

A Aprendizagem Significativa no Ensino de Física Moderna e Contemporânea.

Meaningful Learning in the Teaching of Modern and Contemporary Physics.

Cristiano Rodolfo Tironi

Universidade Regional de Blumenau – SC - PPGECIM

E-mail: professortironi@hotmail.com

Eduardo Schmit

Universidade Regional de Blumenau – SC - IC

E-mail: eduardoschmit@hotmail.com

Vera Rejane Niedersberg Schuhmacher

Universidade Federal de Santa Catarina – SC - PPGET

E-mail: vera.schuhmacher@unisul.br

Elcio Schuhmacher

Universidade Regional de Blumenau – SC – PPGECIM

E-mail: elcio@furb.br

Resumo

Esse trabalho faz parte de uma pesquisa que utiliza a teoria cognitivista de David Ausubel para verificar a ocorrência de uma aprendizagem significativa associada à Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC) para o ensino de Física Moderna e Contemporânea (FMC) a alunos do Ensino Médio. Neste relato são apresentadas atividades desenvolvidas em uma escola do município de Massaranduba e realizadas em oito encontros *extracurriculares*. Os temas contextualizados são: Nanotecnologia e Efeito Fotoelétrico e os fenômenos presentes nas tecnologias atuais. O uso de organizadores prévios na forma de textos, vídeos, aulas práticas e simuladores sobre os tópicos abordados permite a ocorrência de uma aprendizagem significativa dos conceitos de FMC. O estudo aponta a viabilidade de inserção de tópicos de FMC no ensino médio, assim como o uso de organizadores para “*o despertar da curiosidade*” dos alunos e a assimilação dos mesmos em sua estrutura cognitiva.

Palavras chave: Física Moderna e Contemporânea, Ensino de Física, Aprendizagem Significativa.

Abstract

This work is part of a research that uses the cognitive theory of David Ausubel to verify the occurrence of meaningful learning associated with Information and Communication

Technology (ICT) for teaching Modern and Contemporary Physics (FMC) to high school students. In the present report are displayed activities carried out at a school in the city of Massaranduba and held eight meetings extracurricular. The themes are contextualized: Nanotechnology and Photoelectric Effect and the phenomena present in current technologies. The use of previous organizers in the form of text, videos, and practical classes simulations on topics covered allows the occurrence of meaningful learning of the concepts of FMC. The study shows the feasibility of integration of FMC topics in high school, as well as the use of organizers to "the awakening of curiosity" of students and assimilation of the same in their cognitive structure.

Key words: Modern and Contemporary Physics, Learning Physics, meaningful learning.

Introdução

Há décadas a forma como é abordado o ensino de ciências nas escolas vem sofrendo questionamentos, pois ainda é dado ênfase a cinemática galileana e a mecânica newtoniana, cujas temáticas principais são: a Mecânica, o Calor, a Eletricidade e Magnetismo e a Óptica. A ausência da Física Moderna e Contemporânea¹ (FMC) no Ensino Médio (EM) nas escolas públicas pode ser considerada uma falha grave, já que na sociedade atual quase metade dos recursos tecnológicos existentes fazem uso de conceitos relacionados à Física Moderna. A sociedade utiliza recursos tecnológicos como telefone celular, computador, MP3, LEDs, fornos micro-ondas, etc. cada vez mais complexos, mas não consegue entender o seu funcionamento.

Diante dessa realidade que envolve uma Ciência tão presente e ao mesmo tempo tão desconhecida, é necessário que os alunos tenham condições de entenderem e se envolverem com o desenvolvimento tecnológico presentes no cotidiano, seja para avaliar os impactos das novas tecnologias ou para conhecê-las. Esta aproximação enriquece o aprendizado e proporciona uma contextualização significativa ao mesmo tempo em que se aprende.

Assim sendo, torna-se necessário uma busca por estratégias no Ensino da Física que estejam relacionadas com os interesses dos alunos como é citado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN)

(...) e esse sentido emerge, na medida em que o conhecimento de Física deixa de constituir-se em um objetivo em si mesmo, mas passa a ser compreendido como um instrumento para compreensão do mundo. Não se trata de apresentar ao jovem a Física para que ele simplesmente seja informado de sua existência, mas para que esse conhecimento transforme-se em uma ferramenta a mais em suas formas de pensar e agir. (...) (BRASIL-MEC, 2000, p4):

Em relação ao PCN², na parte destinada especificamente à Física, relata-se a necessidade de uma atualização curricular e descreve-se o tema estruturador "Matéria e Radiação", o qual é composto das unidades temáticas da *matéria e suas propriedades; radiações e suas interações; energia nuclear e radioatividade; eletrônica e informática* que, para serem contempladas, deveriam apresentar os conteúdos atuais da Física Moderna e Contemporânea.

¹ Nomenclatura usada por Ostermann (2000): Física Clássica, iniciada com a síntese newtoniana até o final do séc. XIX; Física Moderna, até a década de 1940; Física Contemporânea, da década de 1940 até os dias de hoje.

² PCNs⁺ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

Embora haja consenso os professores e pesquisadores da área de ensino de Física acerca da importância e necessidade de inserção da FMC para auxiliar na formação de um jovem cidadão atuante na sociedade em que vive, existem poucos materiais didático-pedagógicos contextualizados com a tecnologia atual e disponível para apoiar o professor nesta empreitada.

Terrazzan afirma que

"a influência crescente dos conteúdos de FMC para o entendimento do mundo criado pelo homem atual, bem como a inserção consciente, participativa e modificadora do cidadão neste mundo, define, por si só, a necessidade de debatermos e estabelecermos as formas de abordar tais conteúdos na escola de ensino médio" (TERRAZZAN, 1992, p. 209-214.).

Nos últimos anos, os conteúdos de FMC vêm sendo inseridos nas coleções didáticas para o ensino médio. Mas, infelizmente, muitos professores ainda passam por cima destes, resultando no término do Ensino Médio pelos alunos, sabendo pouco mais sobre FMC do que quando começaram. Uma das causas que se pode pontuar é que, apesar de todos os esforços, o ensino de Ciências permanece transmitindo de forma passiva os conceitos da Física Clássica. Acredita-se que, o que se ensina na escola deve auxiliar os alunos na construção de uma cultura científica, além da compreensão dos processos de produção do conhecimento humano e da tecnologia, suas aplicações, consequências e limitações.

O objetivo do projeto é que os alunos saibam utilizar os conhecimentos científicos como instrumentos que ofereçam novos significados e percepções sobre o mundo, criando outras possibilidades de interação com a realidade e que esta aprendizagem seja significativa.

Nesse sentido, construiu-se esta proposta que inclui o estudo de tópicos da FMC dirigida a alunos do Ensino Médio, a qual oferece uma estratégia contextualizada e usa a Tecnologia para discutir e embasar os conteúdos. As estratégias didáticas foram pensadas para serem utilizadas pelo professor em sala de aula, a fim de despertarem a disposição do aluno a aprender e estabelecer analogias com os conteúdos de FMC e assim servir de base para a introdução de outros conceitos a serem apresentados.

Delineou-se como norteadora deste trabalho a seguinte indagação: Como mediar estratégias de ensino e de aprendizagem, com base nas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e da Aprendizagem Significativa, para o ensino de Física Moderna e Contemporânea aos alunos do Ensino Médio?

Conceitos da Teoria de Ausubel

Aprendizagem significativa

A teoria de Ausubel pressupõe que a aprendizagem é significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, suposição) adquire significado para o aluno. Para a informação fazer sentido, é preciso que se estabeleça uma analogia com as ideias que se encontram na sua estrutura cognitiva (conceitos subsunçores), onde as ideias do aluno estão organizadas. Desta forma, uma vez aprendido determinado conteúdo, o aluno é capaz de explicá-lo com suas próprias palavras.

Quando a aprendizagem significativa ocorre, esta informação ainda irá sofrer modificações, pois sempre haverá a atribuição de significados pessoais. Este tipo de aprendizagem requer uma postura ativa do aluno diante do conteúdo a ser aprendido. Segundo Ausubel: *aprender de forma significativa é atribuir significado ao que é aprendido e relacioná-lo com o que já*

se sabe. (Ausubel, 1980)

A aprendizagem significativa é como um processo por meio do qual uma nova informação se relaciona com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, um processo que envolva a interação entre a nova informação com uma estrutura de conhecimento específica. Para Ausubel (1980), se a aprendizagem de novas informações não apresentar interação ou tiver pouca interação com conceitos relevantes e específicos da estrutura cognitiva do indivíduo, ocorre aprendizagem mecânica, pois as novas informações são armazenadas de maneira arbitrária e literal.

Disposição para aprender

Na teoria de Ausubel, a disposição para aprender é considerada o fator mais importante na aprendizagem, pois influencia a percepção do aluno em relação ao objeto de estudo. Neste contexto, os chamados organizadores prévios, materiais introdutórios usados para facilitar a aprendizagem subsequente que são apresentados ao aluno antes mesmo do conteúdo a ser aprendido, ajudam a focalizar a atenção dos mesmos em pontos que poderiam passar completamente despercebidos. A motivação em despertar nos alunos o interesse em aprender se apresenta como uma importante tarefa para o professor, pois a disposição em aprender pode influenciar significativamente a maneira como a informação é internalizada na estrutura cognitiva. Se conceitos relevantes não estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno, os organizadores servem para “ancorar” a nova aprendizagem e desenvolver conceitos subsunçores que facilitam a aprendizagem subsequente.

O Efeito Fotoelétrico

O efeito fotovoltaico consiste em converter a energia dos fótons em corrente elétrica e ocorre em cristais chamados de semicondutores, os quais foram dopados, ou seja, alterados com impurezas, a fim de facilitar o fluxo de elétrons. Ao ser estimulado pela radiação, um elétron de uma banda com menor energia ganhará energia de um fóton para chegar até a banda de condução e assim estabelecer uma corrente elétrica. Nos LEDs (Light Emitting Diodes) a energia necessária para que um elétron salte da camada de valência para a banda de condução também depende da luz incidente, como uma forma de ressonância entre fótons e elétrons, isso porque, cada cor de luz ou frequência de luz, tem uma energia específica calculada pela equação $E = h \cdot v$ (onde $h = 6,626 \times 10^{-24}$ J.s e $v =$ frequência da luz). Assim, por exemplo, sendo um LED vermelho será mais sensível à luz vermelha.

Metodologia de pesquisa

O estudo foi desenvolvido em uma escola da rede pública do município de Massaranduba - SC, numa classe composta por 34 alunos do 3º ano do Ensino Médio. Entende-se que a abordagem metodológica mais adequada para responder a problemática em questão, é à abordagem qualitativa. Este trabalho parte do pressuposto de que o processo de ensino e aprendizagem de FMC, que usa de estratégias de aprendizagem, propicia uma maior contextualização e significado para o tema “Efeito Fotoelétrico”. Sendo assim, foi aplicado uma Unidade de Aprendizagem a partir do tema “Nanotecnologia”, por se entender que esse tema atende aos critérios citados nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+),

“a experimentação deve ser uma constante no espaço escolar. Durante todo

o desenvolvimento das habilidades e competências dos alunos essas atividades devem servir como fonte de construção de conhecimento pelo próprio aluno, pois é através do manusear, do fazer, do agir em diferentes formas e níveis que o conhecimento contemplado em sala de aula é construído espontaneamente.” (BRASIL-MEC, 2002, p. 82).

A experimentação possibilita o estabelecimento de inter-relações entre Física Moderna, tecnologia e cotidiano como forma de auxiliar os estudantes na compreensão do mundo contemporâneo.

Foi construída uma Unidade de Aprendizagem (UA), e foram selecionadas atividades que motivassem e despertassem nos alunos o interesse de aprender sobre Nanotecnologia. A UA foi constituída de sete momentos, durante dois meses, realizadas conforme descrição a seguir:

Momento 1 – problematização do conhecimento inicial dos alunos por meio da aplicação de um questionário (pré-teste) constituído de seis questões, seguido de discussão para identificar concepções prévias e interesses sobre o tema “Nanotecnologia”;

Momento 2 – uso de organizador prévio: leitura do artigo “Usando um LED como fonte de Energia”³, com vistas à compreensão e estruturação de subsunçores relevantes sobre nanotecnologia, LED, efeito fotoelétrico e discussão dos efeitos quânticos no comportamento do mesmo;

Momento 3 – uso de organizador prévio: filme sobre a conversão de energia solar em energia elétrica. Apresentação do tema gerador o “uso dos LED como receptores Fotovoltaicos”, para que os alunos, ao tentar buscar respostas, reconstruam seu conhecimento sobre o funcionamento do LED;

Momento 4 – uso de aula prática: atividade virtual com a utilização de um programa de simulação (disponível nos site: <http://www.phet.colorado.edu>, da Universidade do Colorado, EUA), que permite a visualização do efeito fotoelétrico e a visualização do funcionamento físico do LED. Durante a atividade foi usado um roteiro com problemas a serem pesquisados mediante o uso do simulador virtual.

Momento 5 – uso de aula prática: atividade experimental de construção de experimento com LED. A construção de painéis fotovoltaicos com LEDs, a influência da distância nas medidas de voltagem, a cor do LED na conversão de energia e a influência da resistência nas medidas, foram alguns dos experimentos realizados. Além da produção de relatório no final das praticas experimentais.

Segundo Moreira as atividades praticas:

...por se tratarem de um processo humano de construção de conhecimento, devem ser pensadas como experimentos a serem explorados e explicados os fenômenos, para pensar, sentir e fazer, do que comprovar uma lei ou conceito. (Moreira e Ostermann, 1993 p. 109).

Momento 6 – apresentação dos resultados e discussão em grande grupo, durante o qual cada equipe explica o funcionamento e demonstra os resultados dos experimentos;

Momento 7 – debate sobre os trabalhos com identificação e discussão de dúvidas sobre o assunto. Aplicação de um teste final para avaliar a aprendizagem dos alunos.

³ ALVES, E. G. **Usando LED como Fonte de Energia**. Física na Escola, v.9, n.1, 2008

Materiais e Métodos

O presente trabalho, por se tratar de um relato empírico, trata de analisar a aplicação da unidade de aprendizagem durante a qual se fez uso de aula prática, principalmente no momento 5, no qual ocorreu a atividade experimental de construção de experimentos com LEDs. Nos momentos anteriores a aula prática, efetuaram-se discussões acerca dos fundamentos teóricos de FMC, possibilitando aos alunos criarem subsunçores sobre a FMC e um melhor entendimento a respeito da constante de Planck.

Durante a atividade experimental foi construído um experimento com LEDs, chamado de painel fotovoltaico, com o objetivo de medir a proporcionalidade da corrente elétrica fornecida pelo LED em função da intensidade de luz incidente e do tipo de circuito (ligação em paralelo ou série). Para a montagem do aparato experimental foi utilizado um multímetro digital, usado na medição de tensões e correntes, lâmpadas incandescentes (tipo *spot* nas cores vermelha e azul) LEDs de luz vermelha e de encapsulamento transparente de 10 mm. Os painéis de LEDs foram montados em placas de acrílico. Os dados obtidos foram tabulados e plotados com o auxílio de uma planilha eletrônica.

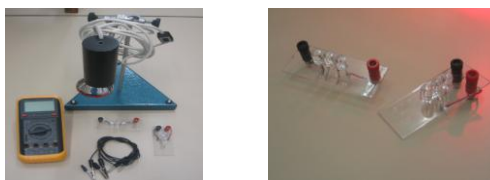


Figura 1: Materiais usados no experimento e painéis voltaicos de LEDs.

O uso de lâmpadas permitiu comprovar a teoria que afirma que a mudança de cor da fonte emissora de luz ocasiona uma variação no valor da corrente elétrica nos LEDs. Em termos conceituais observa-se que para uma mesma fonte emissora de luz, a colocação de filtro seleciona uma faixa do espectro eletromagnético e bloqueia a passagem de outras faixas de frequências, conforme Tabela 1.

Luz Branca

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| (10 ⁻²)V | 3,1 | 3,5 | 3,8 | 4,0 | 4,8 | 5,2 | 5,6 | 6,6 | 7,3 | 7,9 | 8,5 | 10 | 12 | 16 | 29 | 46 | 66 | 74 |
| μA | 13 | 14 | 15 | 16 | 18 | 19 | 20 | 23 | 25 | 28 | 31 | 33 | 35 | 39 | 41 | 42 | 43 | 45 |

Vermelho (630 a 700 nm) e Azul (440 a 480 nm) respectivamente.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|----|----|----|----|----|--|
| (10 ⁻²)V | 3,6 | 3,7 | 4 | 4,5 | 5 | 5,3 | 5,7 | 6,3 | 7 | 7,5 | 8,5 | 10 | 12 | 22 | 53 | 74 | |
| μA | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 25 | |
| (10 ⁻²)V | 3,8 | 4 | 4,4 | 5 | 5,4 | 6 | 6,9 | 7,5 | 8 | 10 | 13 | 24 | 60 | 74 | 74 | | |
| μA | 11 | 6 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 23 | | |

Tabela 1: Medidas de corrente e voltagem para a luz branca, vermelha e azul.

Durante a realização das medidas de voltagem, em função da corrente, Tabela 1, os alunos puderam perceber que para se manter a corrente elétrica passando pelo diodo vermelho e azul nos mesmos valores obtidos para a luz branca, havia necessidade de aumento da tensão sobre os mesmos, ocorrendo o mesmo quando da incidência da luz branca, vermelha e azul sobre o diodo receptor para se gerar uma corrente elétrica de mesma intensidade. Mediante os resultados, concluíram que quando há incidência da luz azul, a energia cinética dos elétrons ejetados é menor do que a da luz vermelha e branca.

Por último, os alunos observaram a queda de voltagem sobre um fotorreceptor em função do

aumento de distância, em relação ao emissor de luz, como se observa no gráfico da Figura 2.

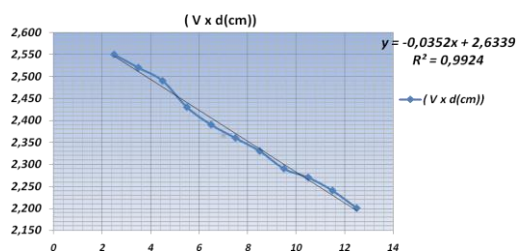


Figura 2: Gráfico da tensão em função da distância da fonte luminosa

Conclusão

O uso do pré-teste, na etapa inicial da pesquisa, foi essencial para o entendimento das concepções prévias dos alunos a respeito da Física Moderna, Nanotecnologia e Efeito Fotoelétrico. Os resultados mostraram falhas graves nas concepções dos alunos e falta de subsunçores em relação à representação do átomo e sua conceituação. Mediante as respostas, pode-se aferir que para 90% dos alunos participantes, o tema Nanotecnologia e Efeito Fotoelétrico era um mistério e não se encontravam na estrutura cognitiva ou, se existiam, as informações dadas estavam totalmente desorganizadas. Com o uso de organizadores prévios foi possível criar subsunçores e iniciar discussões sobre o tema, sendo que as duas estratégias demonstraram serem fundamentais para a contextualização, discussão e entendimento sobre Nanotecnologia.

O uso do pós-teste permitiu afirmar que os organizadores funcionaram como uma ponte cognitiva, criando uma relação entre os temas abordados e uma aprendizagem significativa. Pelas avaliações, pôde-se aferir que ocorreu uma aprendizagem proposicional, pois surgiram diversas ideias sobre o efeito fotoelétrico.

A aula experimental auxiliou os alunos a entenderem que o Efeito Fotoelétrico “acontece para toda a faixa visível do espectro luminoso; que o uso de filtro funciona como seletor de frequência luminosa e reduz a intensidade de corrente elétrica em comparação à incidência de luz branca no receptor fotoelétrico e que existe uma frequência de corte”.

A existência do fóton, a energia do fóton relacionada à frequência do espectro visível, a energia cinética máxima para o elétron poder escapar do metal, os tipos de ligações possíveis de serem feitas entre os LEDs, série e paralelo, as vantagens e desvantagens do uso dos LEDs como painéis, dentre outros pontos, foram discutidos nesta abordagem experimental.

Pode-se avaliar que a aula prática é um recurso educacional atrativo para os alunos e que esta estratégia deveria ser utilizada com maior frequência nas aulas de Física, por despertar emoções positivas nos alunos tais como a curiosidade e o questionamento. A receptividade dos estudantes pelos conteúdos é muito boa, pois se pode observar a mudança de atitude nos alunos a cada conteúdo que lhes é apresentado. Durante o último encontro houve a solicitação por parte dos alunos para mais aulas de cunho prático.

Pode-se concluir que a atividade experimental para abordar o efeito fotoelétrico, mediada por um simulador, articulada com atividades práticas e com aplicações tecnológicas vivenciadas no cotidiano, leva o aluno a ter uma predisposição, mantendo a atenção e a disponibilidade em aprender, tornando a aprendizagem significativa.

A utilização destas atividades tornam conceitos abstratos da FMC mais acessíveis aos alunos

e também os auxilia a interagir com outros conteúdos da física clássica, tais como de eletricidade (circuitos elétricos, corrente elétrica, resistores, geradores, etc.) e as ondas eletromagnéticas (infravermelho e outras formas de radiação).

Referências

BRASIL, PCN+ **Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

_____, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, MEC/SEMT, 2000.

ALVES, E. G. **Usando LED como Fonte de Energia**. Física na Escola, v.9, n.1, 2008

AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. & HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana. Tradução da segunda edição de *Educational psychology: A cognitive view*. 1980

OSTERMANN, F. e MOREIRA, M. A. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 1, mar. 2000. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci> . Acesso em: Julho 2013.

MOREIRA, M.A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, dez. 1992.