

## ENSINO DO EFEITO COMPTON ATRAVÉS DE METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

### COMPTON EFFECT TEACHING BY ACTIVE LEARNING METHODOLOGIES

**Daniele Socorro Ribeiro da Silva<sup>1</sup>, Luciana da Cruz Barros<sup>2</sup>, Caio Fernando Rocha Silva<sup>3</sup>, Mateus Gomes Lima<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA/ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, dsrsdaniele@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA/ Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física - MNPEF, lucianauepa2010@gmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA/ Instituto de Ciências Exatas – ICE, caio@unifesspa.edu.br

<sup>4</sup>Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará - UNIFESSPA/ Instituto de Ciências Exatas – ICE, mateus.lima@unifesspa.edu.br

#### Resumo

Este trabalho representa um recorte de uma pesquisa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará– UNIFESSPA e tem por objetivo investigar como o ensino do efeito Compton à luz das Metodologias Ativas de aprendizagem por meio de uma sequência didática, pode impactar o processo de aprendizagem dos estudantes do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA Campus Bragança. A abordagem metodológica é qualitativa de cunho exploratória e teve seu delineamento por meio da construção e aplicação de uma sequência didática sobre o efeito Compton para os alunos da terceira série do ensino médio. A sequência didática foi aplicada durante três encontros, com periodicidade semanal que versaram sobre o desenvolvimento da ciência, com foco na física moderna, e contou com a utilização de animações computacionais para melhor representar o Efeito Compton. Ao final, pôde-se concluir que a utilização de uma metodologia ativa de ensino que incorpore animações computacionais e estimule a participação dos estudantes um aprendizado com maior significado para estes.

**Palavras-chave:** Metodologias Ativas, Animações Computacionais, Efeito Compton.

#### Abstract

This work represents an excerpt from a research by the National Professional Master in Physics Teaching at the Federal University of the South and Southeast of Pará - UNIFESSPA and it aims to investigate by the light of Active Learning Methodologies and through a didactic sequence how the Compton effect teaching can impact the learning process of high school students at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Pará – IFPA, in Bragança Campus. The methodological approach is qualitative with an exploratory nature which was designed through the construction and application of a didactic sequence on the Compton effect for students in the third grade of high school. The didactic sequence was applied during three meetings on a weekly basis that dealt with the development of science with a focus on modern physics and relied on the use of computer

animations to better represent the Compton Effect. In the end it was concluded that the active teaching methodology using that incorporates computational animations and encourages student participation provided learning with greater meaning for them.

**Keywords:** Active Methodologies, Computational Animations, Compton Effect.

## Introdução

A Física Moderna, ainda é vista como algo muito abstrato pela sociedade de modo geral. Mas é possível modificar essa visão se houver uma preparação por parte dos educadores, mostrando que essa área da Física está presente em nosso dia a dia. É possível abordar a Física Moderna de maneira mais concreta, quando se apresenta ao estudante as aplicações da mesma através de experimentos, vídeos, simuladores e animações computacionais.

As pesquisas sobre o ensino de Física Moderna na Educação Básica buscam contornar as dificuldades enfrentadas tanto pelos educadores, quanto pelos educandos, durante o processo de ensino e aprendizagem desta importante área da Física. Atualmente, quando discutida nos currículos da Educação Básica, é vista no final do terceiro ano do Ensino Médio, ou seja, no encerramento do ano letivo, o que leva muitos professores a não discutir o assunto por “falta de tempo”.

De acordo com Busatto *et al.* (2018) muitos professores, pesquisadores defendem, embasados em documentos legais, que os conhecimentos da Física Moderna precisam ser iniciados no Ensino Médio havendo uma ligação entre a utilização da mesma e o conhecimento prévio que os estudantes trazem consigo, relacionando a tecnologia, a sociedade e a ciência. A partir dessa relação, o aluno poderá compreender que os conceitos estudados podem ser diretamente ligados a ações concretas do seu cotidiano, como por exemplo, a criação de novos equipamentos eletrônicos, usando avançadas tecnologias.

Atualmente, estamos imersos num mundo de tecnologias, descobertas científicas que cada vez mais chama a atenção dos estudantes. Geralmente, quando eles chegam na sala de aula, muitos já têm em mente algumas indagações sobre os novos fatos científicos que surgiram, porém, normalmente o professor não dá espaço para que haja essa discussão e resume suas aulas nos livros e no quadro, sem levar em consideração o debate de como a Física auxilia nesses acontecimentos. Oliveira *et al.* (2007) afirmam que

A lacuna provocada por um currículo de física desatualizado resulta numa prática pedagógica desvinculada e descontextualizada da realidade do aluno. Isso não permite que ele compreenda qual a necessidade de se estudar essa disciplina que, na maioria dos casos, se resume em aulas baseadas em fórmulas e equações matemáticas, excluindo o papel histórico, cultural e social que a física desempenha no mundo em que vive. (OLIVEIRA *et al.* 2007 p. 448)

A partir da fala dos autores pode-se refletir sobre a importância de se usar metodologias atrativas para os alunos. Através delas, pode-se instigar os estudantes a buscarem respostas para os seus questionamentos no seu cotidiano. Fazer o aluno pensar criticamente sobre quais os benefícios e/ou malefícios que os avanços tecnológicos podem trazer para a sociedade.

Nesse contexto, o professor será um membro mais ativo, pois de acordo com Barbosa e Moura (2013) o

[...] professor, em princípio, está (ou deveria estar) em uma posição ativa ao ensinar, pois tem de recorrer a seus estudos, selecionar informação, escolher terminologia adequada, explicar um conhecimento de diferentes formas, fazer relações, comparações, analogias etc. (BARBOSA; MOURA, 2013 p.56)

O professor tem uma função essencial que é motivar os alunos, torná-los “ativos” para que sua formação ocorra de maneira consciente e dinâmica. O docente mostrará as opções que cada um terá e fará com que eles trabalhem a independência fazendo com que tomem suas próprias decisões. A aula acontecerá de maneira colaborativa, participativa com todos dando as suas contribuições

### **Aporte Teórico**

As metodologias ativas surgiram com o propósito de trabalhar em sala de aula tendo como foco principal o aluno. Ele é o ponto central do processo de ensino e aprendizagem. Através dessas metodologias, busca-se auxiliar o estudante em seu processo de construção de saber mais significativo para a sua vida. De acordo com Gaeta e Masetto (2010) o professor deve elaborar as suas práticas pedagógicas em conjunto com os alunos, levando-lhes a enfrentar situações problemas nos quais eles serão instigados a criarem uma postura crítica e ativa diante o conhecimento. Nesse caso, fica claro que o professor tem o papel de ativar os saberes e não de transmiti-los. Reforçando esse pensamento Sebold *et al.* (2010) afirmam que

Com as novas tendências, destaca-se um processo de interação entre docente e discente, no qual esses sujeitos criam conjuntamente novos métodos e caminhos de ensino-aprendizagem, levando à construção do conhecimento pelo próprio aluno, focando a questão da subjetividade e a formação de novos cidadãos (SEBOLD et al., 2010 p. 754).

Pode-se observar através dessas afirmações que a relação professor e aluno deve mudar, sair da rotina, do fato de o professor ser o centro dessa relação. Com o estudante ocupando esse lugar, novas responsabilidades lhes serão dadas, a fim de torná-lo um agente construtor do seu conhecimento.

Em relação ao papel do professor facilitador, Lima, Barbosa e Peixoto (2018 p.164) contribuem afirmando que “o educador-facilitador deve ajudar seu aluno a entrar em contato com os seus interesses, objetivos e expectativas, incentivando-o a ser um agente da sua própria aprendizagem”. O aluno não deve ser um mero depósito de informações, mas sim, ir em busca do conhecimento na tentativa de solucionar suas inquietações.

Rogers (1985) assegurou que fazer um lugar aceitável no qual os docentes e alunos possam discutir temas com mais liberdade, descobrirem coisas novas sem sofrer críticas externas, ainda é uma grande provocação para as instituições de ensino. Geralmente, o momento de maior contato entre o professor e o aluno se dá sempre dentro da sala de aula, do ambiente formal, onde se discute com mais propriedade o que está nos livros, segue-se rotinas que muitas vezes já não alcançam seus objetivos com o alunado.

O Efeito Compton ou espalhamento Compton, é usado em diversos ramos da ciência, porém, é na radiologia que ele é empregado com abundância, pois está

presente em todos os tipos de aparelhos de raios X. Sua capacidade de interação utilizando o raio Gama com outros materiais também é notória.

Paiva (2014) lista diversos momentos nos quais o espalhamento Compton é tido como principal componente. Na física nuclear, por exemplo, esse efeito é importante para o estudo de reações fotonucleares em vários níveis de energia, como as reações de fotofissão, assim como em

Objetos de baixas densidades e constituídos de elementos de números atômicos pequenos quando são blindados por materiais de grandes números atômicos e altas densidades podem ser detectados e identificados com o uso de feixes de fótons produzidos por espalhamento Compton. (PAIVA, 2014 p.03)

As aplicações do efeito Compton são diversas, pois desde sua descoberta, ele foi sendo aprimorado para constituir novas tecnologias, como podemos observar nas falas de Boldo e Appoloni (2010), quando trazem diferentes exemplos utilizados na sociedade, sendo uma delas a utilização do efeito Compton na construção civil a fim de verificar a densidade do concreto.

As propriedades de transporte de fluidos no interior do concreto são influenciadas pela quantidade e grau de interconectividade dos poros presentes na estrutura. Portanto conhecer informações sobre a densidade do concreto por meio de uma técnica não destrutiva é de grande interesse. O retroespalhamento de raios gama é uma das técnicas adequadas para este fim. Algumas agências governamentais provêm normas para testar o concreto por espalhamento Compton (ASTM C 1040-93, 2001) (ADIL, 1977 *apud* BOLDO, APPOLONI, 2010 p.08).

Corroborando com o autor, esse efeito é encontrado em diversas áreas, da indústria, da medicina, porém, é pouco comentado em sala de aula. Assim, os estudantes não conhecem as aplicabilidades do efeito no cotidiano e não conseguem observar a importância do mesmo na construção de novas tecnologias. É importante a percepção de onde esses fenômenos físicos são empregados, pois muitos desconhecem a funcionalidade dos mesmos, assim como, a sua constituição.

Neste sentido, para melhor ilustrar os fenômenos físicos apresentado aos estudantes, usa-se com mais frequência as animações computacionais. Pode-se notar que através das animações os estudantes têm a possibilidade de observar como o fenômeno ocorre de maneira mais dinâmica, o que ajuda o educador na explanação sobre o mesmo. A animação, de acordo com o autor, deve conter alguns parâmetros para que sirva como um auxílio na construção do conhecimento científico.

As animações precisam ser estruturadas de forma que facilite sua visualização e observação pelos alunos; precisam ser atrativas para despertar o interesse dos discentes; precisam ter explicação teórica básica, para que os conceitos possam ser construídos pelos próprios alunos, haja visto que elas promovem uma abordagem construtivista, sendo capazes de auxiliar na construção do conhecimento (LOPES, 2016 p. 27-28).

Corroborando com o autor, as animações devem ter um propósito educacional ao serem utilizadas com os estudantes. Deve-se observar como ela é estruturada e se está de acordo com a finalidade a ser empregada pelo educador. Usar as animações em sala de aula sem ter uma intenção não é algo construtivo para os estudantes. Trabalhar o Efeito Compton juntamente com animações desse efeito é uma forma didática que auxilia na tentativa de fazer com que desperte no

estudante o interesse pelo assunto, colaborando assim na construção do conhecimento e observando as suas diversas utilizações no cotidiano.

### **Materiais e Métodos**

Após a delimitação do tema da pesquisa e busca de embasamento na literatura, foi construída uma sequência didática baseada numa metodologia ativa que faz uso de animações computacionais a fim de motivar e despertar nos alunos o interesse pelo Efeito Compton. As animações foram confeccionadas no software de modelagem 3D Blender®<sup>1</sup>, através de seu motor de jogo integrado na versão 2.79.

A sequência didática foi pensada para 3 encontros pedagógicos, onde:

**Encontro 1** – problematização do conhecimento inicial dos alunos por meios de questionamentos, seguido de discussões para identificar concepções prévias e interesses sobre o tema “Efeito Compton”. Leitura e discussão de textos relacionados aos primórdios da Física Moderna. Este primeiro encontro será finalizado com uma sugestão de pesquisa sobre a importância do Efeito Compton para o desenvolvimento de tecnologias e sua relevância para a sociedade.

**Encontro 2** - Apresentação e discussão da pesquisa sugerida anteriormente. É esperado que durante a discussão, os estudantes exponham um conhecimento não sistematizado e impregnado de senso comum. Então, estes conhecimentos serão sistematizados com o rigor científico necessário à compreensão do Efeito Compton.

**Encontro 3** – Consolidação do conhecimento através de uma atividade prática colaborativa entre os alunos, com o uso de animações computacionais sobre o Efeito Compton.

A sequência didática desenvolvida para este estudo foi aplicada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia no município de Bragança – PA, numa classe com 30 alunos do 3º ano do Ensino Médio integrado do curso de Técnico em Desenvolvimento de Sistemas (TDS). Esta pesquisa é caracterizada em relação ao método de abordagem como qualitativa, pois trata da investigação de valores, atitudes, percepções e motivações do público pesquisado, com o objetivo principal de compreendê-los em profundidade; não tendo preocupação estatística (Gonçalves; Meirelles, 2004).

### **Resultados e Discussões**

No primeiro encontro, foi discutido a importância de se conhecer um pouco mais da história da Ciência e seus principais colaboradores, no qual os estudantes puderam se manifestar em prol de mais discussões sobre diferentes cientistas que contribuíram para a construção da Física Moderna. As discussões sobre o tema Efeito Compton, possibilitaram aos estudantes criarem seus próprios conceitos e observações sobre as aplicações e implicações desse efeito no cotidiano. Após a realização desse momento pôde-se perceber a interação dos alunos conforme o comentário do Aluno A

---

<sup>1</sup>Blender é um software de código aberto e gratuito que reúne uma diversidade de recursos computacionais avançados para a produção de imagens tridimensionais, animações, jogos e apresentações. Disponível em: <<https://www.blender.org/features/>>

*Foi muito proveitoso discutir sobre alguns grandes nomes da física, pois muitas vezes só sabemos o nome dado as fórmulas e não paramos para pensar quem eram essas pessoas e como surgiu a sua contribuição na Física. Com certeza será mais fácil lembrar das suas invenções após conhecer um pouco mais a vida dos estudiosos da Física. (ALUNO A)*

Esse comentário do Aluno A reforça o pensamento que um dos fatores que pode favorecer uma melhor aprendizagem aos alunos em sala de aula é a curiosidade e a interação com o tema proposto. Nesse sentido, faz-se necessária uma reflexão contínua das práticas pedagógicas utilizadas no processo de ensino e de aprendizagem Física, pois é papel do professor proporcionar um ambiente engajador e estimulante para o aprendizado.

No segundo encontro, os alunos trouxeram diferentes exemplos ilustrativos e algumas animações retiradas da plataforma YouTube® sobre o uso do Efeito Compton dentro da indústria e medicina, para discutirmos em sala de aula. Se mostraram bastante interessados na pesquisa, pois abordaram não só o aspecto físico, como o químico e biológico também. O Aluno B esclarece em seu comentário que:

*A princípio não gostei muito da ideia de fazer novamente pesquisa sobre o efeito Compton, só que durante a realização dela fui me envolvendo com o tema e nunca pensei que fosse tão útil no nosso cotidiano, como na saúde e na medicina. Foi muito bom saber a importância desse estudo antes de iniciar o desenvolvimento das aulas, pois a maioria dos professores dizem que é importante porque pode cair no ENEM. (ALUNO B)*

Esse excerto do Alunos B nos mostra a importância de atividades direcionadas para aguçar o perfil investigativo dos alunos, pois nem sempre os discentes utilizam as informações e recursos disponíveis como facilitadores da aprendizagem.

No terceiro encontro, os alunos se reuniram no laboratório de informática com a finalidade de criar uma animação na qual fosse retratado o efeito Compton, de acordo com o discutido em sala de aula. Durante esse encontro, os estudantes demonstraram ter conhecimento sobre alguns aspectos históricos da ciência como por exemplo, a vida científica de Arthur Holly Compton, também sobre as aplicabilidades do Efeito Compton, e como esse efeito ocorre. Todos os alunos participaram da criação dando sugestões sobre os conteúdos, imagens, cores e como o efeito iria ser reproduzido na animação. Abaixo, algumas imagens da animação criada para ilustrar o Efeito Compton.

Figura 01 – Quadro da animação que ilustra o Efeito Compton microscopicamente (início).



Fonte: Elaborado pelos compiladores.

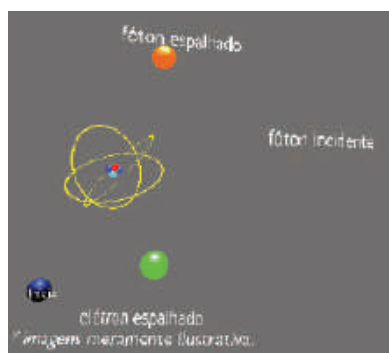


Figura 02 – Quadro da animação que ilustra o Efeito Compton microscopicamente (meio).



Fonte: Elaborado pelos compiladores.

Figura 03 – Quadro da animação que ilustra o Efeito Compton microscopicamente (fim).



Fonte: Elaborado pelos compiladores.

Na figura 01, 02 e 03 tentou-se criar uma animação para mostrar como o Efeito Compton ocorre. Para abordar a diferença entre o comprimento de onda do fóton incidente (cor amarelo) com o fóton espalhado (cor alaranjado), os estudantes optaram pela mudança de cor, observando que cada uma tem uma frequência e que essa é inversamente proporcional ao seu comprimento. Também foi observado a mudança de trajetória do fóton espalhado em relação a trajetória do fóton incidente, assim como do elétron “atingido”.

### Conclusão

No ensino de Física Moderna na Educação Básica é comum a abordagem de tópicos que tratam da radiação e matéria, muitas vezes de modo separado. É importante que se discuta a interação entre esses dois tópicos e quais as consequências disso para a sociedade. Muitas tecnologias surgiram em consequência dessa interação, inclusive o Efeito Compton que nos possibilitou, por exemplo, novas alternativas na medicina, na construção civil, entre outras áreas.

Essa pesquisa evidenciou que associar um tema Física Moderna, pouco explorado em sala de aula, ao desenvolvimento de animações computacionais, por meio de uma metodologia ativa de aprendizagem, facilita a compreensão, por parte dos alunos, da dinâmica do efeito físico abordado, seu caráter interdisciplinar e seu impacto nas tecnologias cotidianas. Ao montar a animação, todos os estudantes da turma deram suas contribuições na construção da mesma, sendo possível observar que a consolidação do conhecimento ocorreu de maneira significativa, através das

ações e discussões dos estudantes em sala de aula.

Tem-se como perspectiva de extensão desse trabalho a inserção das animações num ambiente de simulador desse efeito, o que permitirá a exploração de outras nuances do mesmo e geração de dados estatísticos advindos da sua aplicação.

### Referências

BARBOSA, Eduardo Fernandes; DE MOURA, Dácio Guimarães. **Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica**. Boletim Técnico do Senac, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.

BOLDO, Emerson M.; APPOLONI, Carlos Roberto. **Aplicações do Espalhamento Compton de Raios Gama**. LFNATEC-Publicação Técnica do Laboratório de Física Nuclear Aplicada, v. 14, p. 1-7, 2010.

BUSATTO, Cassiano Zolet; SILVA, Júpiter Cirilo da Roza; JUNIOR, Necleto Pansera; PÉREZ, Carlos Ariel Samudio. **O ensino de física moderna e contemporânea na educação básica**: conteúdos trabalhados pelos docentes. Revista CIATEC – UPF, vol.10. 2018.

LIMA, Letícia Dayane de; BARBOSA, Zildete Carlos Lyra; PEIXOTO, Sandra Patrícia Lamenha. **Teoria humanista**: Carl Rogers e a educação. Caderno de Graduação-Ciências Humanas e Sociais-UNIT-ALAGOAS, v. 4, n. 3, p. 161, 2018.

GAETA, Cecília; MASETTO, Marcos. **Metodologias ativas e o processo de aprendizagem na perspectiva da inovação**. In: Congresso Internacional PBL. 2010.

GONÇALVES, Carlos A.; MEIRELLES, Anthero M. **Projetos e relatórios de pesquisa em Administração**. São Paulo: Atlas, 2004.

LOPES, Auxiliadora Cristina Corrêa Barata. **O uso de animações computacionais na formação inicial de professores**: uma alternativa para melhoria do ensino de química. 2016.

OLIVEIRA, Fábio Ferreira de.; VIANNA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. **Física moderna no ensino médio**: o que dizem os professores. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 29, 2007

PAIVA, Eduardo de. **Sobre o espalhamento Compton inverso**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, n. 3, p. 1-5, 2014.

ROGERS, Carl Ransom. **Liberdade de aprender em nossa década**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.

SEBOLD, Luciara Fabiane; MARTINS, Fernanda Espíndola; ROSA, Rosiane da et al. **Metodologias ativas**: uma inovação na disciplina de fundamentos para o cuidado profissional de enfermagem. Cogitare Enferm. v. 15, n. 4, p.753-56, 2010.