



EFEITO FOTOELÉTRICO: SEQUÊNCIA DIDÁTICA COMO METODOLOGIA PARA O ENSINO DE FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO

- Patrícia do Nascimento Pereira, Hawbertt Rocha Costa, Silvete Coradi Guerini
[1] Universidade Federal do Maranhão campus Dom Delgado, Maranhão, Brasil,
patricianascimentopereira06@gmail.com.
[2] Universidade Federal do Maranhão campus III Bacabal, Maranhão, Brasil,
hawbert@gmail.com.
[3] Universidade Federal do Maranhão campus Dom Delgado, Maranhão, Brasil,
silvete@gmail.com.

Agência Financiadora: (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES e Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão-FAPEMA).

PHOTOELECTRIC EFFECT: DIDACTIC SEQUENCE AS A METHODOLOGY FOR THE TEACHING OF MODERN PHYSICS IN HIGH SCHOOL

Resumo

A presente pesquisa segue os pressupostos de uma investigação de natureza qualitativa apoiada nas proposições de Ludke e André (1986) e Flick (2009) e de cunho bibliográfico fundamentado na ideia de Rosa (2013). A pesquisa se construiu a partir de dois objetivos: discutir os trabalhos de profissionais da área que utilizaram procedimentos didáticos que direcionaram a aprendizagem da Física por meio de sequências didáticas e, a elaboração de uma sequência didática que contemplasse um tema da Física Moderna. O ensino de Física sempre gerou discussões acerca do desenvolvimento, qualidade e aplicação em sala de aula. O processo de ensino-aprendizagem de Física sempre foi tido como muito complexo e difícil execução, pois os estudantes têm dificuldades de compreender conceitos abstratos e de relacioná-los com as aplicações vistas em seu cotidiano, assim corroborando com a ideia de uma matéria “chata” e “cansativa”. Para desconstruir essa visão do estudante, apresentamos 12 artigos de propostas e aplicações de sequências didáticas que dão suporte ao professor do ensino médio inserir em sua prática didática. Na mesma perspectiva, elaboramos uma sequência didática para o ensino do efeito fotoelétrico, fundamentada nas ideias de Zabala (1998), Guimarães e Giordan (2013) e nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1990).

Palavras-Chave: sequência didática, física moderna, efeito fotoelétrico.

Abstract

The present research follows the presuppositions of an investigation of a qualitative nature based on the propositions of Ludke and André (1986) and Flick (2009) and of bibliographic character based on the idea of Rosa (2013). The research was based on two objectives: to discuss the work of



professionals in the area who used didactic procedures that guided the learning of physics through didactic sequences and the elaboration of a didactic sequence that contemplated a theme of Modern Physics. The teaching of physics has always generated discussions about development, quality and application in the classroom. The teaching-learning process of Physics has always been considered as very complex and difficult to execute, because students have difficulties to understand abstract concepts and to relate them to the applications seen in their daily life, thus corroborating with the idea of a "boring" "And" tiring. " To deconstruct this view of the student, we present 12 articles of proposals and applications of didactic sequences that support the high school teacher insert in his didactic practice. In the same perspective, we elaborated a didactic sequence for the teaching of the photoelectric effect, based on the ideas of Zabala (1998), Guimarães and Giordan (2013) and the three pedagogical moments proposed by Delizoicov and Angotti (1990).

Key words: didactic sequence, modern physics, photoelectric effect.

1. Introdução

Nos últimos anos o ensino de Física vem sendo discutido por profissionais da área e muitas atividades têm sido desenvolvidas com o objetivo de melhorar a qualidade do ensino. Nesse sentido, as atividades visam ultrapassar as metodologias tidas como tradicionais que se configuram em resoluções de exercícios repetitivos e aulas expositivas sem interação dos alunos, com isso, os recursos utilizados em sala de aula se restringem estritamente à teoria, com aplicação de fórmulas e memorização de leis, o que leva o aluno a não relacionar os conceitos estudados com os acontecimentos que ocorrem no cotidiano, dificultando seu aprendizado, tornando todo o processo de ensino-aprendizagem desmotivacional (FREITAS, 2017).

Compreendendo que vivemos em um mundo tecnológico e a utilização de tecnologias digitais na educação é reiterada nos documentos oficiais e o ensino de Ciências visa formar cidadãos críticos e reflexivos, desenvolvemos atividades que estimulassem os estudantes compreenderem e aplicarem os conceitos discutidos em sala de aula em situações de seu cotidiano. Sendo assim, este trabalho apresenta uma proposta de sequência didática para o ensino do efeito fotoelétrico, tema presente na unidade de ensino que engloba os conteúdos de Física Moderna, presente nos livros didáticos de Física do terceiro ano do ensino médio.

A pesquisa possui dois objetivos: discutir os trabalhos de profissionais da área que utilizaram procedimentos didáticos que direcionaram a aprendizagem da Física por meio de sequências didáticas e, a elaboração de uma sequência didática que contempla um tema da Física



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

Moderna que versa na perspectiva de uma aprendizagem significativa e problematizada. A pesquisa consiste em demonstrar não apenas a elaboração, mas a importância desta, para o planejamento das etapas de trabalho com o aluno. Justifica-se este trabalho, a fim de contribuir com o planejamento dos professores de Física do ensino médio que queiram inovar suas aulas envolvendo o conteúdo efeito fotoelétrico da Física Moderna.

A Física Moderna quase não é abordada pelos professores de Física do ensino médio, mas é de grande importância para formação científica do aluno, visto que, estão em contato com os aparelhos eletrônicos, seja em casa, no supermercado ou no hospital. Alguns pesquisadores como Machado e Nardi (2007, p.91), retratam a importância da atualização curricular com vista à formação de cidadãos capazes de compreender a Física por trás das inúmeras tecnologias presentes no cotidiano, tais como, os computadores, o laser, GPS, equipamentos de raios x, lâmpada fluorescente, dispositivos e sensores eletrônicos, carros, celulares, entre outras tecnologias. O conteúdo da Física Moderna escolhido foi o efeito fotoelétrico que desperta o interesse dos alunos, pois, diariamente estão em contato com os aparatos tecnológicos que se fundamentam nesse efeito.

Seguindo nessa vertente, o referencial teórico discute a importância da construção de sequências didáticas para o processo de ensino- aprendizagem da Física.

2. Referencial Teórico

O ensino de Física sempre gerou discussões acerca do desenvolvimento, qualidade e aplicação em sala de aula. O processo de ensino-aprendizagem de Física sempre foi tido como muito complexo e difícil execução, pois os estudantes têm dificuldades de compreender conceitos abstratos e de relaciona-los com as aplicações vistas em seu cotidiano, assim corroborando com a ideia de uma matéria “chata” e “cansativa” (FREITAS; ALVEZ; CALADO; FEITOSA E SOUTO, 2016).

Para desconstruir a ideia que o estudante possui da Física, é necessário melhorar a qualidade do ensino através do planejamento. O professor enquanto mediador do conhecimento deverá programar suas atividades, selecionando os materiais necessários para facilitar a aprendizagem dos estudantes, demonstrando os fenômenos físicos e relacionando-os com experiências vividas pelo estudante em seu cotidiano. Dessa forma, uma das formas de planejar uma atividade, selecionando ideias e ferramentas é a construção de uma sequência didática, que segundo Zabala (1998, p.18) é:

(...) um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos (...).



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

A partir desse conceito, entende-se que a sequência didática é construída tanto em relação a conteúdos como atividades, podendo modificar a visão do estudante para o conteúdo. Por exemplo, podem-se observar duas experiências diferentes com sequências didáticas, a primeira retrata o uso de duas maneiras de experimentação antes de apresentar o conteúdo, uma produzida pelos estudantes, à outra produzida através do roteiro. A experimentação aparecendo no início da sequência provavelmente terá uma característica mais investigadora, pois não conhecem o conteúdo. No entanto, se a experimentação for programada para o fim do conteúdo certamente será vista pelos alunos como uma reafirmação do conceito ou um aprofundamento do que já foi visto.

As duas maneiras de apresentação de sequências didáticas são importantes para o processo de ensino-aprendizagem, mas deve ser analisadas com cuidado (MAZETI, 2017, p. 39). No Brasil, algumas pesquisas são focadas na interação aluno-aluno e aluno-professor (PAIS, 2002). Outros trabalhos trazem propostas que se pautam no ensino-investigativo e em ações que favorecem o processo de ensino-aprendizagem. Todas as pesquisas, embora tenham objetivos diferentes, são focadas na construção/elaboração da sequência didática como instrumento metodológico para alcançar os objetivos educacionais. Sobre a elaboração de atividades investigativas, Carvalho e Perez (2001, p. 114) diz:

É preciso que os professores saibam construir atividades inovadoras que levem os alunos a evoluírem, nos seus conceitos, habilidades e atitudes, mas é necessário também que eles saibam dirigir os trabalhos dos alunos para que estes realmente alcancem os objetivos propostos.

Essa perspectiva de ensino discute os objetivos de uma sequência didática e, a criação de atividades que motivem os estudantes a alcançarem os objetivos propostos. Para que atinjam os objetivos estabelecidos em cada atividade e alcancem os resultados esperados, é preciso que o professor defina uma meta e organize as atividades didáticas. No entanto, orientar os estudantes a alcançarem os objetivos das atividades através de metodologias tradicionais é complexo. Por isso, muitos pesquisadores do ensino de Ciências, em particular de Física desenvolvem metodologias e sequências didáticas diferenciadas para os estudantes alcançarem os objetivos propostos.

Porém, ressalta-se que os objetivos de cada pesquisador são diferentes, cada sequência se valerá de uma abordagem diferente. Sobre isso, Zabala (1998, p. 59) pontua que o importante para o docente é “compreender outras propostas e reconhecer, em cada momento, aquelas sequências que se adaptam mais às necessidades educacionais de nossos alunos”. Conclui-se sobre essa visão, que é necessário sempre estar modificando a sequência com vista à realidade do alunado e assim atender os objetivos pedagógicos.



Para atender os objetivos pedagógicos, é importante que na elaboração da sequência didática exista um referencial de aprendizagem e um referencial metodológico. O referencial de aprendizagem deverá nortear os processos que serão utilizados na sequência de atividades, ou seja, norteará a natureza da sequência e os tipos de atividades que se priorizará dentro dela. Já o referencial metodológico, irá nortear a produção das atividades, a clareza e encadeamento da sequência e as metodologias que serão utilizadas (MAZETI, 2017, p. 39). A partir da discussão sobre o conceito de sequência didática e a sua potencialidade no ensino de Física, discutimos os trabalhos coletados pela revisão bibliográfica sobre metodologias e propostas de ensino voltadas para os conteúdos da Física Moderna e, em específico sobre efeito fotoelétrico. Além da construção de uma sequência didática com base nos referenciais discutidos nos resultados.

3. Procedimentos Metodológicos

A presente pesquisa se configura em uma investigação de natureza qualitativa segundo as proposições de Ludke e André (1986) e Flick (2009). A pesquisa se construiu através de uma revisão bibliográfica, fundamentada na ideia de Rosa (2013), em que sugere os seguintes passos para este tipo de pesquisa: definição de dez a vinte palavras-chave; definição do escopo; seleção do corpus e análise. Considerando isso, foram definidas as seguintes palavras-chave: sequência didática; sequência de atividades; propostas de ensino; física moderna; mecânica quântica no ensino médio; efeito fotoelétrico; ensino de física; ensino médio; objeto de aprendizagem; simulação computacional de FM.

O material investigado foi disponibilizado por alguns dos principais periódicos da área de Educação em Ciências em geral e em particular de Ensino de Física. A seguir, estão listados os periódicos selecionados:

1. A Física na Escola (FNE)
2. Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF)
3. História da Ciência e Ensino: construindo interfaces
4. Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF)
5. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)

Utilizamos o mecanismo de busca dos periódicos e sistematizamos as informações. Primeiramente, identificamos os artigos em que havia a ocorrência de pelo menos uma das 10 palavras-chaves nos resumos. Não estabelecemos um período para procura, encontramos vinte e nove artigos. Fizemos uma leitura flutuante para identificar se o artigo tratava-se do enfoque do nosso trabalho, ou seja, sobre o ensino da Física Moderna e do conteúdo específico efeito



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

fotoelétrico. No total dos vinte e nove, foram selecionados 12 artigos que abordam o enfoque do nosso objeto de pesquisa. A partir da seleção dos trabalhos, categorizamos e classificamos para a discussão. Assim, dividimos os trabalhos encontrados em três categorias, a saber: (a) Propostas didáticas para o ensino do efeito fotoelétrico no ensino médio; (b) Aplicação de propostas para o ensino do efeito fotoelétrico; (c) Propostas ou aplicação para o ensino de conteúdos de Física Moderna. Nos resultados apresentamos e discutimos cada um através das categorias criadas.

A partir da revisão de literatura e da discussão no referencial teórico sobre nosso objeto de pesquisa, construímos uma sequência didática apresentada nos resultados desta pesquisa. A sequência didática foi fundamentada nas ideias de Zabala (1998), Guimarães e Giordan (2013) e nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov e Angotti (1990): problematização inicial; organização do conhecimento e aplicação do conhecimento.

Refletindo na perspectiva de um ensino problematizado caracterizado pela construção conjunta docente-discente do conhecimento, a sequência didática está organizada em cinco etapas, cada uma com 45 minutos. As atividades elaboradas buscam relacionar o conteúdo com o contexto cultural dos alunos, para que possam produzir os significados dos conceitos de uma maneira mais compreensível. O desenvolvimento da sequência didática em sala de aula foi planejado com discussões problematizadas, simulações computacionais, atividades experimentais e apresentação de vídeos. As atividades foram elaboradas com maiores detalhes em direção a uma abordagem sociointeracionista, ou seja, valorizando os conhecimentos prévios dos alunos para posterior inserção de uma problematização com eixo central na reflexão, interação e sistematização dos saberes dos sujeitos para a construção do conhecimento. Visto isso, seguimos nas discussões dos nossos resultados.

4. Resultados e Discussão

Iniciamos a discussão dos resultados com os trabalhos selecionados na revisão bibliográfica sobre sequências didáticas ou sequências de atividades que abordam conteúdos da Física Moderna e em particular o conteúdo efeito fotoelétrico. Abaixo, apresentamos a síntese do que dizem os artigos com base nas categorias criadas.

(a) Propostas didáticas para o ensino do efeito fotoelétrico no ensino médio (5 artigos)

Silva e Assis (2012) propõem em seu trabalho uma atividade experimental que aborda o conteúdo efeito fotoelétrico, para tanto, confeccionaram um experimento com materiais de baixo custo. O experimento construído leva o nome de “Ouça seu controle remoto” e tem um apelo lúdico, pois permite que os alunos ouçam o ruído que um circuito produz, ao receber sinal de um



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

controle remoto. As autoras sugerem como o experimento pode ser realizado pelo professor em sala de aula e disponibilizam a lista dos materiais utilizados na confecção, bem como os procedimentos para a montagem. Essa atividade pode ser utilizada de forma contextualizada, articulando esse fenômeno com algumas aplicações tecnológicas vivenciadas pelo aluno em seu cotidiano. Inúmeras são as possibilidades sugeridas pelas autoras para instigar os alunos a expressarem suas ideias prévias para explicar o fenômeno. Um fator ponderado é a vinculação da atividade com a interação social, pois desperta o interesse e a motivação dos alunos em aprenderem os conhecimentos trabalhados em sala de aula.

Eberhardt; Filho; Lahm e Baitelli (2017), também utilizaram a experimentação para abordar o conteúdo efeito fotoelétrico. O objetivo dos autores é instrumentalizar o professor ou servir como inspiração para a proposição de atividades didáticas. Dessa forma, apresentaram um experimento (equipamento) de baixa complexidade, alto potencial para contextualização, seguro e de baixo custo para ser utilizado em sala de aula. Os autores disponibilizaram a lista de materiais utilizados na construção do equipamento e o modo de construção, também disponibilizaram e-mail para os professores que tiverem dúvidas na montagem. O experimento consiste em os estudantes “instruídos sobre medições de tensões e correntes elétricas, ligarem uma lâmpada néon a um multímetro digital, na escala de tensão de 200 mV, iluminando os eletrodos com a luz de LEDs de diferentes comprimentos de onda, correlacionando essas radiações com as indicações do multímetro, convertidas para corrente elétrica”. Disponibilizam imagens do circuito e instigam professores a elaborarem perguntas para questionar os estudantes sobre fenômeno apresentado. Os autores ainda apresentam resultados do teste desse experimento/equipamento. Ressaltamos que os resultados apresentados pelos autores não foram aplicados em sala de aula, é apenas um teste de validação do experimento/equipamento.

Cavalcante e Tavolaro (2002) apresentam uma pequena contribuição aos professores de Física do ensino médio, na qual trazem uma abordagem conceitual e geral sobre a descoberta do efeito fotoelétrico e indicam recursos educacionais que podem ser utilizados em uma prática pedagógica. Os recursos apresentados envolvem experimentos e simulações computacionais disponíveis na internet e cada um deles nos levará a resultados aproximados da constante de Planck. As autoras propõe uma atividade de debate em sala de aula, “onde parte dos alunos devem defender o comportamento ondulatório da luz e outra parte o comportamento corpuscular. O professor deverá ser o mediador e mostrar as implicações que decorrem de cada observação efetuada ao longo do debate, apontando soluções e dificuldades, objetivando desenvolver competências e habilidades de



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

acordo com os referencias estabelecidas pelos Novos Parâmetros Curriculares Nacionais”. As autoras indicam o site <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm> (em espanhol) e apresentam resultados da validação da simulação computacional e do experimento proposto. Ressaltamos que não foi aplicado com alunos.

Cavalcante; Rodrigues e Bueno (2013) e (2014) apresentaram uma sequência didática elaborada a fim de explorar o funcionamento de controles remotos. O trabalho teve como objetivo a difusão da utilização de micro- controlador Arduino para o ensino da Física Moderna. As autoras dividiram a sequência em duas partes (dois artigos). O primeiro artigo aborda e explora conceitos físicos envolvidos no processo de recepção de sinais infravermelhos. O segundo aborda uma etapa denominada de mais técnica (necessário conhecer o básico de programação) pelas autoras, pois se utiliza o Arduino para interpretar os códigos binários recebidos e exercer uma ação específica, relacionando com receptores domésticos, como aparelhos de TV, DVD, ar condicionado, dentre outros. Esse trabalho contribui para que o professor correlacione a Física com as aplicações tecnológicas presentes no cotidiano do aluno.

(b) Aplicação de propostas para o ensino do efeito fotoelétrico (2 artigos)

Sales; Vasconcelos; Filho e Pequeno (2008) apresentam resultados do desenvolvimento de uma atividade de modelagem exploratória aplicada ao ensino do efeito fotoelétrico utilizando um objeto de aprendizagem chamado “Pato Quântico”. Este objeto de aprendizagem possibilita o cálculo da constante de Planck. O estudo foi aplicado com uma turma de 32 alunos do Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará no primeiro semestre de 2006. Os autores descrevem as etapas aplicadas na sala de aula e disponibilizam o dossiê avaliativo sobre o objeto de aprendizagem. Concluíram que o ensino mediado por um objeto de aprendizagem a partir da modelagem exploratória, embora não seja uma metodologia familiar aos alunos, revela ser acessível ao ensino de alguns conceitos físicos. Observaram ainda que os alunos conseguiram manipular o modelo para o cálculo da constante de Planck (h) para diferentes materiais, com uma quantidade de erros mínima e em tempo razoavelmente pequeno. Um ensino que busca recursos didáticos que fogem do método tradicional favorece o processo de aprendizagem dos estudantes e os motiva a participar da construção do conhecimento.

Cardoso e Dickman (2012) apresentam o processo de elaboração e aplicação de uma sequência de atividade que se apoia no uso de simulação computacional para o ensino do efeito fotoelétrico. A proposta do trabalho consiste em promover a inserção do computador na educação como ferramenta de ensino utilizada principalmente para a exposição e interatividade de fenômenos



físicos, contribuindo para melhorar a aprendizagem do estudante. A sequência de atividade proposta está fundamentada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. Participaram da aplicação da atividade 10 alunos do Instituto Regina Pacis – IRP, da cidade de Sete Lagoas (MG). Além das atividades estabelecidas aplicou-se um pré-teste e um teste final, em que criaram categorias de classificação para análise dos aspectos positivos e negativos. Concluíram que a “aplicação das atividades propostas mostra que a apresentação dos organizadores prévios, com vídeos e textos, é considerada, por parte dos alunos, como uma aula normal, tornando-a pouco interessante. Contudo, durante a aplicação da simulação computacional, observa-se uma curiosidade dos alunos em testar aquela ferramenta, e que em toda a atividade, a parte mais interessante e que provocou uma maior participação com perguntas e questionamentos foi observada no uso das simulações computacionais”. Podemos observar que o uso de simulação computacional nos fornece a capacidade de ilustrar e visualizar fenômenos, além de ser um objeto de ensino-aprendizagem é um recurso favorável para fomentar a reestruturação das práticas pedagógicas.

(c) Propostas ou aplicação para o ensino de conteúdos de Física Moderna (5 artigos)

Andrade e Costa; Nascimento e Germano (2007) propõe para professores de Física do ensino médio, utilizar a obra do pintor Salvador Dalí (1904-1989) como recurso pedagógico para identificar elementos, conceitos e ideias relacionadas à Física Moderna. A ideia é “pegar” os alunos primeiro pelo olhar, proporcionando o despertar do encantamento (que é o início do processo de compreensão) através da arte. O trabalho sugerido pelos autores busca uma aproximação entre ciência e arte, recuperando o entendimento da ciência como cultura humana, ao mesmo tempo em que contribui para o desenvolvimento de um ensino interdisciplinar de Física no nível médio e na formação de professores. Através das pinturas de Dalí é possível realizar uma revisão histórica das descobertas da Física Relativística e Quântica da época. O ensino por meio da arte é reiterado nos documentos oficiais de Educação que reitera um ensino por meio de uma visão de contextualização sócio- cultural.

Pinto e Zanetic (1999) apresentam uma experiência educacional desenvolvida em uma escola da rede pública de ensino de São Paulo, a fim de analisar a utilização de diferentes interpretações de tópicos de Física Quântica a partir do uso da História e Filosofia da Ciência como estratégia de ensino. Os resultados do trabalho nos mostram que a produção de trabalhos culturais para a divulgação da Física Quântica por estes alunos (sujeito da pesquisa) mostrou-se, apesar das dificuldades, uma forma de resgatar o interesse do estudo da Física para um grande número de alunos, rompendo com o modo atualmente dominante de ensino de Física.



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

Paulo e Moreira (2004) realizaram sua pesquisa em duas escolas do ensino médio da rede particular da cidade de Cuiabá que envolveram 100 alunos para os quais foram ministradas aulas sobre conceitos da mecânica quântica. Em seu trabalho trazem a seguinte questão de pesquisa: de que maneira ocorre a construção de alguns importantes conceitos quânticos na mente dos aprendizes do Ensino Médio? As atividades elaboradas são constituídas por questões objetivas e questões abertas. Os resultados obtidos indicam que os alunos não apresentaram dificuldades em aprender os conceitos quânticos abordados.

Cavalcante e Tavolaro (2001) apresentam resultados da construção de materiais didáticos de baixo custo que vem sendo apresentados aos professores de Física através da realização de Oficinas. Esses equipamentos permitem através de uma metodologia adequada, a execução de uma série de experiências que buscam compreender os fenômenos da interferência e difração, assim como, do comportamento corpuscular da radiação. Esse tipo de trabalho garante “uma inserção gradativa dos nossos estudantes, em qualquer área do conhecimento, no seu tempo e espaço, permitindo-lhes uma conquista das inovações tecnológicas do século XX e sua interferência no cotidiano do homem moderno”.

Baldow e Júnior (1996) trazem resultados de uma prática pedagógica que teve como objetivo incentivar a leitura, a interpretação social, a análise histórica, o estudo de conceitos da Física e o desenvolvimento do senso crítico do estudante. A atividade foi realizada com estudantes do ensino médio de uma escola pública de João Pessoa- PB. Os estudantes junto com o professor construíram uma peça teatral que fala sobre o papel dos cientistas no desenvolvimento da bomba atômica da 2ª Guerra Mundial. Os autores concluíram que a atividade com a peça teatral aumentou o repertório de conhecimentos físicos e históricos dos estudantes, além de proporcionar o desenvolvimento de uma visão crítica.

A revisão bibliográfica aqui apresentada nos fomentou recursos para a elaboração da nossa sequência didática. Apresentamos na Tabela 1 a sistematização da sequência didática no *framework* elaborado por Guimarães e Giordan (2013). Abaixo, elaboramos os objetivos específicos para a pesquisa:

1. Buscar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito da natureza da luz e instigá-los despertando suas curiosidades;
2. Verificar o interesse do estudante na busca de compreender a história da natureza da luz. Como os estudantes se comportam frente a essa abordagem (histórica) de ensino;



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

3. Verificar o apreço que os estudantes dão a inserção de vídeos nas aulas e subsidia-los com ferramentas que auxiliem na assimilação dos conceitos mais específicos;
4. Verificar a aplicação dos conhecimentos construídos pelos estudantes sobre o efeito fotoelétrico e verificar a participação com seus questionamentos;
5. Observar como os alunos interagem com a ferramenta e colegas de turma e o apreço que dão à atividade. Verificar o processo de compreensão do efeito fotoelétrico.

Tabela 1 *Framework* da sequência didática

Título:	Atividade Investigativa: conhecendo o efeito fotoelétrico		
Público Alvo			
Caracterização dos Alunos	Caracterização da Escola	Caracterização da Comunidade Escolar	
Alunos do 3º ano ensino médio entre 17 e 18 anos	-	-	
Problematização:	O que faz com que os dispositivos eletrônicos presentes em seu cotidiano tais como: controle remoto, portas e iluminação pública funcionem ?		
Objetivo Geral:	Compreender a dualidade onda- partícula da luz e como o efeito fotoelétrico está relacionado com o desenvolvimento deste modelo.		
Metodologia de Ensino			
Aulas	Objetivos Específicos	Conteúdo	Dinâmica das Atividades
1	Entender previamente a natureza da luz	A dualidade da luz	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar os alunos em grupos; • Os grupos responderão as 5 questões do questionário; • Discutir as respostas com todos da turma.
2	Compreender a história da natureza da luz	Abordagem Histórica da natureza da luz	<p>O docente ministra uma aula abordando as concepções da luz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No final do século XVII na Europa (corpuscular e ondulatório); • Início do século XIX (ondulatório e onda eletromagnética).
3	Entender os conhecimentos específicos do efeito fotoelétrico	Parte histórica que aborda fenômeno efeito fotoelétrico.	<p>O docente pedirá que os estudantes respondam a problematização inicial e após essa indagação apresentará dois vídeos sobre a natureza da luz.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vídeo 1-são citados aparelhos e tecnologias atuais que funcionam através do efeito fotoelétrico (http://www.fisica.net/videos/Cientistas/); • Vídeo 2-Explica por meio de animações como ocorre o efeito fotoelétrico e o comportamento dual da luz (http://www.youtube.com/watch?v=CEuMmMxD-vI). • Discutir o vídeo com a turma.
4	Aprender o efeito fotoelétrico na construção da atividade experimental.	Atividade Experimental	<ul style="list-style-type: none"> • Organizar os estudantes em grupos; • A atividade experimental encontra-se no site http://www.fisicamoderna.net/. Pode ser adaptada a necessidade do



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

5	Compreender o efeito fotoelétrico através da simulação computacional	Simulação Computacional do efeito fotoelétrico	professor. <ul style="list-style-type: none">Organizar os estudantes em grupos;Utilizar a simulação “Efeito Fotoelétrico” do <i>Phet Simulations</i>;Deixar os estudantes manipularem a simulação e responderem as perguntas sobre frequência, comprimento de onda e tensão da fonte no efeito fotoelétrico.
Avaliação:	Avaliar o questionário, a interação dos estudantes com as ferramentas didáticas e o processo de aprendizagem por meio das ferramentas propostas na metodologia de ensino.		
Bibliografia:	Referencial Teórico:	Guimarães e Giordan (2013); Delizoicov e Angotti (1990);	
	Material Utilizado:	Computador e data show.	

Fonte: Adaptada de Guimarães e Giordan (2013)

4.1. Questionário de Concepções prévias

1. O que é necessário para enxergarmos?
2. O que acontece nos olhos que nos permitem ver?
3. O que seria a luz?
4. Que relação ela tem com os olhos?
5. Por que temos que estudar a luz?

4.2 Questionário de orientação para simulação computacional do efeito fotoelétrico do PhET Simulations retirado de Silva (2015).

1. Para um dado elemento, mantendo o mesmo valor de intensidade da luz, o que ocorre quando alteramos o comprimento de onda da luz?
2. Escolha um comprimento de onda, no qual tenhamos elétrons passando de uma placa para a outra, e em seguida escolha diferentes valores de intensidade de luz. O que podemos observar?
3. Selecione diferentes valores de tensão para um mesmo comprimento de onda, no qual os elétrons estejam sendo ejetados de uma placa para outra, e procure explicar o que ocorre?
4. Para um dado valor de comprimento de onda, tente identificar o potencial de corte (valor limite de tensão para que os elétrons consigam atravessar de uma placa para outra).
5. É possível identificar o comportamento corpuscular da luz no experimento? Justifique.

5. Considerações Finais

Neste trabalho apresentamos uma revisão bibliográfica que levantou 12 artigos científicos sobre propostas de atividades direcionadas para aprendizagem dos conteúdos de Física Moderna e em particular o conteúdo efeito fotoelétrico. Distribuímos os trabalhos por categorias para melhor



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

inferir sobre a abordagem dos autores, constatamos uma diversidade de possibilidades de atividades que podem ser utilizadas em sala de aula. Os autores apresentam diferentes atividades de construção experimental, de simulação computacional, peça teatral, atividade que utilizam obras de arte, uso da História e Filosofia da Ciência para contextualização da Física e exemplos de recursos didáticos disponíveis na internet. Em relação às atividades aplicadas em sala de aula, o número de artigos encontrados é menor que as propostas de sequências didáticas ou de atividades realizadas. No entanto, não diminui a importância da divulgação destas em eventos científicos e revistas especializadas, pois é importante a elaboração e/ou aplicação de sequências didáticas para subsidiar o professor em sua prática didática a fugir do modelo tradicional de ensino e assim desconstruir a ideia que o estudante possui de uma Física “chata” e “cansativa”.

A partir da análise dos artigos, elaboramos nossa sequência didática que tem como objetivo contribuir como recurso didático para o professor utilizar em sua prática didática como parte do processo de ensino- aprendizagem do efeito fotoelétrico. Esperamos que a metodologia empregada na elaboração da sequência didática auxilie o professor da área a trabalhar o conteúdo efeito fotoelétrico utilizando vários recursos didáticos, contribuindo para a construção do conhecimento do aluno.

As atividades elaboradas por outros pesquisadores com esse viés de aprendizado proporcionam aos alunos que compreendam que eles também têm responsabilidade sobre sua aprendizagem e que não podem esperar passivamente pelos professores para que tenham todas as soluções, mas que busquem estas soluções em conjunto. Aos professores, que deixem simplesmente de transmitir conhecimento para assumir o papel de criador de situações estimulantes, através de situações problematizadas.

Referências

ANDRADE, RODRIGO. D. R; NASCIMENTO, ROBSON. S; GERMANO, MARCELO, G. Influências da Física Moderna na obra de Salvador Dali. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 3: p. 400- 423, dez 2007.

BALDOW, RODRIGO; JÚNIOR, EDSON. S. Einstein, a física moderna e o desenvolvimento da bomba atômica: uma peça teatral como ferramenta sócio- histórica- cultural no ensino de física. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 12, p. 49- 61, 2015.

CARDOSO, STENIO OCTÁVIO. O; DICKMAN, ADRIANA. G. Simulação Computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para o ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. especial 2, p. 891- 934, out. 2012.



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

CARVALHO, A. M. P. D. C.; PEREZ, D. G. Ensinar a ensinar: didática para a escola fundamental e média. In: AMÉLIA DOMINGUES DE CASTRO, A. M. P. D. C. **O saber e o saber fazer dos professores**. São Paulo: Pioneira, 2001. p. 107-124.

COSTA, RODRIGO R. D.; NASCIMENTO, ROBSON. S.; GERMANO, MARCELO, G. Salvador Dali e a mecânica quântica. **Física na Escola**, v. 08, n. 2, 2007.

CAVALCANTE, MARISA. A.; TAVOLARO, CRISTIANE. R. C. Uma aula sobre efeito fotoelétrico no desenvolvimento de competências e habilidades. **Física na Escola**, v.03, n.1, 2002.

CAVALCANTE, MARISA. A.; RODRIGUES, THAIS. T.T; BUENO, DARLENE. A. Controle Remoto: principio de funcionamento (parte 1 de 2). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.30, n.3, p. 554-565, dez. 2013.

CAVALCANTE, MARISA. A.; RODRIGUES, THAIS. T.T; BUENO, DARLENE. A. Controle Remoto: observando códigos com o arduino (parte 2 de 2). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.31, n.3, p. 614-641, dez. 2014.

CAVALCANTE, MARISA. A.; TAVOLARO, CRISTIANE, R. C. Uma oficina de Física Moderna que vise a sua inserção no ensino médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n.3, dez. 2001.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo – SP: Editora Cortez, 1990.

EBERHARDT, DARIO; FILHO, JOÃO. B. R; BAITELLI, PEDRO. B. Experimentação no ensino de Física Moderna: efeito fotoelétrico com lâmpada néon e LEDs. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.34, n.3, p. 928-950, dez. 2017.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3ª edição. Porto Alegre - RS: Editora Artmed, 2009.

FREITAS, FREDERICO. F. **O uso da Plataforma PhET para o Ensino do efeito fotoelétrico**. Dissertação de mestrado (ensino de Ciências), f. 77, 2017.

FREITAS, ALISON. A. R; ALVES, ADENIRTO. J. G; CALADO, LUIZ. H. C; FEITOSA, SAULO. O; SOUTO, THIAGO. V. S. Ensino de Física no ensino médio: sequência didática para abordagem da terceira lei de Newton. **III Congresso Nacional de Educação- CONEDU**, 2016.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. **Elementos para Validação de Sequências Didáticas**. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. Águas de Lindóia – SP. 2013.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, D. I; NARDI, R. Construção e validação de um sistema hipermídia para o ensino de física moderna. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 1, 2007.



VII ENALIC

VII ENCONTRO NACIONAL DAS LICENCIATURAS
VI SEMINÁRIO DO PIBID
I SEMINÁRIO DO RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA

05 a 07/12/18
FORTALEZA - CE

MAZETI, LUCAS. J. B. **Seqüência didática: uma alternativa para o ensino de acústica no ensino médio.** Dissertação de Mestrado (Ensino de Física), Universidade Federal de São Carlos Campos Sorocaba, 2017.

PAIS, L. C. **Didática da Matemática: uma análise da influência francesa.** Belo Horizonte: Editora: Autêntica, 2002.

PAULO, IRAMAIA. J. C; MOREIRA, MARCO. A. Abordando conceitos fundamentais da mecânica quântica no nível médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.4, n. 2, 2004.

PINTO, CUSTÓDIO. A; 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.

ROSA, P. R. da S. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino.** 1. ed. Campo Grande: Editora UFMS, v.1, f.167, 2013.

SALES, GILVANDEYS. L; VASCONCELOS, FRANCISCO. H. L; FILHO, JOSÉ. A. C; PEQUENO, MAURO. C. Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem “pato quântico”. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.30, n.3, 2008.

SILVA, LUCIENE. F; ASSIS, ALICE. Física Moderna no ensino médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.29, n.2, p.313-324, 2012.

SILVA, RICARDO. M. **Seqüência didática multimídia para o ensino do efeito fotoelétrico.** Dissertação de Mestrado (Ensino de Física). Universidade Federal Fluminense, 108f, 2015.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Editora: Artes Médicas Sul Ltda., 1998.

