



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE
DO PARÁ INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS FACULDADE DE FÍSICA
LICENCIATURA EM FÍSICA

LUIZ CARLOS DAMASCENO MOREIRA

**O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTA
FACILITADORA DO APRENDIZADO DOS TÓPICOS DE FÍSICA
MODERNA NO ENSINO MÉDIO**

MARABÁ – PA

2015

LUIZ CARLOS DAMASCENO MOREIRA

**O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTA
FACILITADORA DO APRENDIZADO DOS TÓPICOS DE FÍSICA
MODERNA NO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará – UNIFESSPA como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Graduado em Licenciatura Plena em Física.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo do Monte Gester

MARABÁ – PA

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca II da UNIFESSPA. CAMAR, Marabá, PA

Moreira, Luiz Carlos Damasceno

O uso de simulações computacionais como ferramenta facilitadora do aprendizado dos tópicos de física moderna no Ensino Médio / Luiz Carlos Damasceno Moreira ; orientador, Rodrigo Gester. — 2015.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, Campus Universitário de Marabá, Instituto de Ciências Exatas, Faculdade de Física, Curso de Licenciatura em Física, Marabá, 2015.

1. Física (Ensino Médio) - Estudo e ensino. 2. Tecnologia da informação. 3. Simulação (Computadores). 4. Tecnologia educacional. 5. Prática de ensino. 6. Aprendizagem experimental. I. Gester, Rodrigo, orient. II. Título.

CDD: 23. ed.: 530

O USO DE SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS COMO FERRAMENTA
FACILITADORA DO APRENDIZADO DO TOPICOS DE FÍSICA
MODERNA NO ENSINO MÉDIO.

Por

LUIZ CARLOS DAMASCENO MOREIRA

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Rodrigo do Monte Gester (UNIFESSPA)



Prof. Dr. Luiz Moreira Gomes (UNIFESSPA)



Prof. Esp. Walldiney Pedra Gurgel (UNIFESSPA)

MARABÁ – PA

2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

Em primeiro lugar a Deus por essa vitória e em segundo os meus pais José da Costa Moreira e Odete Silva Damasceno Moreira e A minha esposa Eleomara Santos Mendes Moreira e meu filho Luiz Gabriel, pelo incentivo, pela presença fundamental nos momentos importantes da minha vida e pelo exemplo de vida que são para mim; agradeço aos amigos que fiz durante o período de Graduação do curso de Física que me ajudaram durante essa jornada. Amigos que acreditaram na minha vitória como: Rosberg; Alison, Rafael Fróis, Domingos Charles Costa e Mayara Ewellyn Sá Maximino e outros.

Aos professores Edney Granhen, Tarciso Filho, Luiz Gomes e meu orientador Rodrigo do Monte Gestem pela dedicação à orientação, valiosa e gratificante oportunidade de troca de saberes. Aos colegas da turma de 2009; 2010 e 2011 de Física e aos professores do Instituto de Física da UNIFESSPA pelos momentos de aprendizagem, amizade e oportunidade e da socialização de vitórias, saberes, e desafios travados conjuntamente em prol da melhoria na qualidade do ensino de física.

A todos, o meu muito obrigado! *Luiz Carlos Damasceno Moreira*

Ho Deus abençoe os meus pais, os meus irmãos, à minha esposa e a todos os meus familiares e amigos que durante a minha carreira acadêmica estiveram sempre ao meu lado me incentivando, apoiando e dando força para que eu chegasse até o final de minha formação profissional. Com muito orgulho e satisfação retribuo a eles as vitórias colhidas nesta trajetória.

RESUMO

Estudos demonstram que a utilização das tecnologias de informação e comunicação contribui para a prática educativa em qualquer nível de ensino. No entanto, ela impõe mudanças nos métodos de trabalho dos professores, gerando modificações no funcionamento das instituições e no sistema educativo. Uma tecnologia de informação e comunicação educacional deve envolver algum tipo de objeto material, que faça parte da práxis educativa relativa ao processo de ensino com algum tipo de relação entre o professor-tecnologia e tecnologia-estudante. No nosso trabalho objetivamos investigar numa intervenção didática como uma simulação computacional pode ajudar o ensino de um conteúdo de física moderna no ensino médio. Dentre os conteúdos de Física Moderna a serem abordados no Ensino Médio, a descoberta do Efeito Fotoelétrico mostra-se um marco de grande importância na história da Ciência em virtude do grande impacto conceitual para a Física e, sobretudo, tecnológico. Portanto, este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de ensino, baseada na combinação de duas atividades práticas (experimental e simulação computacional), que resgate toda a conjuntura histórica da construção desse conhecimento e que possibilite abordar esse fenômeno como um todo, bem como discutir as implicações teóricas, filosóficas e tecnológicas inerentes a essa descoberta.

Palavras - chave: Ensino de Física, Física Moderna, Efeito Fotoelétrico, ensino aprendizagem, Ensino Médio.

ABSTRACT

Studies show that the use of information and communication Technologies contributes to the educational practice at any level of education. However, it requires changes in teachers' working methods, generating changes in the functioning of institutions and the education system. A technology information and educational communication must involve some kind of material object that is part of the educational practice on the teaching process with some kind of relationship between teacher-technology and technology-student. In our work we aim to investigate a didactic intervention as a computer simulation can help the teaching of modern physics content in high school. Among the contents of Modern Physics to be addressed in high school, the Discovery of the photoelectric effect is shown a major Miles tone in the history of Science because of the great conceptual impact on the physics and especial technological. Therefore, this paper aims to present an educational proposal, based on the combination of two practical activities (experimental and computer simulation) that rescue all the historical context of the construction of this knowledge and that allows to address this phenomenon as a whole, as well as discuss the theoretical, philosophical and technological implications of this Discovery.

Key - words: Physical Education, Modern Physics, and Photoelectric Effect, teaching and learning, high school.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
Objetivo Geral	13
Objetivos específicos	13
Capítulo I	
1.1 A importância de se aprender Física	14
1.2 Quais Dificuldades Encontradas no Ensino de Física	16
1.3 A postura do Professor e da Escola Frente às Novas Tecnologias de Ensino....	21
Capítulo II	
2.1 O Uso das Novas Tecnologias na Educação	23
2.2. Explorações dos Simuladores Disponibilizados pela nova Tecnologia	26
Capítulo III	
3.1 O Efeito Fotoelétrico	28
3.2 As Novas Tecnologias no Ensino do Efeito Fotoelétrico	33
Capítulo IV	
4.1 O que é o Software Phet	36
Capítulo V	
Considerações Finais	38
Referencias Bibliográficas	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Professor Fonte de Todo Conhecimento	19
Figura 2 Novo Modelo de Educação	25
Figura 3 Emissão de Elétrons pela Incidência de Luz	29
Figura 4 Fotocélula	29
Figura 5 Fótons emitidos	31
Figura 6 Gráfico da energia cinética em função da frequência para o césio e o sódio	32
Figura 7 Elétrons sendo arrancados	33
Figura 8 Ilustração da Luz sobre a placa de Metal com os Elétrons sendo Ejetados na Simulação Computacional do Efeito Fotoelétrico	35

INTRODUÇÃO

As tecnologias da informação e comunicação estão a cada dia mais presente na sociedade e nos processos produtivos das organizações. Muitas vezes usamos essas tecnologias sem nos dar conta. Um exemplo disso são os celulares, imaginemos a quantidade de tecnologia usada para o funcionamento dos mesmos, entretanto, os utilizamos sem ao menos percebemos isso. O alto grau de desenvolvimento das tecnologias de informação e comunicação ocasiona profundas modificações no modo de vida das pessoas. Cada vez é mais acentuada a sua presença em várias áreas do conhecimento e em diversos setores da sociedade.

Uma definição completa e abrangente da tecnologia da informação é dada como “uma força fundamental na remodelagem de empresas por meio de investimentos em sistemas de informação e comunicações, de modo que sejam promovidas vantagens competitivas e outros benefícios estratégicos”. Pesquisas revelam que o uso das tecnologias de informação e comunicação, como ferramentas, traz uma grande contribuição para a prática escolar em qualquer nível de ensino, mas, para isso são necessárias mudanças nos método de trabalho dos professores, gerando modificações no funcionamento das instituições e no sistema educativo.

Essas características podem ser alcançadas tanto no uso de laboratórios convencionais como dos laboratórios virtuais. No entanto, não se trata em substituir um tipo pelo outro, mas sim se deve levar em conta o fato de as tecnologias de informação e comunicação oferecerem condições propícias em termos de acrescentar um novo tipo de atividade como as simulações computacionais, por exemplo. As simulações computacionais voltadas ao ensino de física é um processo que coloca o estudante diante de um computador como “manipulador” de situações ali desenvolvidas, as quais imitam ou se aproximam de um fenômeno físico real. Permite ao estudante operar com grandezas físicas e observar resultados “imediatos”, decorrentes das modificações de situações e condições (que, às vezes, é de difícil manipulação em um laboratório convencional). As vantagens em termos de utilização podem ser vistas sob dois aspectos: a animação do fenômeno em estudo e a representação gráfica. Essas utilizações permitem aos estudantes uma

melhor compreensão dos aspectos físico-matemáticos que envolvem o fenômeno em estudo.

Os conteúdos de física moderna ainda são escassos nas escolas do ensino médio, adicionado a isso ainda temos que esses são conteúdos que requerem certa abstração em relação aos conteúdos clássicos e a montagem de um laboratório convencional que explorem esses conteúdos é caro, pois não são acessíveis à maioria das escolas do ensino básico pelo alto custo dos equipamentos. No entanto, conteúdos básicos de física moderna, tais como quantização da carga elétrica, radiação de corpo negro, relatividade restrita, efeito fotoelétrico, efeito Compton, modelos atômicos etc. são fundamentais para a formação do estudante na contemporaneidade.

Para evidenciar a necessidade da compreensão destes conteúdos temos uma Carta ao Editor feita por Pena no ano de 2006 à Revista Brasileira de Física intitulada Por que, nós professores de Física do Ensino Médio, devemos inserir tópicos e ideias de física moderna e contemporânea na sala de aula naquela carta o mesmo faz referência a diversos pesquisadores de ensino de física; e outros que colocam várias justificativas e razões da importância desses conteúdos e, conseqüentemente, a urgência para inclusão dos mesmos no ensino médio. Pena finaliza dizendo que a participação dos professores de Física - mediante divulgação de textos, relatos de experiências, recursos, materiais e propostas didáticas referentes a tópicos e ideias de Física Moderna e Contemporânea - torna-se indispensável para a atualização, revisão e/ou reformulação dos currículos de física do ensino médio.

No nosso trabalho, fizemos o uso das simulações computacionais, disponibilizadas de forma gratuita no site do Phet (Physics Education Technology), a internet, como objeto de auxílio no ensino da física moderna no nível médio. Com o intuito de evidenciar que esses recursos podem ser usados como um laboratório alternativo, ou seja, um laboratório virtual sem custo financeiro, formalizando em si um recurso pedagógico que permite uma melhor compreensão de um conteúdo ou fenômeno físico. Acreditamos que unindo a o uso das simulações computacionais com a teoria da aprendizagem significativa teremos parte dos benefícios essencial para propor uma intervenção didática que possa auxiliar o ensino de física. Pois, a simulação poderá fazer o papel de subsunçor, proporcionando uma aprendizagem significativa, tornando as ferramentas computacionais capazes de auxiliar na

construção do conhecimento podendo ser usadas para “ressignificar” o conhecimento significados pré-existentes na estrutura cognitiva do estudante. Sendo assim, o objetivo geral de nossa pesquisa foi investigar como uma simulação computacional pode ajudar o ensino de um conteúdo de física moderna: o efeito fotoelétrico, numa intervenção didática.

Objetivos

Objetivo Geral

- Mostrar como a aplicação do software pode facilitar o aprendizado nas diversas áreas do ensino.

Objetivos Específicos

- Analisar o processo histórico do Ensino de Física no Ensino Médio;
- Apresentar o Novo recurso Tecnológico para facilitar o aprendizado;
- Reconhecer a existência de diversos Aspectos;

CAPITULO I

1.1 A Importância de se aprender Física

O objetivo deste artigo é promover uma reflexão sobre o ensino de física no nível médio. Sabemos que a física é uma disciplina escolar pouco atraente para a maioria dos alunos. O desinteresse pelo estudo de física não resulta da falta de sua aplicação no cotidiano do aluno, pois ela está presente, por exemplo, no funcionamento de aparelhos eletrônicos existentes na maioria dos lares brasileiros. Também não se pode alegar que é uma disciplina cujo conteúdo seja difícil de ensinar e aprender. O desinteresse que se reflete na má qualidade do ensino brasileiro exige, portanto, revisão das práticas pedagógicas.

Por outro lado, merece reflexão a conveniência da inclusão de tópicos de física moderna no currículo. Com o ensino da física moderna, de forma sistemática e experimental, desenvolver-se-ia no aluno a capacidade de observação e de análise de questões cotidianas relacionadas à física, e se promoveria neles uma conscienciosa reflexão sobre fatos atuais e sua explicação por meio de conceitos.

Hoje, há uma série de desafios relacionados à tecnologia, como, por exemplo, entender o funcionamento de equipamentos eletrônicos modernos, utilizarem programas de computador, acessar recursos da internet, como ler jornais ou revistas de divulgação científica e realizar pesquisas bibliográficas. Abordar temas da física moderna e a aplicação tecnológica dessa ciência, na escola, minimizaria os desafios, valendo-se deles para aperfeiçoar o processo ensino-aprendizagem. Existem ainda outros desafios, como: a falta de infra-estrutura em muitas escolas para oferecer ambiente adequado às aulas práticas de física; a carência de oportunidades para treinamento de professores; a dificuldade ao acesso a novas tecnologias para a educação, que é um reflexo das desigualdades sociais brasileiras; entre outros.

A despeito dos desafios, há tentativas de enfatizar a experimentação e de inserir noções conceituais, modelos e aplicações da Física Moderna e Contemporânea nos cursos introdutórios de física em todos os níveis de escolarização. Mas, infelizmente, no nível médio, em muitas escolas, a física vem sendo ensinada, ainda, conforme metodologias estabelecidas no final do século XIX. Quando muito, os estudantes aprendem a resolver problemas da física newtoniana. Numa escola mais

“exigente”, possivelmente aprenderão alguns princípios da física dos séculos XX e XXI.

Em países desenvolvidos em que o estudo de física não é obrigatório para todos os estudantes; os sistemas escolares contemplam tópicos da física moderna nos currículos e, há algum tempo, materiais didático-pedagógicos vêm sendo desenvolvidos sob esse enfoque. No Brasil, no entanto, só recentemente, tem sido estimulada a inclusão de conteúdos mais atuais nos currículos escolares. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) propõe, por exemplo, para o ensino médio destaque à educação tecnológica básica, compreensão do significado da ciência, dos princípios científicos que presidem a produção moderna.

Aprendizagem a serem desenvolvidos entre as disciplinas físicas, química, biologia e matemática. Esse texto trata da organização do trabalho escolar, discutindo as competências em física e de como elas se articulam com os diferentes conteúdos, de forma a estruturar o conhecimento e os objetivos formativos, sugerindo estratégias de ensino. Não traz, porém, soluções que, como sabemos, devem necessariamente surgir de cada realidade escolar.

O objetivo da escola deve voltar-se para a formação do jovem, independentemente de seus objetivos posteriores ao término do ensino médio, instrumentalizando-o para a vida, para raciocinar, compreender as causas e razões das coisas, exercerem seus direitos de cidadania, cuidar de sua saúde, participar das discussões em que estão envolvidos seus destinos, atuarem, transformar, enfim, para realizar-se como sujeito da sua história e viver dignamente. Essa é nossa compreensão do que seja uma educação para a cidadania e, portanto, o objetivo do ensino.

O ensino de física no nível médio tem se limitado principalmente a temas da física clássica: mecânica, eletricidade e magnetismo, calor e óptica. Além disso, esse ensino caracteriza-se, na maioria das vezes, por aulas teóricas e descritivas, distantes da realidade dos alunos. Faz-se necessário somar itens de física moderna a esses temas clássicos, bem como desenvolver uma metodologia fundamentada também na experimentação.

1.2 Quais Dificuldades Encontradas no Ensino de Física

O ato de ensinar é de imensa responsabilidade. Por isso, o professor quer falhar o menos possível. Muitas variáveis intervêm no sucesso do curso ministrado e por isso conhecê-las ajuda a obter melhores resultados. Ensinar Ciências (no caso Física) não é simplesmente repassar conhecimentos sobre os alunos e esperar que eles, num passe de mágica, passem a dominar a matéria. Ao dizer isso não se pretende desmerecer a atividade docente, ao contrário, cabe ao professor dirigir a aprendizagem e é em grande parte por causa dele que os alunos passam a conhecer ou continuam a ignorar Física. As aulas expositivas que apela exclusivamente para a memorização não são as únicas alternativas para ensinar Física, nem são as melhores. É necessário realizar uma reflexão para decidir o quanto ensinar de Física, como ordenar os assuntos tratados, de que maneira utilizar as atividades práticas e como proceder a uma avaliação justa e rigorosa do que foi aprendido.

Não é suficiente conhecer Física; é também preciso saber ensiná-la, e isso não se faz por meio de atitudes mecânicas desvinculadas de uma reflexão mais séria. Podem-se encontrar maneiras mais eficazes de transmitir essa disciplina. Além disso, o ensino de Física deve estar estruturado de tal forma que permita ao professor trabalhar melhor (ensinar com facilidade) e ao aluno aprender melhor (absorver o que lhe foi ensinado quais são as variáveis que garantem um ensino assim?). Algumas delas são melhores condições de trabalho e de vida para professores e alunos, laboratórios razoavelmente equipados e alguns recursos audiovisuais. Além disso, é indispensável um programa curricular bem estruturado. Existem harmonia e continuidade na estrutura do conhecimento científico. Se o ensino nos diversos níveis for bem conduzido, esta estrutura começa a ser construída no ensino fundamental, desenvolvendo-se, enriquecendo-se e complementando-se no ensino médio e superior. A prática docente ao longo dos diversos níveis de ensino permite reconhecer a continuidade de conhecimentos em Física e, por extensão, nas restantes disciplinas científicas, com as quais deveria existir uma integração harmoniosa.

Durante os diversos níveis de ensino são natural que se alterem as estratégias para acompanhar a crescente capacidade de abstração dos estudantes. Porém, o detalhamento na observação e o planejamento cuidadoso das atividades

de experimentação e de estudo deverão ser levados em consideração, tanto no ensino fundamental como no superior e em todos os níveis intermediários. Em todos eles deverão estar presentes o espírito de indagação e o esforço para explicar e concluir, embora guardando as limitações e direcionamentos ditados pelas diferenças nos conhecimentos teóricos, pela capacidade de abstração e pela disponibilidade mental de recursos tais como os modelos físicos e matemáticos adequados a cada caso.

Sem pretender especular sobre qual seria a Filosofia da Educação compatível com as colocações anteriores, alguns pontos indiscutíveis se destacam de forma muito clara. Esses pontos se relacionam com a necessidade de formar o cidadão e de preparar os futuros profissionais e cientistas, num trabalho sem descontinuidades, a partir do ensino fundamental.

A maioria dos professores de Física do ensino médio e superior concorda que o ensino da disciplina apresenta muitos problemas. É fácil constatar também que a maior parte das pessoas, mesmo após freqüentar a escola de ensino fundamental e médio, sabe muito pouco de Física. Pouquíssimas delas conseguem se posicionar sobre problemas que exijam algum conhecimento dessa matéria. No entanto, a Física está relacionada a quase tudo na vida e elas precisam saber disso. Quando alguém se movimenta ou pratica exercícios físicos, está vivenciando uma situação na qual a Física está presente.

A Física está relacionada às necessidades básicas dos seres humanos, alimentação, saúde, moradias, transporte entre outros - e todo mundo deve compreender isso tudo. Ela não é só uma coisa ruim que polui (lixo nuclear) e provoca catástrofes como alguns, infelizmente, pensam. Esses preconceitos existem, inclusive, devido à forma como os meios de comunicação a divulgam. Sem um conhecimento de Física, ainda que mínimo, é muito difícil um indivíduo conseguir posicionar-se sobre todos esses problemas, e em conseqüência exercer efetivamente sua cidadania.

Dispor de conhecimentos rudimentares, isto é, noções básicas dessa matéria ajudam o cidadão a se posicionar em relação a inúmeros problemas da vida moderna, como poluição, recursos energéticos, reservas minerais, uso de matérias primas, fabricação e uso de inseticidas, pesticidas, adubos e agrotóxicos, fabricação de explosivos, fabricação e uso de medicamentos, importação de tecnologia e muitos outros. Além disso, aprender acerca dos diferentes materiais, suas

ocorrências, seus processos de obtenção e suas aplicações, permite traçar paralelos com o desenvolvimento social e econômico do homem moderno. Tudo isso demonstra a importância do aprendizado de Física.

Por outro lado, saber como se processa o conhecimento Físico pode dotar as pessoas de um pensamento crítico mais elaborado. O estudo dessa matéria permite a compreensão da formulação de hipóteses, do controle de variáveis de um processo, da generalização de fatos por uma lei, da elaboração de uma teoria e da construção de modelos científicos.

Como ciência experimental, que procura compreender o comportamento da matéria, a Física se utiliza de modelos abstratos que procuram relacionar o mundo macroscópico com o microscópico universo atômico-molecular. Esse exercício é de grande valia para o desenvolvimento do raciocínio do estudante em qualquer área do conhecimento.

Por que as pessoas saem da escola sem saber quase nada de Física? São muitos os problemas existentes atualmente no ensino da matéria. Um deles é a ênfase exagerada dada à memorização de fatos, símbolos, nomes, fórmulas, equações, teorias e modelos que ficam parecendo não ter quaisquer relações entre si. Outro é a total desvinculação entre o conhecimento Físico e a vida cotidiana. O aluno não consegue perceber as relações entre aquilo que estuda nas salas de aula, a natureza e a sua própria vida.

Mais um problema é a ausência de atividades experimentais bem planejadas. Os alunos quase nunca têm oportunidade de vivenciar alguma situação de investigação, o que lhes impossibilita aprender como se processa a construção do conhecimento físico. A utilização de atividades experimentais bem planejadas facilita muito a compreensão da produção do conhecimento em físico, e sem compreensão, é difícil aprender a disciplina. Outra grande dificuldade é a extensão dos programas curriculares. O número de assuntos que os programas de Física do ensino médio apresentam é muito grande, priorizando a quantidade em detrimento da qualidade. Os alunos não são capazes de perceber os conceitos fundamentais da disciplina, não conseguem ter critério algum de prioridade. A solução não é, necessariamente, reduzir os programas, mas, neles, priorizar os conceitos fundamentais.

O atropelamento dos cursos do ensino médio pelo vestibular é mais um fator a complicar o ensino de Física; a pressão para "dar matéria" e "terminar o programa"

tem como resultado, entre outros, a superficialidade da análise dos fenômenos, a má construção dos conceitos e a ausência do relacionamento do assunto com o saber todo da Física. Nessas condições, o estudo da Física desliza para o seu grau mais baixo e mais inútil: a simples memorização dos conceitos e de "regrinhas" para resolver problemas e testes visando passar no vestibular.

Finalmente, talvez o maior problema, e derivado de todos os outros, seja o da dogmatização do conhecimento científico. O conteúdo da ciência é passado ao aluno sem as suas origens, sem o seu desenvolvimento - enfim, sem a sua construção. O conhecimento científico, nesse caso, é mostrado como algo absoluto, fora do espaço e do tempo, sem contradições e sem questões a desafiar o alcance das suas teorias. A inadequação na seqüência dos conteúdos passa uma visão bastante deformada da Física, o que dificulta a compreensão de seus conceitos. Torna mais difícil compreender as relações entre os fatos, as leis, as hipóteses, as teorias e os modelos científicos. Como resultado, a memorização de símbolos, nomes, fórmulas, leis, teorias, equações e regras passam a ser a principal atividade dos alunos de Física.

Os professores de Física em geral gostariam que, relativamente aos fatos, conceitos e princípios físicos, os alunos não só os recordassem e compreendessem, mas também os aplicassem para resolver problemas. Contudo, a maior parte dos professores de física queixa-se que os alunos têm sérias dificuldades na resolução de problemas: não sabem interpretar o que leram, não entendem o que está escrito, ou seja, não sabem interpretar o conhecimento físico.

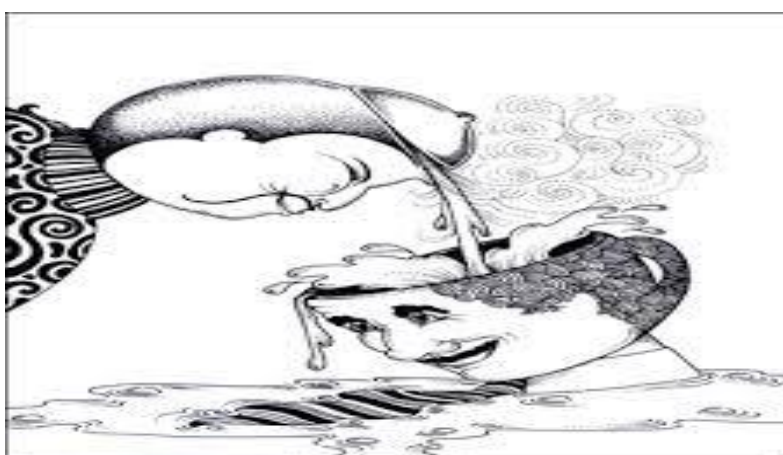


Figura 1: professor como fonte de todo o conhecimento (www.inte..com/educação)

O professor sempre foi considerado o sujeito que detinha o conhecimento, sendo o único capaz de ensinar, àquele que nada sabia o aluno os alunos chegam à escola cada vez mais informados e desmotivados a aprender da forma como a escola propõe, por meio do uso constante dos livros didáticos e aulas expositivas conduzidas isoladamente pelo professor.

1.3 A postura do Professor e da Escola frente às Novas Tecnologias de Ensino

Dentro do contexto histórico da educação, somos professores formados em um modelo cartesiano de ensino, desde a escola básica até o curso de graduação, onde foi privilegiada a transmissão rígida dos saberes. Portanto, muitos de nós adotamos, em nossa formação inicial, uma postura de receptores passivos do conhecimento, e que só utilizavam os poucos recursos tecnológicos então existentes, por exemplo, as calculadoras, para aplicação em exercícios mecânicos e de repetição.

Verificamos atualmente que este modelo tradicional, ainda é predominante em nossas escolas, até mesmo em boa parte dos cursos superiores. Neste modelo, a sala de aula é um ambiente físico onde diariamente são reunidos os alunos, em grupos relativamente grandes, tratados como se fossem iguais. Considera-se que a realidade do mundo é ainda algo distante dos mesmos. O professor então apresenta as informações e os fatos como algo a memorizar, e quando é feito o uso do computador, é para aplicação de exercícios mecânicos, digitação de textos ou ainda para montagens de apresentações.

Este modelo de educação torna-se ultrapassado frente à entrada de novas tecnologias no cotidiano das nossas vidas, das empresas, das indústrias e do desenvolvimento cada vez mais rápido da rede mundial de computadores e das potencialidades que as mesmas oferecem. Os computadores cada vez mais são usados na automação das fábricas, escritórios, na execução das nossas atividades pessoais. Isso significa que a sociedade cada vez mais exige das pessoas, respostas rápidas e eficientes. Frente a esta realidade, caminhamos para o contexto de um “novo design educacional”, isto é, para uma proposta construtivista, com o avanço das tecnologias de comunicação e informação passamos, para um novo modelo de sala de aula, o qual se torna um ambiente emissor e multisensorial. Neste meio buscamos enfatizar que o conhecimento é construído dentro de uma prática e não adquirido passivamente, necessitando a conscientização e responsabilidade do próprio aluno para com a sua aprendizagem.

Com o auxílio da informática os alunos podem analisar e reestruturar textos, realizar a composição e análise de imagens, desenvolverem raciocínios matemáticos, simular situações de fenômenos muito próximos dos reais, selecionar materiais, softwares e, pelo acesso a Internet, realizarem debates em tempo real,

projetos e pesquisas sobre os assuntos trabalhados nas diferentes disciplinas, mostrando que o aluno, professor e escola, estão frente a uma nova realidade, necessitando uma reestruturação na forma de organização de escola e na forma de desenvolvimento das aulas.

O uso de animações em sala de aula pode tornar-se uma boa ferramenta para a exposição dos fenômenos físicos, que necessita ser explicado com determinada evolução temporal, facilitando o processo para a explicação do professor e do entendimento do aluno sobre o assunto, aproximando o aluno da ideia central da aula, inclusive podendo o mesmo fazer uso da explicação ou do experimento quando necessitar. Os simuladores não interativos servem para mostrar ilustrar a evolução temporal de algum evento ou fenômeno.

CAPÍTULO II

2.1 Usos de Novas Tecnologias na Educação Básica

Como estamos propondo a entrada de novas tecnologias no ensino de física em escolas de Ensino Médio, devemos analisar a forma de inclusão das mesmas na Educação Básica, buscando referências acerca do assunto, devendo perpassar por mudanças da postura do professor e da organização da escola. Abordamos, neste capítulo, o uso de novas tecnologias na educação, em uma perspectiva de obtenção de uma ferramenta auxiliar na escola, portanto, não única, que possa auxiliar outras ferramentas existentes, criando uma expectativa quanto à exploração de simuladores e imagens em um contexto que possa facilitar o processo ensino/aprendizagem do Efeito Fotoelétrico. Ao refletirmos sobre a atual situação da Educação Básica no Brasil, é de fundamental importância analisar as vantagens, para o processo educativo, da inclusão de novas tecnologias de ensino, incluindo a discussão sobre a possibilidade de implantação, nas salas de aula, das Tecnologias da Informática. Nesta visão podemos dizer que realmente as tecnologias nos permitem ampliar o conceito de aula, de espaço e tempo, de comunicação audiovisual, ajudando a estabelecer pontes novas entre o presencial e o virtual. Chamamos a atenção para as questões de ensinar e aprender, que não dependem unicamente das tecnologias, lembrando que elas são importantes, mas não resolvem completamente os problemas da educação.

Levamos em consideração que todos nós, juntamente com os alunos, avançamos diariamente para um processamento maior e mais rápido das informações de forma multimídia, pois confrontamo-nos com pedaços de textos, imagens, gráficos superpostos simultaneamente, em uma mesma tela, na televisão ou no microcomputador, as quais também estão conectadas com outras telas multimídia, e por isso devemos começar a pensar em formas alternativas de também explorar estes meios na área educacional. Cada vez são mais difundidas as formas de informação multimídia ou hipertextual e menos lógico-sequencial. As crianças e os jovens estão totalmente sintonizados com a multimídia e quando lidam com texto fazem-no mais facilmente com o texto conectado através de links, de palavras-chave, o hipertexto. “Por isso o livro se torna uma opção menos atraente; está

competindo com outras mais próximas da sensibilidade deles, das suas formas mais imediatas de compreensão”.

Notamos que neste processo de avanço, o computador conectado à Internet mostra-se cada vez mais poderoso em recursos disponibilizados para o usuário, permitindo fazer pesquisas, simular diferentes situações e fenômenos, testar conhecimentos, ligando-nos a novos conceitos, lugares e ideais. Podemos afirmar que ele é a grande mídia, e está em sua fase inicial de experimentação, quanto a sua eficiência no processo de ensino-aprendizagem. Observamos inúmeras tentativas, durante as duas últimas décadas, de introduzir os microcomputadores nos estabelecimentos de ensino. No entanto, precisamos ter cuidado em observar primeiro que as escalas de tempo entre educação tecnologia se encontram defasadas: enquanto os instrumentos tecnológicos necessitam, por definição, de uma renovação constante, parece-nos que o sistema educativo funciona em longo prazo, tanto é que existem poucos referenciais que apontam um uso coerente da informática, como uma verdadeira ferramenta auxiliar no processo ensino/aprendizagem.

Acreditamos que o computador é uma ferramenta de auxílio ao desenvolvimento cognitivo do aluno, ao criarmos um ambiente de aprendizagem, onde os alunos possam desenvolver habilidades, em um contexto onde se faça uso de imagens e simuladores. Através das aprendizagens colaborativas, ativas, facilitadas, os alunos podem construir a sua interpretação do mundo real, interiorizando os conhecimentos e organizando-os. É necessária entrada dos computadores na sala de aula, rompendo os paradigmas pedagógicos e educacionais das escolas. “o computador pode enriquecer ambientes de aprendizagem onde o aluno, interagindo com os objetos desse ambiente, tem chance de construir o seu conhecimento”. Ao discutirmos como e para que o computador deva ser utilizado por professores e alunos na escola, percebemos que a informática deve estar a serviço da produção, desenvolvimento e socialização do conhecimento. O computador pode ser um grande parceiro na busca do conhecimento, levando em consideração que a informática educativa deve ser vista como uma forma de utilização dos computadores e seus recursos no processo de ensino-aprendizagem na escola.



Figura 2: a novo modelo de educação. Fonte (www.inte.com/educação)

Os alunos demonstram conhecer as novas tecnologias mais que os docentes e estes, na sua maioria, apresentam dificuldades para trabalhar com os novos aparatos tecnológicos. Considera-se, então, que acontecem transformações oriundas do ser humano que, ao alterar a realidade na qual está inserido, modifica a si mesmo, pois vai criando e descobrindo meios de desempenho e construindo conhecimento sobre eles. O ser humano ao passar por esse processo, re-significa conhecimentos já construídos, refletindo sobre eles e sobre o desenrolar desse processo criativo e tecnológico, segundo ainda o próprio Arnaud.

Percebe-se então que a palavra tecnologia é um termo muito abrangente que envolve aspectos como: técnica moderna e sofisticada, ferramentas, processos e materiais criados e utilizados a partir de um determinado conhecimento. A tecnologia é um conjunto de princípios científicos que se aplicam aos diversos ramos de atividade. Sendo assim, a técnica nasce da constante necessidade que o homem tem de estar criando, reinventando e construindo meios para satisfazer e responder as suas necessidades imediatas. O exemplo disso, o homem descobriu o fogo, criou o machado e construiu tantos outros instrumentos que favoreceram sua sobrevivência. As descobertas tecnológicas têm, ainda hoje, o mesmo sentido que tinha para os gregos clássicos: a criação, o conhecimento e o saber necessário para dominar e conduzir determinadas situações.

Outro aspecto relevante a ser considerado, é a visão equivocada de que a tecnologia é algo da atualidade. Na verdade, as tecnologias existem desde a criação da humanidade, apesar de apresentar-se em cada época de uma maneira diferente.

2.2 Exploração dos Simuladores Disponibilizados pelas Novas Tecnologias.

Ao discutirmos a exploração de simuladores, observamos que os mesmos não são desenvolvidos unicamente no campo da educação, segundo existe o desenvolvimento crescente dessas ferramentas em diferentes áreas da ciência e tecnologia. O fato da redução de custos e alguns casos dos perigos representados pelo experimento real levaram, nos últimos anos, ao investimento na elaboração de simuladores, os quais são usados para as aulas à distância, bem como em aulas presenciais, substituindo-se parcialmente os laboratórios, ou usando-se a simulação como complemento às aulas práticas, evitando investimentos em equipamentos de grande porte financeiro. Assim o computador passa a ser uma ferramenta auxiliar, permitindo ao aluno intervir no processo de ensino-aprendizagem, simulando determinados experimentos, testando hipóteses, estabelecendo relações, observando resultados ou simplesmente analisando a evolução temporal de um evento.

Com relação ao ensino prático em Física, são enormes as dificuldades em se conseguir materiais, equipamentos e tempo suficiente para montagem dos equipamentos nos laboratórios de Física do Ensino Médio e de um programa de aulas práticas, devido a fatores como o número excessivo de alunos por sala, o número insuficiente de aulas de Física (somente dois ou três aulas semanais na grade curricular), ou ainda pelos altos custos de aquisição e manutenção dos mesmos.

Os simuladores são recursos de aprendizagem que permitem ao aluno observar o comportamento de um determinado sistema ou fenômeno representado através de um modelo, ou seja, através de representações matemáticas, gráficas ou simbólicas. Servem então como uma forma de amenizar os problemas citados acima e auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Basicamente, a simulação cria as condições de existência de um determinado fenômeno, possibilitando ao aluno entrar com os dados e variáveis e medir, através de várias repetições da atividade, os resultados. Com isto, é possível que o aluno tenha uma melhor compreensão daquilo que está estudando.

O objetivo principal da simulação, portanto, é proporcionar aos professores e estudantes uma oportunidade para estudar fenômenos físicos baseados nas técnicas e ferramentas existentes em um laboratório tradicional, quando este laboratório não está disponível para este tipo de aprendizagem, mas devemos levar em consideração que a simulação não substitui o laboratório de física.

O desenvolvimento de bons simuladores requer um bom nível de conhecimento técnico em informática, principalmente no que tange à linguagem de programação. É de suma importância ter domínio das variáveis matemáticas que estão por trás do fenômeno a ser simulado, e das dificuldades de implantação de animações e de recursos gráficos e sonoros. Por isso buscamos os que estão prontos, ou desafiamos os alunos a entrarem nas páginas que disponibilizam tais simuladores.

Um fator de alerta e cuidado em relação ao uso de tais ambientes informatizados é para o perigo da desatenção dos alunos, os quais facilmente dão maior atenção às páginas com maior número de imagens e simulações, deixando de lado a leitura das informações e explicações importantes. Toda mudança gerada no setor educacional deve passar por vários processos de análise crítica e observações, portanto ao incluirmos as novas tecnologias de ensino, precisamos ficar alerta para o perigo evidente que as mesmas podem trazer no processo de ensino-aprendizagem, como por exemplo, o de o aluno interpretar o conteúdo apresentado nas simulações contidas nos hipertextos apenas como um jogo virtual e não como modelagem de uma situação física real.

CAPITULO III

3.1 O Efeito Fotoelétrico

O efeito fotoelétrico é a emissão de elétrons por um material, geralmente metálico, quando exposto a uma radiação eletromagnética (como luz) de frequência suficientemente alta, que depende do material. Ele pode ser observado quando a luz incide numa placa de metal, literalmente arrancando elétrons da placa. O Efeito Fotoelétrico foi observado à primeira vez por Heinrich Hertz em 1887, o fenômeno é também conhecido por “efeito Hertz”, não sendo, porém este termo uso comum. Os elétrons que giram à volta do núcleo são aí mantidos por forças de atração. Se a energia fornecida for suficiente, eles abandonarão as suas órbitas. O efeito fotoelétrico implica, normalmente, sobre metais.

Se um feixe incidir com energia superior à energia de remoção dos elétrons do metal, isso provocará a sua saída das órbitas sem energia cinética (se a energia da radiação exceder a energia de remoção) ou com energia cinética, logo se a energia da radiação exigir a energia de remoção dos elétrons. A grande dúvida que se tinha a respeito do efeito fotoelétrico era que quando se aumentava a intensidade da luz, ao contrário do esperado, a luz não arranca os elétrons do metal com maior energia cinética. O que acontecia era que uma maior quantidade de elétrons era ejetada.

Por exemplo, a luz vermelha de baixa frequência estimulava os elétrons para fora de uma peça de metal. Na visão da física clássica, a luz é uma onda contínua cuja energia está espalhada sobre a onda. Todavia, quando a luz fica mais intensa, mais elétrons são ejetados, contradizendo, assim, a visão da física clássica que surge que os elétrons deviam se mover mais rápido (energia cinética) do que as ondas. Quando a luz incidente é de cor azul, essa mudança resulta em elétrons muito mais rápidos. A razão é que a luz pode se comportar não apenas como onda contínua, mas também como feixes discretos de energia chamados de fótons. Um fóton azul, por exemplo, contém mais energia do que um fóton vermelho. Assim, o fóton azul age essencialmente como uma “bola de bilhar” com mais energia, desta forma transmitindo maior movimentação de elétrons. Esta interpretação corpuscular da luz também explica por que a maior intensidade de luz aumenta o número de

elétrons ejetados com mais força colidindo no metal, mais elétrons tem probabilidade de serem atingidos.

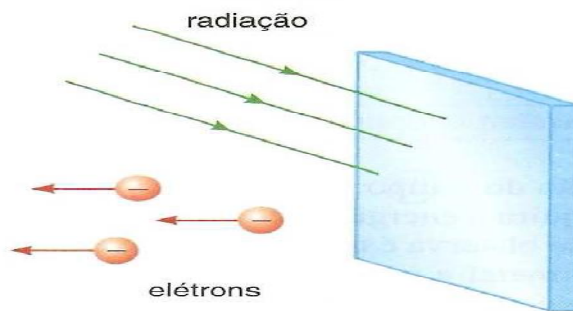


Figura 3 - Emissão de Elétrons pela Incidência de Luz

O efeito fotoelétrico pode ser observado usando o dispositivo esquematizado na figura chamado de fotocélula. Duas placas metálicas X e Y são colocadas no interior de uma ampola de vidro, no interior da qual foi feito vácuo. A radiação incide na placa Y.

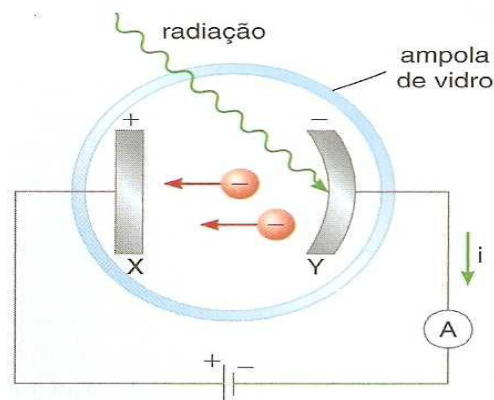


Figura 4: Fotocélula.

Se houver emissão de elétrons estes serão atraídos pela placa positiva X, estabelecendo-se uma corrente elétrica no circuito, que poderá ser detectada por um amperímetro sensível (A). É desse modo que funcionam, por exemplo, as portas que se abrem automaticamente quando nos aproximamos. Quando chegamos perto da porta nosso corpo interrompe o fluxo de radiação e a corrente se anula. Quando a corrente se anula, é acionado o mecanismo que abre a porta. À primeira vista o efeito fotoelétrico tem uma explicação simples. A onda eletromagnética transfere energia ao elétron. Uma parte dessa energia é usada para realizar o trabalho (W) de

extração do elétron; o restante transforma-se em energia cinética (E_c) do elétron. No entanto, os resultados experimentais são intrigantes do ponto de vista da Física Clássica.

Em primeiro lugar há a questão da frequência. De acordo com a Física Clássica, esse efeito não depende da frequência da onda. No entanto, a experiência mostra que, para cada metal, o efeito fotoelétrico só é observado quando a frequência é maior ou igual a um valor mínimo chamado frequência de corte (f_c). Na tabela a seguir apresentamos os valores de f_c para alguns metais. No caso dos metais alcalinos (sódio e potássio) essa frequência corresponde à luz visível. No entanto, para os outros metais, o valor de f_c está na região do ultravioleta.

Em segundo lugar há a questão do tempo. De acordo com a física clássica, em geral, o tempo necessário para que um elétron adquira a energia necessária para escapar é da ordem de horas, dias ou mesmo meses. No entanto, o que se observa é que, desde que exista condição para que o efeito fotoelétrico ocorra, o tempo entre o momento em que a radiação atinge o metal e o momento em que o elétron escapa, é extremamente curto (3×10^{-9} s); a emissão é

Tabela 1 Frequência de corte (f_c) para alguns metais

Metal	f_c (Hz)
sódio	$5,5 \cdot 10^{14}$
potássio	$4,22 \cdot 10^{14}$
cobre	$1,13 \cdot 10^{15}$
prata	$1,14 \cdot 10^{15}$
platina	$1,53 \cdot 10^{15}$

Tabela 1: Valores de algumas frequências de corte

Em terceiro lugar há a questão da intensidade da radiação. Quando a frequência da luz incidente está acima da frequência de corte, o efeito sempre ocorre, mesmo que a intensidade da radiação seja muito pequena. A intensidade de luz influi no número de elétrons “arrancados”, assim, influi na intensidade da corrente (i) medida no circuito da figura 2. No entanto, a intensidade da radiação não influi na energia cinética adquirida por cada elétron.

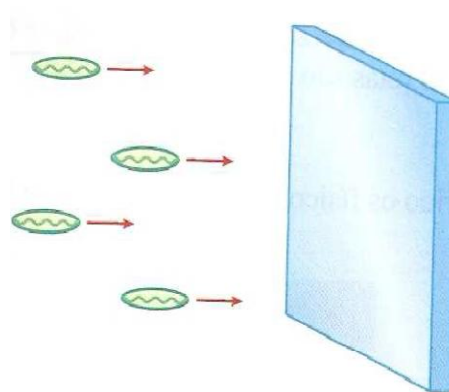


Figura 5: Fótons emitidos

A explicação dada por Einstein é que a radiação é formada por quanta (fótons) (fig. 3). Cada elétron absorve apenas um fóton. Se a energia desse fóton for menor do que a necessária para extrair o elétron, este não será emitido, por mais tempo que a radiação fique incidindo sobre o corpo. Sendo E a energia do fóton, E_c a energia cinética adquirida pelo elétron e W o trabalho realizado para “arrancar” o elétron, temos:

$$E = E_c + W \quad [I]$$

A energia do fóton é dada por $E = hf$, onde h é a constante de Planck e valem $6,63 \times 10^{-34}$ J.s e f é a frequência (Hz) da luz. No efeito fotoelétrico a velocidade adquirida pelo elétron é muito menor do que a da luz; assim, a energia cinética pode ser calculada pela fórmula clássica:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Portanto, a equação [I] fica:

$$hf = \frac{1}{2}mv^2 + w$$

O trabalho realizado para “arrancar” o elétron vai depender da profundidade do elétron. Os que estão mais próximos da superfície são mais fáceis de “arrancar” do que os que estão mais profundos. Quanto maior o trabalho necessário para “arrancar” o elétron, menor será sua energia cinética. O trabalho mínimo necessário para “arrancar” um elétron é chamado de função trabalho e será representado por W_0 . Neste caso, a energia cinética adquire seu valor máximo (E_c máx):

$$h\nu = E_{\text{cmax}} + W_0 \text{ [II]}$$

Se a frequência for a de corte, teremos energia cinética nula, e da equação [II] obtemos:

$$h\nu_c = W_0 \text{ [III]}$$

Da equação [II], obtemos:

$$E_{\text{cmax}} = h\nu - W_0 \text{ [IV]}$$

Portanto, se fizermos um gráfico da energia cinética em função da frequência devemos obter uma semi-reta de coeficiente angular h , como mostra o gráfico da figura 4, onde temos os dados para o césio e o sódio. Como h é uma constante universal, de valor $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$, para todos os metais, as semi-retas devem ter a mesma inclinação (elas são paralelas).

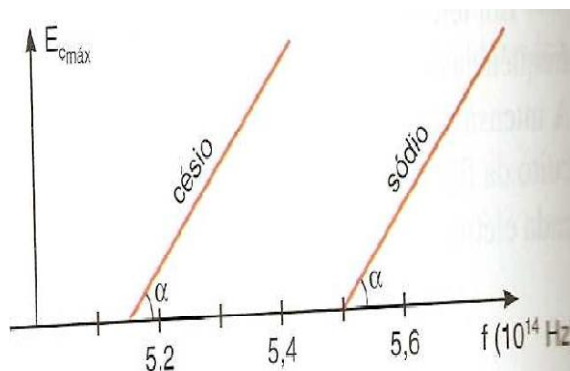


Figura 6: Gráfico da energia cinética máxima em função da frequência para o césio e o sódio.

No estudo do efeito fotoelétrico os físicos usam frequentemente a unidade de energia elétron volt: um $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$, que corresponde à energia necessária para um elétron atravessar uma diferença de potencial igual a um V .

3.2 As Novas Tecnologias Usadas no Ensino do Efeito Fotoelétrico

As duas ilustrações da simulação computacional utilizada como ferramenta deste trabalho. Na primeira ilustração uma luz de comprimento de onda igual a 350 nm é irradiada sobre uma placa de sódio, e de acordo com o fenômeno em questão, elétrons são ejetados deste metal. Na segunda ilustração, de forma idealizada, a luz aparece em forma de pacotes de energia, o fóton, transferindo essa energia para um elétron que irá se desprender do metal irradiado.

Nas ilustrações a montagem consiste de um circuito elétrico acoplado a tubo de vácuo contendo as placas de metal. A luz proveniente de uma fonte, representada por uma lanterna, incide sobre o material. O esquema permite que o usuário veja e manipule a intensidade e o comprimento de onda da luz emitida. O espectro eletromagnético mostrado junto ao cursor de ajuste do comprimento de onda contextualiza o significado desta grandeza. No circuito é possível ver a intensidade da corrente elétrica gerada, bem como manipular o valor da diferença de potencial entre as placas. No quadro ao lado, há a possibilidade de traçar gráficos.

Ao analisarmos a realidade do ensino do efeito fotoelétrico nas escolas de Ensino Médio, encontramos um ensino baseado em livros textos, com os conteúdos estruturados de maneira que o educando tenha contato com a teoria em forma de tópicos (abordagem acadêmica). As atividades propostas, como responder a questionários e resolver exercícios, não despertam no educando o interesse suficiente pelos inúmeros fenômenos físicos do efeito fotoelétrico existentes no seu dia-a-dia e que podem ser relacionados com os conteúdos de sala de aula.

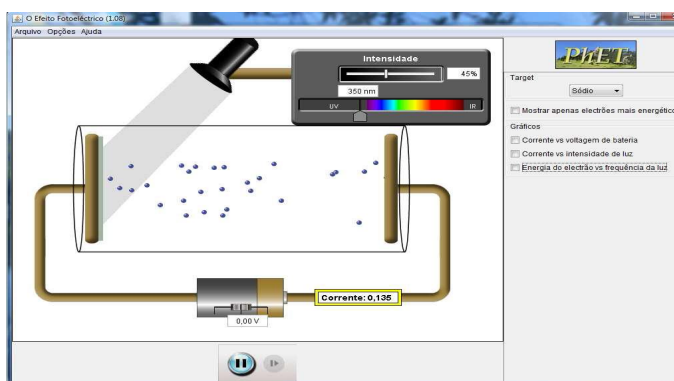


Figura 7: Ilustração da luz irradiada sobre a placa de metal e os elétrons sendo ejetados na simulação computacional do efeito fotoelétrico

Realmente as tecnologias nos permitem ampliar o conceito de aula, de espaço e tempo, de comunicação audiovisual, ajudando a estabelecer pontes novas entre o presencial e o virtual. Chamamos a atenção para as questões de ensinar e aprender, que não dependem unicamente das tecnologias, lembrando que elas são importantes, mas não resolvem completamente os problemas da educação. Levamos em consideração que todos nós, juntamente com os alunos, avançamos diariamente para um processamento maior e mais rápido das informações de forma multimídia, pois confrontamo-nos com pedaços de textos, imagens, gráficos superpostos simultaneamente, em uma mesma tela, na televisão ou no microcomputador, as quais também estão conectadas com outras telas multimídia, e por isso devemos começar a pensar em formas alternativas de também explorar estes meios na área educacional.

Notamos que neste processo de avanço, o computador conectado à Internet mostra-se cada vez mais poderoso em recursos disponibilizados para o usuário, permitindo fazer pesquisas, simular diferentes situações e fenômenos, testar conhecimentos, ligando-nos a novos conceitos, lugares e ideias. Podemos afirmar que ele é a grande mídia, e está em sua fase inicial de experimentação, quanto a sua eficiência no processo de ensino-aprendizagem.

Observamos inúmeras tentativas, durante as duas últimas décadas, de introduzir os microcomputadores nos estabelecimentos de ensino. No entanto, precisamos ter cuidado em observar primeiro que as escalas de tempo entre educação e tecnologia se encontram defasadas: enquanto os instrumentos tecnológicos necessitam, por definição, de uma renovação constante, parece-nos que o sistema educativo funciona em longo prazo, tanto é que existem poucos referenciais que apontam um uso coerente da informática, como uma verdadeira ferramenta auxiliar no processo ensino/aprendizagem. Acreditamos que o computador é uma ferramenta de auxílio ao desenvolvimento cognitivo do aluno, ao criarmos um ambiente de aprendizagem, onde os alunos possam desenvolver habilidades, em um contexto onde se faça uso de imagens e simuladores. Através das aprendizagens colaborativas, ativas, facilitadas, os alunos podem construir a sua interpretação do mundo real, interiorizando os conhecimentos e organizando-os.

Ao discutirmos como e para que o computador deva ser utilizado por professores e alunos na escola, percebemos que a informática deva estar a serviço da produção, desenvolvimento e socialização do conhecimento.

O computador pode ser um grande parceiro na busca do conhecimento, levando em consideração que a informática educativa deve ser vista como uma forma de utilização dos computadores e seus recursos no processo de ensino-aprendizagem na escola.

Defendemos em nossas contribuições iniciais que a informática não deva ser apenas uma novidade a mais na escola, não devendo ser encarada como um remédio que resolverá os problemas educacionais, mas deverá servir como um novo caminho no processo educativo, de apropriação do conhecimento para transformá-lo, modificando a si mesmo e à sociedade. Deve ser uma ferramenta a mais para a criação de debates dos novos e velhos conhecimentos. Novos conhecimentos deverão ser agregados, produzidos, através da exploração das várias possibilidades e caminhos existentes, nestes novos processos educativos que existem ou ainda virão a existir.

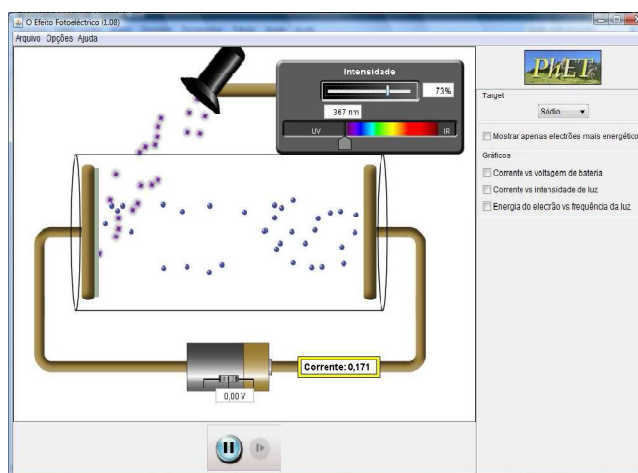


Figura 8: Ilustração dos fótons atingindo a placa de metal na simulação computacional do efeito fotoelétrico.

Fonte: Dados da pesquisa

CAPITULO IV

4.1 Os que são o Phet?

O Phet é um programa da Universidade do Colorado que pesquisa e desenvolve simulações na área de ensino de ciências (<http://phet.colorado.edu>) e as disponibiliza em seu portal para serem usadas on-line ou serem baixadas gratuitamente pelos usuários que podem ser alunos, professores ou mesmo curiosos. Nas simulações, o grupo procura conectar fenômenos diários com a ciência que está por trás deles, oferecendo aos alunos modelos fisicamente correto de maneira acessível.

As simulações são apresentadas em várias seções: Simulações em destaque; Novas simulações; Pesquisa de ponta; Simulações traduzidas em vários idiomas. Além dessas seções, as simulações também são agrupadas em seções específicas de cada área como física, química, ciências da terra e matemática. Todas as simulações são classificadas de acordo com o nível de ensino. Em física, as simulações são agrupadas em sete categorias: Movimento; Trabalho, Energia e Potência; Som e Ondas; Calor e Termodinâmica; Eletricidade, Magnetismo e Circuitos; Luz e Radiação; e Fenômenos Quânticos.

Um aspecto que merece destaque trata da facilidade de acesso e a possibilidade de rodar a simulação em qualquer equipamento sem a necessidade de recursos altamente específicos. Todas as simulações podem ser usadas diretamente na página principal, mas também é permitido o *download*. Elas são geralmente desenvolvidas em *Flash* e, se o computador não tiver o *plug-in*, o usuário é direcionado a baixar e instalar o recurso na sua máquina de forma simples. O grupo do Phet possui uma abordagem baseada em pesquisa, na qual as simulações são planejadas, desenvolvidas e avaliadas antes de serem publicadas no sítio. As entrevistas realizadas com diversos estudantes são fundamentais para o entendimento de como eles interagem com simulações e o que as torna efetivas educacionalmente. A principal função da simulação consiste em ser uma efetiva ferramenta de aprendizagem, fortalecendo bons currículos e os esforços de bons professores.

A finalidade de uso pedagógico da simulação pode ajudar a introduzir um novo tópico, construir conceitos ou competências, reforçar ideias ou fornecer reflexão e revisão final. O uso dessa ferramenta por professores pode ser bastante variado como o próprio grupo aponta: aulas expositivas, atividades em grupos na sala de aula, tarefas em casa ou no laboratório. Tecnológicas e, sobretudo, filosóficas que fazem parte do cotidiano do aluno contemporâneo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No desenvolvimento deste trabalho, procurou-se fazer o estudo sobre um objeto didático que se propusesse a facilitar a inserção de Física Moderna, sobretudo do Efeito Fotoelétrico, no Ensino Médio da Educação Básica. Para isso, constatou-se a necessidade do uso de uma simulação computacional para que se fosse possível abordar o tema proposto de uma forma mais completa. Isso não significa dizer que apenas essas atividades práticas são suficientes para que os alunos obtenham o efetivo aprendizado importante que o professor de Física seja competente naquilo em que se propôs a ser. Seja realmente um sujeito epistemologicamente curioso e que reconhece a sua incompletude, quanto ser modificador e/ou construtor de seu meio. Dessa forma, a contextualização histórica desse fenômeno deve, da mesma maneira, ter seu destaque durante a apresentação do conteúdo, pois, assim, os estudantes perceberam que essa Ciência faz parte de um processo de construção humana. Embora a metodologia didática proposta tenha sido apresentada pressupondo algumas etapas, isto não quer dizer que o profissional do ensino de Física tenha que segui-las rigorosamente.

O professor deve se sentir a vontade para iniciar as atividades práticas da melhor maneira que lhe parecer favoráveis. Contudo, desejável que ao término dessas atividades o objetivo final e propor uma nova forma de se transmitir o conteúdo, ou seja, de uma maneira geral – que os alunos, dentre outros aspectos, tenham: desenvolvido a concepção sobre o Efeito Fotoelétrico em seu contexto social; despertado para uma Ciência genuinamente humana, sujeita a adaptações e/ou modificações; aumentado seu interesse para o mundo científico. Quanto ao conteúdo proposto, espera-se que a atividade prática apresentada (experimento e simulações o computacional) nesta Monografia sirvam como referências para o desenvolvimento de outras ferramentas didáticas que auxiliem na atualização dos conteúdos escolares de Física no Ensino Médio, lembrando que as mesmas ferramentas devem ser facilitadoras na construção do conhecimento, por parte dos alunos.

Além disso, é esperado, concomitantemente à boa atuação do professor, formar pessoas críticas, reflexivas e interventoras em seus contextos sócio-culturais. Ressalta-se ainda, que as atividades práticas propostas, embora não careçam de seguir uma seqüência rigorosa de passos a serem dados, devem ser elaboradas em

Complemento da outra, pois, do contrário, não será possível obter uma construção completa do conhecimento sobre o Efeito Fotoelétrico que não seja expressa apenas pela oralidade do conteúdo, o que estaria de encontro com a proposta inicial deste trabalho. Relembra-se também que um dos objetivos dessas atividades é mostrar para o aluno a efetiva ocorrência do fenômeno, de forma que o visualize; que presencie o seu acontecimento; que sirva como um *link* fundamental entre o contexto e a teoria.

Portanto, o professor não deve descartar, em hipótese alguma, a elaboração de uma dessas atividades, pois, sendo assim, a análise qualitativa e quantitativa do Efeito não será completa e o objetivo final proposto poderá ser comprometido. O que se propôs desde o início desta TSE de conclusão foi apresentar uma ferramenta didático que se propusesse a abordar o tema Efeito Fotoelétrico como um todo e, por conseguinte, almejar construir no alunado as ideias primordiais desse fenômeno.

Desse modo, espera-se que o professor, com toda sua bagagem conceitual e sua concepção construtivista faça bom uso dessa proposta metodológica e que consiga obter resultados positivos na sua aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Linguagens, códigos e suas tecnologias: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – PCNS+. Brasília: 2002

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, n. 3, p. 259-272, 2003.

GARCIA, C. P.; DICKMAN, A. G. Ensino do Efeito fotoelétrico em Engenharia – Um Papel para as simulações computacionais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 16, 2005, Rio de Janeiro. Anais... São Paulo: SBF, 2005, p. 1-5.

LABURÚ, CE; ARRUDA, S. de M.; NARDI, R.(2003) Pluralismo Metodológico no Ensino de Ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, 9(2), pp.247-260.

LEVIN, E. Conceitos e Métodos da Física moderna numa perspectiva histórica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 305-306, 2007.

LOPES, R.; FEITOSA, E. Apeles como Recursos Pedagógicos no Ensino de Física – Aplicação em Cinemática. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18, 2009, Vitória. Anais... São Paulo: SBF, 2009, p. 1-12.

MACÊDO, J. A. Simulações Computacionais como Ferramenta Auxiliar ao Ensino de Conceitos Básicos de Eletromagnetismo: Elaboração de um Roteiro de Atividades para professores do Ensino Médio. 2009. 137f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Minas Gerais. 2009.

MARTINS, A.F.P. (2007) História e Filosofia da Ciência no Ensino: Há muitas pedras nesse caminho. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), pp.112-131, dez.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A.(2000) Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa «Física moderna e contemporânea no ensino médio». *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(1), pp.23-48.

_____ ; CAVALCANTI, C.J.H. (1999) Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio: Elaboração de material didático em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 16(3), pp.267-286.

PINHEIRO, N.A.M.; SILVEIRA, R.M.C.F.; BAZZO, W.A. (2007) Ciência, Tecnologia e Sociedade: A Relevância do Enfoque CTS para o Contexto do Ensino Médio. *Revista Ciência & Educação*, Ponta Grossa, 13(1), pp.71-84.