

UMA EXPERIÊNCIA INTERDISCIPLINAR A PARTIR DA ABORDAGEM CTSA: O ESTUDO DO ESPECTRO ELETROMAGNÉTICO

AN INTERDISCIPLINARY EXPERIENCE FROM THE STSE APPROACH: THE STUDY OF THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM

Cristiane Hammel

Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO
cristianehammelt@gmail.com

Sandro Aparecido dos Santos

Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO
sandrosantos@unicentro.br

Ricardo Yoshimitsu Miyahara

Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO
rmiyahara@unicentro.br

Resumo

Este trabalho apresenta a abordagem do enfoque CTSA (Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente) na prática, ou seja, trata-se do relato de uma experiência em sala de aula a partir dos princípios que priorizam o contexto e a aplicabilidade do tema trabalhado, sua relevância para o indivíduo que o recebe e a importância de sua utilidade imediata ou futura em detrimento da quantidade de conteúdo, privilegiando a qualidade destes vislumbrando a formação crítica e cidadã daquele que o incorpora. Nessa conjuntura tratou-se os temas da interdisciplinaridade, a aprendizagem significativa e o próprio enfoque CTSA que forneceram suporte epistemológico para o presente relato. Este trabalho é de cunho qualitativo, e desenvolve-se a partir da aplicação de uma sequência didática sobre o estudo do espectro eletromagnético na disciplina de Física.

Palavras chave: CTSA, Interdisciplinaridade, Aprendizagem Significativa, Ensino de Física.

Abstract

This work presents the approach of the STSE - Science/Technology/Society/Environment - in practice, that is, it is the report of a classroom experience based on the principles that prioritize the context and the applicability of the theme to be its relevance to the individual who receives it and the importance of its immediate or future usefulness to the detriment of the quantity of contents, privileging the quality of these glimpsing the critical and citizen formation of the one who incorporates it. At this juncture, the topics of interdisciplinary,

meaningful learning and the STSE approach was addressed, which wa provided epistemological support for the present report. This work is qualitative, and is developed from the application of a didactic sequence on the study of the electromagnetic spectrum in the discipline of Physics.

Key words: STSE, Interdisciplinary, Meaningful Learning, Teaching of Physics.

Introdução

Os métodos de aprendizagem praticadas na Grécia Antiga, por volta de 300 a.C., são, em pleno século XXI, o centro dos debates sobre a reformulação do modelo de ensino tradicional. Não se nega o valor do tradicionalismo pedagógico no decorrer da história, apenas verifica-se que ele não supre de maneira eficiente a demanda dos sujeitos da escola da atualidade.

Nessa perspectiva várias práticas e métodos pedagógicos vêm sendo propostos e testados em sala de aula, buscando sempre uma maior ou melhor aprendizado do indivíduo que recebe, ainda hoje os conteúdos e as informações que o professor julga importante como se fosse um depósito para estas.

O presente trabalho foi desenvolvido sob a perspectiva de uma pesquisa qualitativa e tem por objetivo apresentar os resultados da aplicação de uma sequência didática que aconteceu no Colégio Estadual Adonis Morski – EFMP, no município de Boa Ventura de São Roque no interior paranaense. O trabalho foi executado em uma turma de terceira série do Ensino Médio.

Dessa forma, descreve-se como linhas e tendências pedagógicas podem dialogar e contribuir construtivamente para um ensino e aprendizagem ativos, onde os alunos abandonam a passividade e assumem o papel de protagonistas do próprio saber. Tratamos do ensino de Física por meio do estudo do espectro eletromagnético sob o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente vislumbrando a aprendizagem significativa.

Fundamentação teórica

O enfoque CTSA contempla 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, p. 36).

Essa peculiaridade da lei, vai demandar dos envolvidos no processo educativo – professores, alunos e equipes multidisciplinares – um repensar e readequar suas práticas a fim de que estas oportunizem a interdisciplinaridade, contextualizadas social, cultural e historicamente e pensadas de acordo com conceito de situações-problema.

Nesse contexto, entende-se que a educação na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade e Ambiente (CTSA) encontra respaldo através da proposta ostentada pela LDB, no momento em que permite a articulação entre diferentes disciplinas e áreas do conhecimento.

A abordagem CTSA demanda 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 (p. 71).

Essa concepção é corroborada 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). À vista disso, a democratização buscada para o corpo social 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 (p. 43).

O ensino com abordagem CTSA acarreta em uma nova perspectiva 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.

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

Para Cajás (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” (p. 249).

Tendências educacionais atuais defendem que o ponto de partida deve ser a problematização da situação existencial concreta facilitando, assim, 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.

No que tange a interdisciplinaridade, segundo Japiassú e Marcondes (1993) a interdisciplinaridade é um método suscetível de fazer com que duas ou mais disciplinas interajam entre si. Por sua vez, Thiesen (2008) condensa o conceito segundo alguns importantes autores, explicando que,

O que se pode afirmar no campo conceitual é que a interdisciplinaridade será sempre uma reação alternativa à abordagem disciplinar normalizadora (seja no ensino ou na pesquisa) dos diversos objetos de estudo. Independente da definição que cada autor assuma, a interdisciplinaridade está sempre situada no campo onde se pensa a possibilidade de superar a fragmentação das ciências e dos conhecimentos produzidos por elas e onde simultaneamente se exprime a resistência sobre um saber parcelado (p. 547).

Corroborando nesse sentido, Fortes (2009, p. 4) explica que interdisciplinaridade é estabelecer ligações de complementaridade, convergência, interconexões e passagens entre os conhecimentos.

A inter e a própria transdisciplinaridade são favorecidas e quase indiretamente contempladas quando o professor opta por um ensino a partir do enfoque CTS ou CTSA, isso porque, sob esse prisma, o fenômeno, sua aplicabilidade, a relação e as consequências com o meio então intrínsecas na abordagem, ao tratar do tema, de maneira proposital ou não, tratar-

se-ão de conceitos e conteúdos oriundos de outras disciplinas e até de outras áreas do conhecimento. Ainda Thiesen (2008),

A necessidade da interdisciplinaridade na produção e na socialização do conhecimento no campo educativo vem sendo discutida por vários autores, principalmente por aqueles que pesquisam as teorias curriculares e as epistemologias pedagógicas (p. 545).

Isto posto, podemos declarar que ao optar por uma abordagem sob o enfoque CTSA o professor também estará oportunizando ao aluno uma aprendizagem significativa, uma vez 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. Nesse caso, a aprendizagem significativa vai acontecer 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).

Temos então que, o enfoque CTSA, a interdisciplinaridade e a aprendizagem significativa confabulam entre si e convergem para o que se objetiva neste trabalho, a promoção de um aprendizado com mais significado para o sujeito que o recebe, contextualizado, atualizado, coerente com a realidade que o cerca.

Desenvolvimento das intervenções

Este trabalho iniciou-se com o levantamento prévio sobre o assunto a ser estudado com os alunos. Este levantamento começou com questionamentos, provocações, incisões de palavras chaves a com a pretensão de elencar conceitos, coisas ou fatos que julgam ter algum tipo de relação com o estudo do espectro eletromagnético.

Por se tratar de um tema não tão comum, a professora optou por uma pesquisa. Os alunos que tinham acesso à internet no celular poderiam fazê-la dessa forma, os demais foram convidados a se dirigirem até o laboratório de informática do colégio onde deveriam pesquisar sobre “espectro eletromagnético” e anotar na forma de texto, esquema, lista ou mesmo com desenhos tudo o que encontrassem sobre o assunto.

No segundo encontro, com os alunos agora munidos de informações sobre espectro eletromagnético, a professora desenhou uma faixa no quadro e convidou os alunos para completá-la. Durante esse processo, enquanto eles faziam suas colocações a professora aproveitou para inserir alguns conceitos, como por exemplo, ondas de rádio “acrescentem celular, TV, baixa frequência”, ondas ultravioletas, “acrescentem raios UVA, UVB,” e aos poucos os alunos começaram a perceber *que “dentro do espectro” existe muito mais dos que nossos olhos podem ver ou do que podemos imaginar* – comentário de uma aluna.

No terceiro encontro a professora iniciou a aula retomando a pesquisa realizada. Levantou palavras chave como *frequência*, *comprimento de onda*, *velocidade de propagação*. A partir disso, conceituou-se o espectro eletromagnético como o intervalo completo de todas as possíveis frequências da radiação eletromagnética que se estende desde as ondas de baixa frequência (ondas de rádio), até as de maior frequência (radiação gama). Tratou-se da constância da velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas no vácuo e da sua mudança de velocidade ao interagir com o meio material. A partir dos conceitos até então estudados, baseados nas informações que agora já possuíam, pode-se equacionar: $v = \lambda \cdot f$.

Tendo $v = c \approx 3.10^8$ m/s, e utilizando o exemplo das faixas de frequência de estações de rádio conhecidas dos alunos, calculamos juntos o comprimento de onda de cada uma delas. Falamos da diferença entre rádios AM e FM e outras curiosidades que foram surgindo durante a aula. Moreira (2011a) considera que o maior objetivo dessa interação envolvendo professor, estudante e materiais educativos é promover o compartilhamento de significados.

Para dar sequência ao trabalho os sete tipos de radiações eletromagnéticas foram distribuídos como temas e a turma se organizou em grupos assim, cada grupo ficou responsável por um tema afim de prepararem apresentações na forma de seminários. Os temas distribuídos foram: ondas de rádio, micro-ondas, infravermelho, luz visível, ultravioleta, raios X, raios gama. 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 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.

A professora estabeleceu a ordem das apresentações e os critérios avaliativos que seriam observados. Entre eles, as apresentações deveriam contemplar: (a) contextualização histórica, período de descoberta, cientistas que se destacaram; (b) aplicações práticas, onde se encontram no nosso dia a dia; (c) benefícios, que benefícios a descoberta e utilização dessa radiação trouxe para a humanidade; (d) malefícios, que malefícios a descoberta e utilização dessa radiação trouxe para a humanidade; (e) interações científicas, com que outras ciências o estudo dessa radiação relaciona-se; (f) saúde, essa radiação específica provoca algum dano à saúde, qual, em que circunstância; (g) curiosidades.

As apresentações dos trabalhos pelas equipes tomou-se o cuidado de estabelecer um ambiente colaborativo entre os alunos que faziam a apresentação e o restante da turma. Sempre que necessário eram feitas colocações, perguntas e observações tanto da professora quanto dos colegas com o intuito de que as dúvidas fossem minimizadas e o aprendizado fosse privilegiado. Para a realização desse passo foram utilizadas três horas aula.

Segundo Martinez (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.

Nessa etapa, observou-se que na exposição e apresentação de cada tema as equipes de maneira geral contextualizaram suas apresentações, relatando as descobertas, as aplicações práticas e científicas de cada uma, as equipes expunham e explicavam o funcionamento de equipamentos, aparelhos e instrumentos, e as interações realizadas com outras áreas do conhecimento, como Química, História, Matemática e Biologia no que refere-se os aspectos da saúde e ambientais.

A aprendizagem significativa é progressiva, os significados vão sendo captados e internalizados paulatinamente (Moreira, Masini, 2009). Pode-se observar que houve uma grande interação entre os alunos, essa interação e o compartilhamento de ideias é torna a escola um espaço capaz de privilegiar a construção e apropriação de conhecimentos científicos.

Completando o ciclo das apresentações, os alunos receberam uma lista de questões. O questionário era constituído de questões abertas e fechadas que envolviam conceitos e informações sobre todas as apresentações a fim de verificar o quanto os alunos assimilaram sobre o tema da própria apresentação e sobre a apresentação dos colegas.

A sequência de atividades propostas e desenvolvidas foi baseada na estrutura que está orientada para a descoberta (Ausubel, 2003) de uma relação de meio e fim, na busca da solução do problema. Esse tipo de abordagem, Ausubel (2003) conceitua como aprendizagem por descoberta. Deve-se considerar que a aprendizagem por descoberta envolve transformação, síntese, formulação de hipótese, argumentação, rearranjo, recombinação e integração.

O sétimo encontro iniciou-se com a retomada do questionário. A professora fez a correção de todas as questões. Essa retomada mostrou-se bastante pertinente a fim de que os alunos sanassem possíveis dúvidas e reestruturassem corretamente cada significado. Feito isto a professora indagou os alunos com o seguinte 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? Foi bastante interessante 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.

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. Assim sendo, tem-se que diante dos questionamentos, predisposição e organização das equipes para estudo do tema espectro eletromagnético, ao propor aos alunos o estudo de conceitos e conteúdos próprios do estudo da eletrodinâmica pretendeu-se uma aprendizagem mais abrangente, descentralizada, contextualizada, que tange e conversa com outras disciplinas e até outras áreas do conhecimento convergindo para um mesmo ideal, corroborando para real aprendizado com significância.

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 avaliação dessa sequência aconteceu de maneira somatória e diversificada. Somaram-se as notas da pesquisa realizada pelos alunos, a apresentação dos seminários, a resolução da lista de questões, as observações e considerações a partir da pesquisa sobre espectro eletromagnético, e para fechar a professora propôs um desafio aos alunos. Retornando as equipes que apresentaram os trabalhos, eles agora deveriam gravar um vídeo, de no mínimo dois e no máximo dez minutos sobre seu respectivo tema. No vídeo eles deveriam explicar do que se trata a faixa de radiação correspondente, se existe aplicabilidade científica e/ou tecnológica, benefícios e malefícios da sua utilização.

Considerações finais

O resultado foi surpreendente, excelentes vídeos foram produzidos pelos alunos com exceção de um grupo, que teve que refazer o trabalho. Depois de avaliados pela professora, os vídeos foram apresentados aos colegas, verificou-se enriquecimento nesse quesito, visto que, no final da sequência didática os alunos possuíam uma gama maior de informações, definições e conhecimentos significativos.

Ao analisarmos o desenvolvimento da referida sequência didática verificou-se que a mesma contemplou várias e diversificadas atividades na pretensão de atender as necessidades particulares de cada aluno.

Dessa forma, a abordagem CTSA como estratégia para o ensino interdisciplinar do espectro eletromagnético, tema muito atual e que está no cotidiano não só do aluno, mas, também de toda sociedade, foi muito eficiente, podendo ser utilizado para muitos temas e áreas distintas.

Referências

AIKENHEAD, G. S. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? Ensaio: **Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 1, p. 1-16, 2003.

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

_____. NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AULER, D. **Alfabetização Científico-Tecnológica**: Um novo “paradigma”? ENSAIO, **Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 05, n. 01, p. 69-83, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Brasília, DF, 1996.

_____. 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.

CAJAS, F. **Alfabetización Científica y Tecnológica**: la transposición didáctica del conocimiento tecnológico. *Enseñanza de las Ciencias*, v.19, n.2, p.243-254, 2001.

EYNG, A. M.; ENS, R. T.; JUNQUEIRA, S. R. A. **O tempo e o espaço na educação**: a formação do professor. Curitiba: Champagnat, 2003.

FORTES, C. C. **Interdisciplinaridade**: origem, conceito e valor. Revista acadêmica Senac online. 6a ed, 2009.

JAPIASSU, H.; MARCONDES, D. **Dicionário básico de filosofia**. 2 ed. rev. Rio de Janeiro: Zahar, 1993.

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. **Aprendizagem Significativa Subversiva**. In Actas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa (Peniche). Lisboa: Universidade Aberta, 2000.

_____. 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**, v1, 2011d. p. 84-95.

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

PORTILHO, E. M. L.; ALMEIDA, S. do C. D. de. Avaliando a aprendizagem e o ensino com pesquisa no Ensino Médio. **Pesquisa em Síntese**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 60, jul./set. 2008, p. 469-488.

POSTMAN, N.; WEINGARTNER, C. **Teaching as a subversive activity**: Dell Publishing Co, New York, 1969.

POSTMAN, N. **Technopoly**: the surrender of culture to technology. Vintage Books/Random House. New York, 1993.

_____. **The end of education**: redefining the value of school. Vintage Books/Random House. New York, 1996.

SANTOS, W. L. P. dos. **Significados da educação científica com enfoque CTS**. In: SANTOS, W. L. P. dos; e AULER, D. (Orgs). CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisas. Brasília: Editora UnB, 2011, p. 21-48.

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

THIESEN, J. da S. A interdisciplinaridade como um movimento articulador no processo ensino-aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Dez 2008, vol. 13, nº 39, p. 545-554.

VALADARES, J. A teoria da aprendizagem significativa como teoria construtivista. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v (1), 2011, p. 36-57.