UMA PROPOSTA DE ENSINO DE FÍSICA NAS ENGENHARIAS COM A UTILIZAÇÃO DE FOTOSENSORES

A proposal for the engineering physics education using photosensors

ALMEIDA, Priscila Todero

Faculdade de Jaguariúna

PIRES, Jorge Miguel D.M.C.

Faculdade de Jaguariúna

Resumo: Esse trabalho descreve uma proposta de Ensino de Física nas Engenharias que tem como objetivo principal o estudo do Efeito Fotoelétrico utilizando aulas expositivas, contextualização dos modelos físicos do final do século XIX e inicio do século XX, utilização de imagens de simulação do Efeito Fotoelétrico e textos de Divulgação Científica (DC) que versam sobre Fotosensores. A ideia principal dessa proposta é expor aos estudantes de engenharia uma contextualização do final do século XIX e inicio do século XX conjunta com surgimento da Física Moderna e Contemporânea (a partir do Efeito Fotoelétrico) e por fim, apresentar as suas aplicações atuais, como por exemplo, os Fotosensores. Proponho também a utilização da Análise de Discurso (AD) aporte teórico metodológico na análise dos resultados posteriormente coletados.

Palavras chaves: Ensino de Física, Efeito Fotoelétrico, Fotosensores.

Resumen: Este artículo describe una propuesta de enseñanza de la Física en Ingeniería. El objetivo fue estudiar el efecto fotoeléctrico mediante conferencias, contextualización de modelos físicos de finales del siglo XIX y principios del siglo XX, uso de imágenes de la simulación del efecto fotoeléctrico y textos de divulgación científica (DC) que versan sobre el tema. La propuesta didáctica procura exponer a los estudiantes de ingeniería a la contextualización del efecto fotoeléctrico de finales del siglo XIX y principios del siglo XX, junto con la aparición de la Física moderna y Contemporánea. Finalmente, se propone el uso de Análisis de Discurso (DA) como marco teórico referencial y metodológico para el análisis de las informaciones recolectadas durante la aplicación de la propuesta didáctica.

Palabras clave: enseñanza de la física, efecto fotoeléctrico, fotosensores.

Introdução

Os conteúdos de Física ensinados na maioria dos Cursos de Engenharia no Ensino Superior Privado encontram-se defasado mais de um século comparado ao conhecimento de Física atual, contemplando apenas a Física Clássica (FC) e suas aplicações. Nessas instituições de ensino o estudo da Física Moderna e Contemporânea (FMC)[1] incluindo a Física Quântica (FQ) não está presente em nenhum dos conteúdos desenvolvidos. A ausência da FMC é uma falha que prejudica a formação do aluno em âmbito social, pois, não formamos um indivíduo que compreende o desenvolvimento tecnológico no nosso cotidiano nem que é consciente das mudanças e impactos de novas tecnologias na sociedade. De acordo com Pinto e Zanetic,

> *[...] É preciso transformar o ensino de Física tradicionalmente oferecido por nossas escolas em um ensino que contemple o desenvolvimento da física moderna, não como mera curiosidade , mas como uma física que surge para explicar fenômenos que a Física Clássica não explica, constituindo uma nova visão de mundo. Uma Física que hoje é responsável pelo atendimento de novas necessidades que surgem a cada dia, tornando-se cada vez mais básicas para o homem contemporâneo, um conjunto de conhecimentos que extrapola o limite da ciência e tecnologia, influenciando outras formas do saber humano. [...] (PINTO E ZANETIC,1999, p.7)*

Ensinar conceitos de FMC é um grande desafio uma vez que, em geral, são conceitos abstratos e muitas vezes "anti-intuitivos" que levam os estudantes a contradições de pensamentos do cotidiano. É uma tarefa dos professores de Física atuar como mediadores na relação entre os alunos e as disciplinas de FMC. Devemos pensar em métodos educacionais e curriculares que ajudem os estudantes a entender conceitos relevantes e a motivá-los. É necessário quebrar a distância que existe entre o ensino de Física e os estudantes, segundo Robilotta,

[1] A FMC engloba os desenvolvimentos da física ocorridos a partir do final do século XIX (AKRILL, T. **Physics Education**, v. 26, p. 81-87, 1991).

> *[...] O ensino, tanto da Física como de outras áreas do conhecimento, acontece no cenário cinzento da passividade, da falta de interesse e da apatia. Os estudantes parecem estudar apenas para passar de ano [...] (ROBILOTTA, 1988, p.8).*

Nesse contexto há trabalhos como o de Pinto e Zanetic (1999), baseado no perfil epistemológico do estudo da Filosofia da Ciência de Gaston Bachelard, em que os autores partem do pressuposto que o ensino de Física deve ser o mais diverso possível ensinado com uma abordagem ampla e apresentado como uma forma de cultura (ZANETIC, 1989). Os autores afirmam que:

> *[...] O formalismo matemático, a observação, a experimentação, os conceitos, as leis, as teorias, a filosofia, a história, a epistemologia, a tecnologia, são exemplos de formas do conhecimento físico que podem possuir afinidades com diferentes alunos [...] (PINTO E ZANETIC, 1999, p.8).*

Com base nisso, apresento uma proposta de Ensino de Física para as Engenharias que tem como principal objetivo o estudo do Efeito Fotoelétrico utilizando aulas expositivas, contextualização dos modelos físicos do final do século XIX e inicio do século XX, utilização de imagens de simulação do Efeito Fotoelétrico e textos de Divulgação Científica (DC) que versam sobre Fotosensores.

A ideia principal dessa proposta é expor aos estudantes de engenharia uma contextualização do final do século XIX e inicio do século XX conjunta com surgimento da Física Moderna e Contemporânea (a partir do Efeito Fotoelétrico) e por fim, apresentar as suas aplicações atuais, como por exemplo, os Fotosensores. Segundo Robilotta, 1988.

> *[...] Existem tarefas urgentes que precisam ser enfrentadas para que o ensino da física possa ser melhorado. Entre elas, e ao nosso alcance, está a*

> *necessidade de se recuperar a noção de que a Física é um processo onde o confronto de ideias está sempre presente.. [...] (ROBILOTTA, 1988, pág. 17).*

Com o intuito de confrontar ideias apresentaremos os modelos teóricos não resolvidos da Física Clássica até o século XIX e depois disso, durante as aulas expositivas, estudaremos o Efeito Fotoelétrico e suas contribuições na FMC no século XX. Nessa proposta trabalharemos também com imagens de simulação em que os estudantes poderão simular no computador atráves do software PhET Interactive Simulation o Efeito Fotoelétrico e mudar as variáveis, visualizando assim suas características físicas . Por fim conduziremos a leitura de textos de DC que falam sobre o uso de Fotosensores em aplicações de engenharia.

Um sensor é um dispositivo que é capaz de detectar ações ou estímulos externos em geral, e transforma grandezas físicas ou químicas em um sinal elétrico, dando-nos como resposta uma informação. Nesse projeto, a proposta de utilizar fotosensores como tema de pesquisa tem como base os inúmeros exemplos de sensores que utilizam a Física estudada no final do século XIX e início do século XX. Muitos dos fotosensores utilizam o Efeito Fotoelétrico, ou seja, a emissão de elétrons de um material, geralmente metálico, quando ele é submetido à radiação eletromagnética (por exemplo, a luz.). Dentre os fotosensores temos os fotoresistores (LDR), fotodiodos e fototransistores que estão presentes no nosso cotidiano em elevadores, células solares, computadores, dentre outras aplicações na indústria e na engenharia em geral.

Conforme dissemos anteriormente utilizaremos imagens de simulação em que os estudantes poderão simular no computador utilizando o software PhET Interactive Simulation o Efeito fotoelétrico e mudar as variáveis. Retratando assim as mudanças que ocorreram tanto em questões teóricas, experimentais e tecnológicas. Segundo Isabel Martins et al.

> *[…] Imagens são importantes recursos para a comunicação de idéias científicas. No entanto, além da indiscutível importância como recursos para a visualização,*

> *contribuindo para a inteligibilidade de diversos textos científicos, as imagens também desempenham um papel fundamental na constituição das idéias científicas e na sua conceitualização […] (MARTINS, 2005, p.1).*

Por fim, a justificativa da escolha de textos do gênero DC vem da necessidade de buscar recursos didáticos e de adequação de linguagem. Segundo Almeida (2010), entre outras coisas, os textos de DC costumam: apresentar uma linguagem próxima à linguagem dos estudantes; discutir aspectos da biografia dos cientistas e/ou fatos históricos relacionados à produção científica; e abordar aspectos da produção do conhecimento e suas possíveis consequências sociais. Almeida (2010) aponta ainda que os textos de DC podem funcionar como recursos didáticos que possibilitam a mediação do discurso escolar relativo à ciência e como facilitadores da atuação da subjetividade dos estudantes. Gama e Almeida (2006) afirmam que textos de DC teriam como principal finalidade a divulgação do conhecimento científico a um público leigo e em sala de aula desempenhar papéis de: possibilitar aos estudantes a chance de manifestarem suas interpretações próprias na produção de sentidos; trazer para o debate em sala de aula assuntos relacionados ao cotidiano deles; motivá-los pelo assunto e pela leitura em geral; ressaltar aspectos da natureza da prática científica; e auxiliar os estudantes na construção de suas próprias histórias de leitura.

Aspectos metodológicos

Para analisar os resultados obtidos nesse trabalho propomos o apoio teórico e metodológico noções da Análise de Discurso (AD) em sua vertente iniciada na França por Michel Pêcheux, especialmente as noções produzidas no Brasil pela pesquisadora Eni Orlandi desde a década de 70.

Justificamos a escolha da AD pelo valor dado por essa teoria às condições de produção e ao funcionamento da linguagem e leitura. Nesse sentido, a resposta à questão de estudo aqui proposta permitirá compreender como os estudantes produziram sentidos a partir da proposta apresentada. Ou seja, analisaremos em que discursos os estudantes se filiaram, que aspectos

das condições de produção se fizeram preponderantes em suas respostas, como esses estudantes a partir da medição entre imagens e textos de DC que versam sobre fotosensores, construíram conhecimento através da expressão de sua leitura.

A proposta central da AD é considerar a relação construtiva entre a linguagem e a exterioridade, essa entendida como as condições de produção do discurso, as quais englobam o contexto imediato, os interlocutores e o contexto sócio-histórico. Para a AD "a linguagem só faz sentido porque se inscreve na história". (ORLANDI, 2005, p. 25), e concebe a linguagem como uma "mediação necessária entre o homem e a realidade natural e social". (ORLANDI, 2005, p. 15). Em sala de aula, no caso da Física, isso implica em analisar a produção de sentidos pelos alunos levando em consideração sua história de leitura e de vida, tendo em vista cada aluno como um sujeito leitor. Professores e alunos têm histórias diferentes, se não levarmos em consideração essa diferença a leitura pode ser apenas simulada.

Dessa forma, quando produzimos sentidos, na verdade, a partir da relação estabelecida pelos interlocutores durante o discurso, estamos retomando sentidos pré-existentes. Em outras palavras: estamos sempre repetindo, o que levou Orlandi (2005) a distinguir três formas de repetição: a empírica ("efeito papagaio"), a formal ("o dizer com as suas palavras") e a histórica (a que historiciza o dizer e o sujeito). Pensando em termos educacionais, segundo Orlandi (1998) uma das funções da escola deve ser levar os estudantes a passarem da repetição empírica à repetição histórica, passando pela repetição formal.

Além disso, Orlandi (2000) afirma que as palavras não detêm sentidos em si: a linguagem não é transparente. Por exemplo, na escrita de um texto está inscrito um leitor virtual, um leitor imaginário para quem o autor do texto está se dirigindo. Logo, quando o leitor real lê, ele não está interagindo com o próprio texto, mas, na verdade, debatendo, com esse leitor virtual inscrito nele. Logo, ler não é decodificar um texto, tampouco apreender seus sentidos, mas sim produzi-los. Orlandi 2000 afirma que apesar de haver uma multiplicidade de sentidos possíveis, há um processo de determinação histórica dos sentidos, o que faz com que apenas alguns deles possam ser produzidos a partir da leitura. Orlandi (1983, 1987, 1988) fala também de outra característica

essencial do texto que é a sua incompletude, ou seja, o texto é incompleto porque leva em conta a exterioridade (contexto em que se dá a leitura) e outros textos (intertextualidade). Por causa dessa sua natureza incompleta, tanto na produção quanto na leitura de um texto entram esses elementos menos mensuráveis e mais diferenciados (variados) que fazem com que cada produção ou cada leitura de um texto tenha o caráter de um acontecimento inédito: "Isso é Polissemia"(ORLANDI, 1983, pag.143).

Orlandi (1987) distingue três tipos de discurso em seu funcionamento: no discurso lúdico a polissemia é aberta (o exagero seria o non-sense), a reversibilidade é total, isto é, a troca de papéis na interação discursiva é perfeitamente plausível. No discurso polêmico, os participantes procuram dominar seu referente, dando-lhe uma direção. A polissemia é controlada (o exagero seria a injúria) e a reversibilidade se dá sob condições, sendo disputada. No discurso autoritário, o referente está ausente, apagado pelo dizer, há, de fato, apenas um agente exclusivo. A polissemia é contida (o exagero é a ordem, o comando) - tendendo para a monossemia -, e a reversibilidade é estancada. Tomando essa tipologia, a autora caracteriza o discurso pedagógico como comumente autoritário, sugerindo, então, que tentemos torná-lo um discurso polêmico.

Para finalizar, deve-se ressaltar que ao utilizar a AD como aporte teórico nessa proposta pretendo analisar a produção de sentidos (investigada por questionários e gravações) durante as aulas, apresentação das imagens e leituras de textos de DC.

Detalhamento da metodologia que será implementada.

Nesse trabalho propomos aulas teóricas de FMC que visem discutir 5 pontos principais:

1. Quais modelos da Física Clássica que apresentavam problemas teórico-experimentais?
2. Como a explicação do efeito Fotoelétrico responde os problemas dos modelos da Física Clássica?
3. Atividade com imagens utilizando o software PhET Interactive Simulations. Usaremos um site de simulação para exemplificar o

Efeito fotoelétrico. O estudante poderá mudar os parâmetros experimentais e simular gráficos. Veja a Figura 1. Em anexo segue um roteiro para essa atividade

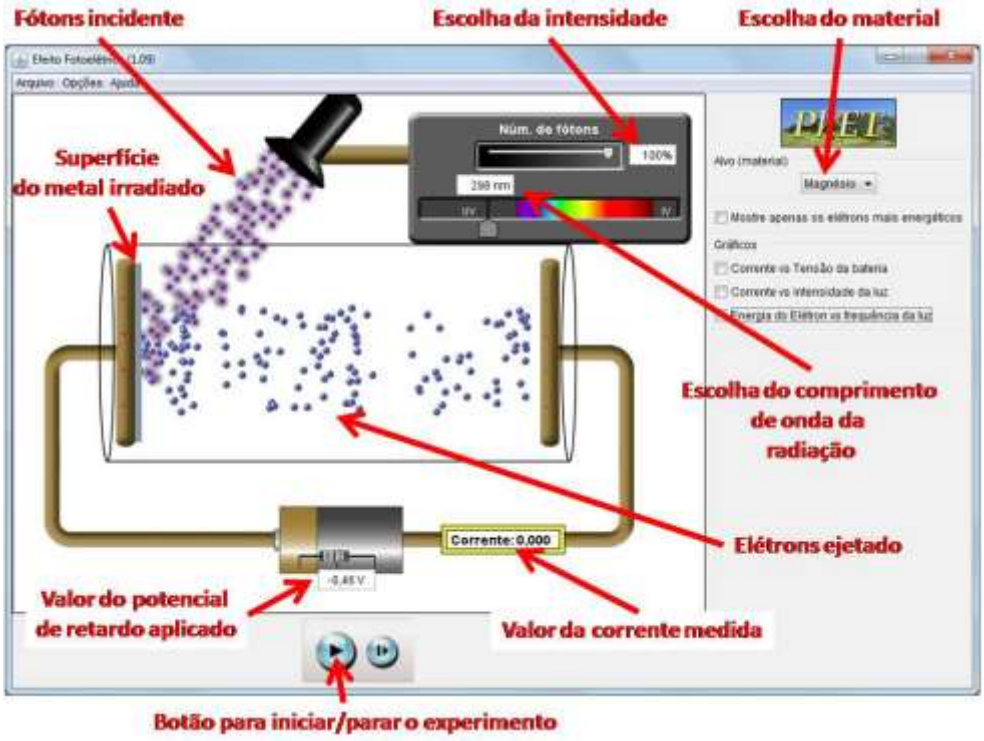

Figura 1: Imagem da tela do computar utilizando o software PhET Interactive Simulations

4. Aplicação do Efeito Fotoelétrico em objetos tecnológicos: Fotosensores.
5. Leitura de textos de DC sobre Fotosensores e suas aplicações na engenharia.

Considerações finais

Nesse contexto pretendo analisar como os estudantes de engenharia se motivaram a entender o Efeito Fotoelétrico e produziram sentidos a partir das aulas, imagens de simulação e a leitura de textos de divulgação científica. Usarei recursos como gravações e questionários. Posteriormente,analisarei os dados de acordo com o aporte teórico da Análise de Discurso.

Referências

ALMEIDA, M. J. P. M. O texto de divulgação científica como recurso didático na mediação do discurso escolar relativo à ciência. In: Pinto, G. A. (Org.). **Divulgação científica e práticas educativas**. Curitiba, PR: CRV, p. 11-24, 2010.

GAMA, L. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. de. Condições de produção numa leitura de divulgação científica. **Revista Espiral**, ano 7, n. 26, 2006.

1.1.1 MARTINS, I; GOUVÊA, G; PICCININI, C; Aprendendo com imagens. **Ciência e. Cultura**. vol.57 no.4 São Paulo, SP, Oct./Dec. 2005
ORLANDI, E. P. **A linguagem e seu funcionamento: as formas do discurso**. 2ª ed. rev. e aum. São Paulo, SP: Pontes, 1987.

ORLANDI, E. P**. Discurso e leitura**. 5ª ed. São Paulo, SP; Campinas, SP: Cortez: Editora da UNICAMP, 2000.

ORLANDI, E. P. Paráfrase e Polissemia: a fluidez nos limites do simbólico. **Rua,** v. 4, p. 9-19, 1998.

ORLANDI, E. P. **Análise de discurso: princípios & procedimentos.** 6ª ed. Campinas, SP: Pontes, 2005.

PINTO, A. C.; ZANETIC, J. É possível levar a Física Quântica para o ensino médio? **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p. 7-34, 1999.

ROBILOTTA, R. M. O cinza, o branco e o preto – da relevância da História da Ciência no Ensino de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, n. especial, p. 7-23, 1988.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. Tese (doutorado) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Educação, São Paulo, SP. 1989.

Acesso ao site:
http://phet.colorado.edu/sims/photoelectric/photoelectric_pt_BR.jar

Anexo 1

Etapa 3 da proposta : Experimentos virtuais com o uso de imagens:

Para executar esta etapa do experimento acesse o site:
http://phet.colorado.edu/sims/photoelectric/photoelectric_pt_BR.jar
Baixe o programa e execute.

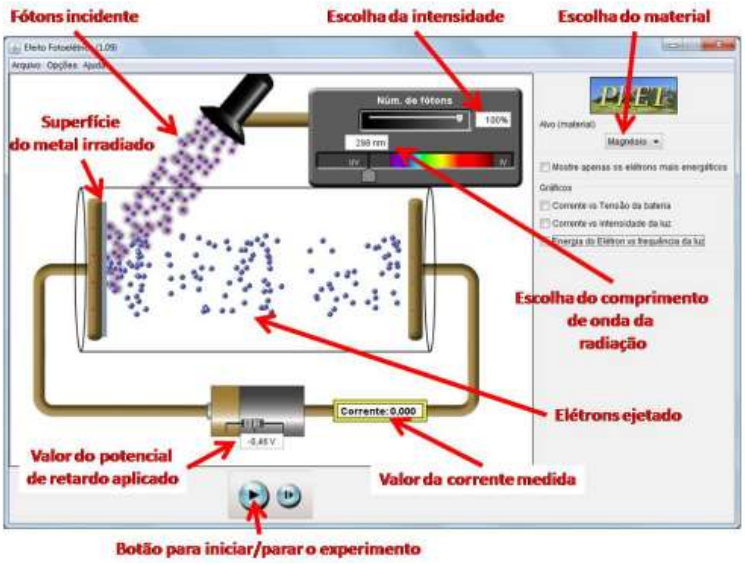

Figura 1: Programa usado para realizar o experimento virtual.

1. Escolha o material (alvo). Use inicialmente o sódio.
2. Escolha intensidade 100%.
3. Escolha a diferença de potencial aplicada entre o cátodo e a placa coletora também conhecido como potencial de retardo igual a zero (esta voltagem pode ser ajustada movendo o cursor ou digitando o valor da voltagem seguido pela letra V. Exemplo: -0.40V. Use o ponto como separador decimal.
4. Escolha uma cor com comprimento de onda suficiente para indicar uma corrente no coletor diferente de zero.
5. Aplique uma voltagem (tensão de retardo) de forma que o valor da corrente volte a zero novamente. Repita este procedimento, pelo menos mais 5 vezes, escolhendo outros valores para o comprimento de onda.
6. Faça um gráfico da tensão de retardo versus a frequência da radiação escolhida.

7. Analise o gráfico e calcule o valor da constante de Planck e o valor da função trabalho para este material.
8. Escolha um valor fixo do comprimento de onda onde a corrente seja diferente de zero, varie a intensidade do feixe de luz e meça o valor da corrente obtida. (anote o valor da corrente para pelo menos cinco valores diferente da intensidade).
9. Faça um gráfico da corrente obtida versus a intensidade do feixe.
10. Repita este procedimento para o Zinco.
11. Repita este procedimento para o Cobre.
12. Repita este procedimento para o Platina.
13. Repita este procedimento para o Cálcio.
14. Repita este procedimento para o magnésio.
15. Compare o valor da função trabalho deste material. Explique porque este valor varia quando mudamos o material.

Contatos:

Priscila Todero de Almeida
Doutoranda em Educação e membro do grupo de estudo e pesquisa em Ciência e Ensino (gepCE) da Faculdade de Educação da Unicamp, Campinas, SP, Brasil. Assessora Pedagógica do curso de Engenharia Civil – Faculdade de Jaguariúna - FAJ assessor.civil@faj.br

Jorge Miguel D.M.C. Pires
Especialista em Segurança do Trabalho pela Faculdade de Engenharia Mecânica da Unicamp, Campinas, SP, Brasil. Coordenador do Curso de do curso de Engenharia Civil – Faculdade de Jaguariúna - FAJ engcivil@faj.br