puderam utilizar o livro didático e a pesquisa à internet, dessa forma, oportunizou-se a interação, a troca e a abrangência dos conteúdos trabalhados. Como a lista era um pouco extensa, para a realização dessa atividade utilizou-se duas aulas. Para Moreira (2010), na elaboração do novo conhecimento, as ligações cruzadas que representam ligações entre conceitos, em diferentes segmentos ou domínios do conhecimento, muitas vezes, evidencia saltos criativos por parte do estudante. Segundo Ausubel (2003), a presença de ligações cruzadas e conseqüente aparência ramificada, denotam uma estrutura cognitiva pobre e mapas repletos de ligações cruzadas indicam uma estrutura rica.

Após os alunos realizarem a atividade a professora retoma cada uma delas fazendo a correção oral, ou escrita se fosse o caso, de todas as questões. Essa retomada mostrou-se bastante pertinente a fim de que os alunos sanassem possíveis dúvidas e reestruturassem corretamente cada significado.

#### *Sexto passo – Reconciliação integrativa*

O sexto passo iniciou-se com um questionamento: como foi para vocês alunos, saírem da posição de receptores do conhecimento, uma posição passiva e menos comprometida para autores do conhecimento para si e transmissores do conhecimento para os colegas?

Ouve alvoroço. Foi muito interessante poder constatar que o fato de estudarem e prepararem o que deveria ser apresentado, os alunos identificaram-se como ativos e responsáveis no processo da própria aprendizagem. Relataram que a experiência foi muito positiva, pois fugiu do costumeiro, o habitual cenário da sala de aula, ou seja, consideraram de grande valor, pois durante a realização das apresentações puderam inclusive compartilhar os próprios conhecimentos prévios e suas experiências cotidianas.



O autor Miras (2006) destaca que estimular os alunos a perguntarem, ao invés de dar-lhes respostas prontas que devem ser memorizadas é muito melhor do que apresentar soluções muitas vezes sem significado. Fazendo uso dessa afirmação, e diante dos questionamentos, predisposição e organização das equipes para com o tema eletricidade, a professora, ao propor aos alunos o estudo de conceitos e conteúdos próprios do estudo da eletrodinâmica vislumbra uma aprendizagem mais contextualizada corroborando para sua real singularidade e significância.

Na sequência a professora retomou a importância de se conhecer um pouco mais sobre a eletricidade, desde a sua geração até o seu consumo, passando por todo processo de melhora na qualidade de vida por ela proporcionada. Feito isto, a professora distribuiu aos alunos um pequeno panfleto que continha esquemas que representam quatro modelos de usinas.

Segundo Ausubel (2003), o produto fenomenológico, fruto de uma aprendizagem por compreensão e idiossincrática, ou seja, os significados não estão nos objetos, nos materiais, nos signos, mas nos sujeitos, no aluno, no professor. Destaca-se que é ilusória a ideia que a aprendizagem significativa é a aprendizagem correta ou a que mais sensibiliza, visto que a partir de atribuição de significados, que estruturam-se na compreensão, através do compartilhamento de ideias.

A partir de uma primeira leitura, a professora pediu que os alunos escrevessem uma relação das diferenças mais relevantes entre os tipos de usinas por eles observados. Feito isto, a professora questionou sobre os impactos ambientais gerados pela instalação, construção e manutenção de cada uma das usinas. Abordaram-se ainda, o custo-benefício, o rendimento e a potência gerada em cada situação.

A discussão instigada pela professora é uma tentativa de aproximação entre os conhecimentos trazidos pelos alunos, os conhecimentos prévios, com aqueles aceitos na comunidade científica e expressas pela professora.

Para a realização da atividade da próxima aula a professora pediu que os alunos trouxessem uma conta de luz da sua casa. Observou-se que a fatura deveria estar quitada e que seria devolvida, utilizaríamos dela apenas para realização das tarefas propostas.

No próximo encontro a professora verificou se os alunos havia trazido a conta de luz, conforme o combinado anteriormente, os que não haviam trazido poderia sentar-se com outro colega a fim de realizar as atividades propostas. Em seguida, a professora entregou uma folha com algumas questões referentes às informações contidas na fatura. Feito isto, a professora entregou a cada um uma tabela que continha as informações sobre eletrodomésticos e equipamentos elétricos e suas referidas potências aproximadas.

A atividade agora era que os alunos construíssem a própria tabela de consumo de energia. Para isso deveriam escrever uma lista dos eletrodomésticos e equipamentos elétricos que tinham em suas casas, a quantidade de cada um, o tempo que permaneciam ligados por mês para enfim determinar o consumo de cada equipamento e o consumo total da residência.

Ainda referente à atividade da conta de luz era que cada aluno comparasse o consumo mostrado na fatura e o consumo por ele calculado e justificasse eventuais discrepâncias.

Oportunizou-se, na sequência uma visita dos alunos à usina hidrelétrica localizada na própria comunidade do Faxinal da Boa Vista, interior do município de Turvo/PR chamada Usina Hidrelétrica de São Januário de Napoli pertencente à indústria Ibema CIA Brasileira de Papel. A visita aconteceu a partir do contato do vice-diretor do colégio com a própria indústria. Os alunos foram devidamente orientados quanto a roupas e equipamentos de segurança e autorizados pelos pais ou responsáveis. Durante a visita um funcionário acompanhou, mostrou e explicou todo o processo de geração de energia naquela unidade desde a captação da água até sua devolução ao leito do Rio Cachoeira.

A visita foi bastante proveitosa no que se refere à riqueza de informações prestadas, curiosidades dos alunos e esclarecimento de dúvidas. Como tarefa de casa os alunos deveriam produzir um relatório individual observando as regras e critérios pré-estabelecidos pela professora.

#### *Sétimo passo – Avaliação*

A avaliação desta UEPS aconteceu de maneira somatória e diversificada. Somaram-se as notas dos mapas construídos pelos alunos, a apresentação dos seminários, a resolução da lista de questões, as observações e considerações a partir do folheto das usinas, a atividade da conta de luz e consumo de energia e o relatório da visita à hidrelétrica.

Como atividade de recuperação àqueles alunos que não apresentaram rendimento suficiente, oportunizou-se a reconstrução e ressignificação do mapa conceitual proposto no início da UEPS. Verificou-se enriquecimento nesse quesito visto que, no final da unidade de ensino potencialmente significativa os alunos possuíam uma gama maior de informações, definições e conhecimentos significativos.

#### *Oitavo passo – Efetividade*

A efetividade da unidade acima descrita foi realizada baseando-se no trabalho descrito por Brum (2014), nesse aspecto a avaliação da UEPS com enfoque CTSA da maneira apresenta-se a seguir.

Inicialmente a professora começou a aula que serviu de aula com a turma investigada expondo que trava-se da elaboração de um relatório descritivo que vai apontará as potencialidades e possíveis fragilidades da UEPS proposta.

O relatório vai elencar as ações desenvolvidas em sala pela professora que apresentou a pretensão da verificação de uma aprendizagem significativa por parte dos alunos e contemplará aspectos qualitativamente diferentes da aprendizagem que se baseia na transmissão do conhecimento e sua recepção de maneira passiva.

Nessa perspectiva objetivando favorecer os pressupostos da Teoria da Aprendizagem Significativa, alguns indicadores foram considerados no trabalho de investigação no que tange o planejamento para a construção de conceitos no ensino de Física:

- 1°) Conhecer por meio de recursos instrucionais os conhecimentos prévios dos alunos; 2°) Planejar atividades que tenham como ponto de partida os conhecimentos prévios mais comuns encontrados nos alunos; 3°) Compreender que a participação do professor, enquanto mediador no processo de construção dos conceitos é essencial, pois se reconhece a dificuldade de transformar situações concretas [...]; 4°) Promover momentos de motivação e interatividade no decorrer do processo de ensino, em busca da construção e negociação de significados. 5°) O ensino precisa estar centrado no aluno. Professor fala pouco e aluno participa mais; 6°) O ensino deve valorizar fatos que conduzam os estudantes a refletirem sobre suas ideias, ou seja, praticar o metapensamento. (BRUM, 2014, p.71)

No decorrer do desenvolvimento das atividades que privilegiaram a postura ativa dos alunos verificou-se nela uma possibilidade muito interessante. A presença da professora em sala de aula justifica-se mais em função da sua atuação como mediadora do conhecimento de forma que os alunos aprendam os saberes escolares em interação com o outro, e não apenas recebam-no passivamente, reforçando a metáfora de ensino bancário (Freire, 2011).

A função do professor ganha relevância a partir do momento que contribui para que o aluno desenvolva seus conhecimentos prévios em direção aos científicos, que seja capaz de ressignificar e desperte o senso crítico. Sendo assim, cabe ao professor colocar-se como ponte entre objeto e o conhecimento a fim de intermediar tal ação, e, cabe ao aluno participar ativa e efetivamente desse processo.

Finalmente, a UEPS com enfoque CTSA, que empregou em sua elaboração, valências, estratégias e princípios que se propõem a facilitar a aprendizagem significativa, apresentou-se como uma metodologia inovadora e interessante que pode ser empregue na prática pedagógica.

Após realizar a auto avaliação da unidade de ensino potencialmente significativa, a professora pediu aos alunos que externalizassem seus pareceres, possíveis críticas e sugestões e a UEPS aplicada nesse trabalho de investigação.

Para melhor ilustrar essa conjuntura, inspirado no trabalho escrito por Brum (2014), construímos uma tabela e transcrevemos na tabela 2, as fragilidades/sugestões e as potencialidades indicadas pelos estudantes:

**Tabela 1: Potencialidades e fragilidades apontadas pelos alunos acerca da UEPS.**

<i>Potencialidades apontadas</i>	<i>Fragilidades identificadas/sugestões</i>
<i>Boa foi a maneira como foi abordado o conteúdo a respeito do tema eletricidade é diferente do que sempre fazemos.</i>	-
<i>Quando construímos os mapas foi legal, pois construímos e estabelecemos relações entre as coisas, nunca tinha feito isso antes.</i>	<i>Seria interessante usar um recurso, para os mapas conceituais, sentimos dificuldade em desenvolver um mapa.</i>
<i>Pensei que a Física seria mais complicada e difícil, mas até que foi fácil sua compreensão.</i>	<i>Poderia ter mais exercícios e atividades envolvendo cálculo, acho que falta.</i>
<i>O estranho é que a professora falava pouco. Praticamente fomos nós que investigamos e ensinamos os outros colegas.</i>	-
<i>Foi diferente estudar várias coisas ao mesmo tempo, é legal.</i>	<i>Poderia ter aprofundado um pouco mais os aspectos de impactos ambientais.</i>

Fonte: Dados da autora, 2017.

As vantagens e potencialidades descritas pelos alunos mostram que

[...] a UEPS, mesmo que sensivelmente, alcançou seu objetivo de possibilitar a turma uma aprendizagem que não fosse memorística, sem significado, onde o aluno tem a sensação de ser o centro do ensino, com valorização de seus conhecimentos prévios e a possibilidade de negociação constante de significados referentes aos conhecimentos científicos entre os pares e com o professor. (BRUM, 2014, p. 71).

No que diz respeito à quantidade de exercícios, é necessário considerar o tempo e a complexidade que envolve o conteúdo trabalhado, na tentativa de evitar situações que demandam somente a memorização ou a simples repetição de processos sem nenhum significado. Todas as sugestões evidenciadas pelos estudantes são importantes para o planejamento e replanejamento da UEPS com enfoque CTSA buscando priorizar o ensino centrado no aluno, no compartilhamento de significados expressos no contexto da matéria e do conteúdo de ensino e na tentativa de diminuir ou abandonar a narrativa.

A verificação de êxito na implementação da UEPS acontece através da avaliação de desempenho dos alunos baseada na análise da progressiva evolução de um determinado campo conceitual, no caso eletricidade, enfatizando evidências contínuas e não apenas em comportamentos finais.

Ao analisarmos o desenvolvimento da referida unidade de ensino potencialmente significativa, verifica-se que a mesma contemplou várias e diversificadas atividades na pretensão de atender as necessidades particulares de cada aluno.

### **Considerações finais**

Durante o desenvolvimento e aplicação da unidade de ensino o foco deteve-se em avaliar se o uso de uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de Física, gerada e avaliada sob a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, contribui com o aluno no empoderamento de conhecimentos físicos.

Foi possível verificar que muitos alunos conseguiram trabalhar e interagir de maneira não arbitrária e substancial dos novos conceitos apresentados com seus conhecimentos prévios. Esse aspecto fica evidente quando os alunos compararam suas concepções e ideias durante a construção e socialização dos mapas conceituais por eles construídos.

Na construção e apropriação dos saberes sobre eletricidade e os estudos da eletrodinâmica os alunos realizaram atividades diversificadas e foram levados a refletir, sintetizar, organizar, comparar, e exercerem uma função mais ativa no processo de aprendizagem, levando em consideração a importante participação do professor que dirigiu a atenção valorizando o conhecimento prévio.

No decorrer da UEPS com enfoque CTSA em relação ao processo de ensino, foi identificado que muitos alunos conseguiram construir e estabelecer relações de modo não eventual e substancial (não ao pé da letra) entre os novos conhecimentos e os conceitos prévios. Esse fato torna-se evidente quando estes alunos apresentavam argumentações baseadas em algum conhecimento científico já estudado, utilizando uma linguagem mais condizente com a situação, resultando em elaborações escritas.

Assim sendo, temos em resposta à questão que norteou este trabalho de pesquisa, entendemos que a utilização da UEPS com enfoque CTSA valorizou princípios da Teoria da Aprendizagem Significativa e contribuiu para a construção de conhecimentos físicos com significado, pois estes são progressivos e apresentam-se com rupturas e continuidades.

No que tange as atividades elencadas em cada momento da UEPS, verificamos que as mesmas possibilitaram aos alunos, de maneira geral, poder estabelecer relações conceituais, viabilizando ao professor constatar em diversos momentos do trabalho de investigação, a ocorrência de diferenciações progressivas, assimilação de conceitos, ligações cruzadas, reconciliações integrativas e combinações de conceitos, sendo estes, indícios de aprendizagem significativa.

No decorrer da aplicação da UEPS, percebeu-se que tanto os aspectos metodológicos escolhidos como os pressupostos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa somaram para que a construção dos conceitos e sua assimilação ocorressem de modo satisfatório. Observamos que os mapas conceituais construídos, os textos, as situações-problema, os seminários, a visita à hidrelétrica e elaboração do relatório tanto quanto as outras atividades contribuíram para os alunos organizassem e reorganizassem suas ideias.

Analisando ainda a efetividade da utilização e a pertinência da UEPS com o tema eletricidade na perspectiva CTSA desse trabalho de pesquisa é possível averiguar algumas questões que acreditamos serem essenciais no planejamento do professor de Física. A grande maioria dos conhecimentos prévios tem sua essência às experiências vividas ou nas crenças que geralmente se encontram estabelecidas na estrutura cognitiva e muitos podem ser os fatores que sugestionam nesta construção do pensamento, com especial destaque aos meios de comunicação, a posição da religião, a crença popular, a família e até mesmo a ciência. É pertinente considerar e ter ciências das diversas compreensões que os alunos possuem para o posterior delineamento e elaboração das atividades, pois é preciso enfatizar que estes conhecimentos possuem significados conotativos. Os conhecimentos prévios geralmente não são coerentes do ponto de vista científico, no entanto são bastante prováveis em relação a fatos cotidianos.

Finalmente, os estudantes merecem uma atenção maior, devem ser protagonistas de sua própria aprendizagem com valorização aos seus conhecimentos prévios. Em relação aos professores de Física, eles precisam e devem compreender que o ensino deve passar a ser centrado no estudante procurando privilegiar a negociação de significados, as atividades devem ser colaborativas e o aprender a aprender, sempre em detrimento ao treinamento comportamentalista. Dessa maneira as práticas em sala de aula necessitam mudar e toda mudança requer sacrifício, no entanto, é inevitável e preciso.

## Referências

AULER, Décio. *Movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS): modalidade, problemas e perspectivas em sua implementação no ensino de física*. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 6. Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 1998. 1 CD-ROM.

AIKENHEAD, G. S. *Science-technology-society Science education development: from curriculum policy to student learning*. Brasília: Conferência internacional sobre Ensino de Ciências para o século XXI: ACT - Alfabetização em ciência e tecnologia, 1; (Mimeogr.)1990.

AUSUBEL, D. P. *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano, 2003.

\_\_\_\_\_; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicología Educacional*. Rio de Janeiro: Interamerican. 1980.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. *Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Porto: Porto Editora, 1994.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio: bases legais*. Brasília: SEMT, 1999a.

- \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Parâmetros curriculares nacionais: *Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias*. Brasília: SEMT, 1999b.
- BRUM, W. P. *Abordagem de conceitos elementares de geometria esférica e hiperbólica no ensino médio usando uma sequência didática*. 2013. 87f. Trabalho de conclusão de curso (Dissertação) - Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Universidade Regional de Blumenau. 2013.
- \_\_\_\_\_. Análise de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa no Ensino de Matemática: uma investigação na apresentação do tema volume do paralelepípedo a partir da ideia de eclusa<sup>1</sup>. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v 5(2), 2015, p. 50-74.
- \_\_\_\_\_; SCHUHMACHER, E. A utilização de mapas conceituais visando o ensino de história da geometria sob a luz da aprendizagem significativa. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v.2, n.3. 2012. p. 39-57.
- CAJAS, F. Alfabetización Científica y Tecnológica: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, v.19, n.2, p.243-254, 2001.
- FINKEL, D. *Dar clase de boca cerrada*. Valencia: Publicaciones de la Universitat València. Tradução para o espanhol do original Teaching with your mouth shut. 2008.
- FRANCO, M. A. S. Práticas pedagógicas de ensinar e aprender: por entre resistências e resignificações. *Educação e Pesquisa*, v 41, n° 3 ,2015, p 601-614.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1970.
- \_\_\_\_\_. *Pedagogia da autonomia*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- \_\_\_\_\_; SHOR, I. *Medo e ousadia - o cotidiano do professor*. 4. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.
- KOEPSEL, R. *CTS no Ensino Médio: aproximando a escola da sociedade*. 2003. 128 f. Trabalho de conclusão de curso (Dissertação) - Mestrado em Educação. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2003.
- LIBÂNEO, J. C. *Didática*. 5ª. ed. São Paulo: Cortez. 2003.
- MARTINEZ M, A. Possibilidades criativas de professores em cursos de pós-graduação stricto sensu. *Estudos de Psicologia*, Campinas, v. 24, n. 4, 2007, p. 463-473.
- MASINI, E. A. F.; MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor Editora. 2008.
- MIRAS, M. *O ponto de partida para a aprendizagem de novos conteúdos: os conhecimentos prévios*. In: COLL, C. O construtivismo em sala de aula. São Paulo: Editora Ática, 2006, p.57-76.
- MOREIRA, M. A. *Mapas Conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro. 2010.
- \_\_\_\_\_. *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: E.P.U. 2006.
- \_\_\_\_\_. Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas-UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*. Porto Alegre, v.1, n.2, 2011a. p.43-63.
- \_\_\_\_\_. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. *Aprendizagem significativa em Revista*, v.1, n.3, 2011b. p.25-46.

\_\_\_\_\_. Abandono da narrativa, ensino centrado no aluno e aprender a aprender criticamente. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v 1, 2011d. p. 84-95.

\_\_\_\_\_. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro, 2001.

SANTOS, W. L. P., SCHNETZLER, R. P. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí, 1997.