

## CARACTERÍSTICAS E ATRIBUIÇÕES DA RADIAÇÃO ESPALHADA – ESPALHAMENTO COMPTON.

CARDENES, Alan Michelini<sup>1</sup>  
CASOTE, Aline Ferreira<sup>2</sup>  
TEIXEIRA, Gabriela Carlos<sup>3</sup>

### Resumo

Arthur Holly Compton descobriu que quando um feixe de raios X incidia sobre um Alvo de Carbono, um espalhamento ocorreu. No início, Compton não percebeu que nada estava errado desde que suas medições mostraram que o feixe que foi lançado tinha uma frequência diferente do feixe que havia sido lançado imediatamente após passar pelo alvo.

Quando um fóton de raios X ou Raio Gama interage com um material, o espalhamento Compton é uma diminuição na energia (aumento no comprimento Onda).

De acordo com a teoria ondulatória, este Conceito é correto uma vez que a Frequência de uma onda não é afetada por qualquer fenômeno que ocorre com ela, tornando-se uma característica da fonte da onda. Foi descoberto, através da experimentação, que a frequência dos raios-X espalhados sempre era menor do que a frequência dos raios-X incidentes, dependendo do ângulo de desvio.

Compton, inspirou-se no método de Einstein, para explica que interpretou a interação dos raios-X como uma colisão de partículas, porém Compton foi mais à fundo e estudou a interação do ponto de vista da lei da conservação do momento linear, o que o levou a experimentos que o levou a crer que essa lei serviria para vários ângulos de espalhamento.

**Palavras-chaves:** Efeito Compton, raio x, radiação espalhada.

### ABSTRACT

Arthur Holly Compton discovered that when an X-ray beam struck a Carbon Target, a scattering occurred. At first, Compton did not realize that anything was wrong since his measurements showed that the beam that was launched had a different frequency from the beam that had been launched immediately after passing the target.

When an X-ray photon or gamma ray interacts with a material, the Compton effect is a decrease in energy (increase in wavelength).

According to wave theory, this concept is correct since the frequency of a wave is not affected by any phenomenon that occurs with it, becoming a characteristic of the source of the wave. It was discovered through experimentation that the frequency of the scattered X-rays was always lower than the frequency of the incident X-rays, depending on the angle of deviation.

Compton, inspired by Einstein's method, to explain that he interpreted the interaction of X-rays as a collision of particles, but Compton went deeper and studied the interaction from the point of view of the law of conservation of linear momentum, which led him to experiments that led him to believe that this law would serve for various scattering angles.

**Keywords:** Effect Compton, X-ray. scattered radiation.

<sup>1</sup>Técnico em Radiologia. Tecnólogo em Radiologia. Pós Graduação em Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética. Supervisor de Aplicação de Técnicas Radiológicas SATR.

<sup>2</sup>Tecnóloga em radiologia

<sup>3</sup>Tecnóloga em Radiologia. Técnica em Bombeira Civil

## 1. INTRODUÇÃO

As expressões usuais para o espalhamento Compton são baseadas nos pressupostos de que o elétron de dispersão é livre e estacionário. Estes pressupostos são razoáveis quando a energia fotoiônica é grande em comparação com a energia de ligação dos elétrons; no entanto, em muitas situações, este não é o caso. A energia de ligação e momento do elétron alteram o espalhamento Compton de espalhamento causando alargamento de linha que é um espectro discreto gerando o defeito de mudança de linha e uma diminuição no espalhamento incoerente em ângulos baixos, que desencadeia um aumento no espalhamento coerente em ângulos baixos, e uma mudança na distribuição de elétrons de recuo. (BERGSTROM, et al. 1993).

O Espalhamento Compton aumenta quando a energia do fóton externo é maior, tornando se mais vezes que o efeito fotoelétrico. Esse espalhamento ocorre quando um fóton externo incide com os elétrons das camadas mais externas dos átomos, transferindo parte de sua energia suficiente para arranca-los das orbitas ionizando os átomos. Assim, esse fóton espalhado seguirá uma direção diferente da inicial com energia menor e comprimento de onda maior. (BANHART, 2008).

Os fótons de raios X são criados pela interação de elétrons energéticos com a matéria no nível atômico. Fótons (raio x e gama) terminam suas vidas transferindo sua energia para os elétrons contidos na matéria. As interações de raios X são importantes em exames diagnósticos por muitas razões. Por exemplo, a interação seletiva de fótons de raios X com a estrutura do corpo humano produz a imagem; a interação dos fótons com o receptor converte uma imagem de raio x ou gama em uma que possa ser visualizada ou gravada. Este capítulo considera as interações básicas entre os fótons de raios X e gama e a matéria. À medida que um feixe de raios X ou radiação gama passa por um objeto, três destinos possíveis aguardam cada fóton. (NIKJOO, et al, 2012).

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 O QUE É O ESPALHAMENTO COMPTON

O espalhamento Compton são interações de fótons de energia externa incidindo em elétrons das últimas camadas dos átomos. (LUIZ, et al, 2015).

Essas energias eletromagnéticas secundária ou espalhada que sofrem mudanças de direção e sua trajetória é desviada quando alguma matéria a absorve. (BUSHONG, 2010).

Esse espalhamento vai depender da densidade do meio, da energia do fóton externo, do número atômico do átomo e da espessura do meio. (SILVA, et al, 2011).

O espalhamento Compton tem sido aplicado nos últimos anos em diversas áreas incluindo a radiologia médica e industrial incluindo partículas subatômicas e nêutrons. (SILVA/ FREIRE, 2014).

### 2.2 INTERAÇÃO DA RADIAÇÃO COM A MATÉRIA.

Essa energia que podemos chamar de radiação eletromagnética pode interagir no meio em diferentes formas, sendo: Espalhamento Compton, Produção de Pares e efeito Fotoelétrico e podem ser espalhados, absorvidos e transmitidos. (CARVALHO; OLIVEIRA, 2017).

Em meados de 1916 a 1922, Arthur Holly Compton (fig 2) motivado pela física clássica e interessado pelos espalhamentos dos raios x e y, desvendou que essa energia interagindo com a matéria, é transferida parte de sua energia para o elétron que estão nas ultimas camadas da eletrosfera. Como é cedido apenas parte da energia o fóton continua em direção diferente de antes da interação dando origem a uma radiação espalhada. E com esse feito foi lhe dado o Prêmio Nobel de Física em 1927. (SILVA, et al, 2011).

### 2.3 ENERGIA DO RAIOS DO ESPALHAMENTO COMPTON

Atualmente, o Tecnólogo em Radiologia atua na gestão e na produção de exames por imagem, entretanto, outras áreas como pesquisa, docência, radioproteção e dosimetria não são bem exploradas

pelos profissionais. O Técnico em Radiologia tem uma formação voltada para o âmbito operacional, o Tecnólogo por sua vez, pode desenvolver suas atividades na supervisão e acompanhamento das mudanças tecnológicas, podendo trabalhar, inclusive, com responsabilidade focada no treinamento e gestão de ambiente (SANTOS, 2014).

Para que ocorra esse espalhamento, não necessariamente depende do número atômico do átomo, mas sim da energia do fóton externo incidente. A fórmula abaixo representa a repartição da energia, onde: (ESCAF, 2004).

$$E_i = E_s (E_b + E_{KE})$$

$E_i$  = energia incidente

$E_s$  = energia da radiação espalhada

$E_b$  = energia de ligação do elétron

$E_{KE}$  = energia cinética do elétron. (BUSHONG, 2010).

O espalhamento Compton acontece entre a interação de fótons com energia moderada e elétrons das últimas camadas produzindo a ionização dos átomos, mudança de direção reduzindo sua energia e aumentando o comprimento de onda. Essa energia da radiação espalhada. O elétron ejetado passa a ficar com sua energia igual sua própria energia inicial, somando a energia cinética quando escapa do átomo. (BUSHONG, 2010).

Quanto maior for o kVp maior a chance de radiação espalhada e com isso, mais penetrante será a radiação espalhada. Quando o kVp é baixo menor a chance de radiação espalhada por ser absorvida pela matéria. (DALMAZO; SILVA, 2019).

## **2.4. ACESSÓRIOS QUE DELIMITAM A RADIAÇÃO ESPALHADA.**

### **2.4.1 GRADE POTTER BOCKY**

A radiação do ponto focal do tubo de raios X passa entre as lâminas da grade, enquanto uma grande proporção da energia irradiada produzida pelo objeto é eliminada devido ao seu direcionamento. Nos equipamentos existem 2 tipos de grades: (LEDERMAN; SOUZA, 2006).

Em 1913 Gustav Buck criou a grade estacionária enquanto que em 1915 Hollis Potter cria a grade móvel. Bucky teve seu trabalho reconhecido por Potter, e em 1921 foi introduzida a grade Potter Bucky. (BUSHONG, 2010).

Essas grades anti-difusoras e a colimação da área, faz com que menos radiação espalhada chegue no filme evitando um borramento na imagem. (BOISSON, 2007).

### **2.4.2 COLIMÇÃO**

Podemos dizer que a quantidade de radiação espalhada, vai depender do tamanho da massa a ser colimada pelo feixe primário, ou seja, quanto maior for o campo da área a ser radiografada, mais radiação espalhada e gerada e menos contraste na imagem. Um jeito de reduzir a radiação espalhada e diminuindo o campo o máximo possível e se for o caso usar alguns dispositivos para auxiliar. (SOARES, 2008).

### **2.4.3 IMAGEM**

Em 1896 Arthur Wright deu início aos estudos das degradações das imagens, mas apenas em 1917 depois de muitas alterações no dispositivo que foi apresentada cientificamente para comunidade a grade Potter Bocky. (FERREIRA, 2017).

Como o espalhamento Compton não é gerado do feixe principal, fica claro que essa energia não auxilia em nada e tende a produzir borrarmentos nas imagens. (MORAES; JARDIM, 2010).

Essa radiação espalhada é formada quando o raio x penetra no paciente e essa absorção não é completa como acontece no efeito fotoelétrico, e sim desviada por espalhamento Compton que destina se para fora do corpo do paciente. Como essa radiação espalhada segue o mesmo sentido do fóton

incidente, acaba expondo o receptor de imagens com quantidade a mais de radiação prejudicando a qualidade da imagem. (SOARES, 2008).

Uma maneira de retirar essa radiação extra e melhorar a qualidade da imagem, é usando a grade Potter Bocky. (BIASOLI, 2016).

Uma pesquisa foi feita na cidade do Porto em Portugal em 2015, demonstrou com softwares específicos e com utilizando os ROI's nos mesmos locais, uma imagem feita no leito sem a grade é inferior a uma radiografia da mesma região utilizando a grade Potter Bocky. (FERREIRA, 2017).

## 2.5 PROTEÇÃO RADIOLÓGICA DA RADIAÇÃO ESPALHADA

British Roentgen Society em 1915 alertou a sociedade sobre a exposição a radiação ionizante, despertando assim a consciência das pessoas. No ano de 1920, essa sociedade científica criou a comissão de proteção de raio-X e rádio, iniciando então os estudos a proteção contra a radiação (MACEDO; RODRIGUES, 2009).

Segundo a RDC 611 (Resolução da Diretoria Colegiada), atualizada em 9 de março de 2022, determina diretrizes de proteção radiológica no radiodiagnóstico. O Art.59 da RDC 611, menciona uma sala de exame, incluindo a utilização de equipamentos de proteção individual de chumbo para a radiação primária, os equipamentos devem conter, no mínimo 0,5mm (cinco décimos de milímetro), equivalente de chumbo.

O principal objetivo de proteger os pacientes, acompanhantes e os operadores é não os colocar em risco, assim se beneficiando cada vez mais dos diagnósticos por imagem e das terapias realizadas. (MOURA; NETO, 2015)

## 3. RESULTADOS E CONCLUSÃO

Espalhamento Compton, consiste na interação entre um fóton de energia externa e elétrons das últimas camadas, energias eletromagnéticas espalhadas ou secundária que sofre desvios em sua trajetória quando absorvida parcialmente por uma matéria. A probabilidade da interação depende da energia do fóton incidente, da densidade do meio, da espessura do meio, do número atômico do meio. O espalhamento Compton inverso quando um elétron de alta energia transfere grande energia a um fóton também desempenha um papel de destaque nos problemas relativos à astrofísica e à física dos aceleradores.

A radiação eletromagnética (raios X) interage com a matéria em três diferentes formas: o efeito fotoelétrico, o espalhamento Compton e a produção de pares. A probabilidade de ocorrer o espalhamento Compton depende da energia do fóton incidente e independente do número atômico do alvo, o elétron recebe parte da energia sendo ejetado e parte da energia do fóton é espalhada.

A radiação espalhada pode ser bloqueada e diminuir a radiação incidente proveniente do espalhamento Compton no corpo dos profissionais pelo uso dos equipamentos de proteção individuais (EPIs). As radiações ionizantes por si só não podem ser medida diretamente, a detecção é realizada pelo resultado produzido da interação da radiação com um meio sensível (detector). Em um sistema detector os detectores de radiação são os elementos ou dispositivos sensíveis à radiação ionizante utilizados para determinar a quantidade de radiação presente em um determinado meio.

Portanto, fica claro pelas informações coletadas que existe uma necessidade urgente de uma metanoia entre o corpo discente do Curso Superior em Radiologia, pois, eles sabem da necessidade de ter uma educação continuada, mas não colocam em prática essa condição. Ciente do atual cenário proposto pela pesquisa, torna-se necessário que o corpo docente reaja diante dos fatos com propostas acadêmicas de desenvolvimento contínuo entre os alunos do Curso Superior em Radiologia.

Nesse contexto, este estudo buscou identificar o comportamento da educação continuada na formação do Tecnólogo em Radiologia como prática transformadora, aprendizagem significativa e pre-missa da

educação permanente, que se configura como significativo no campo do saber e de prática na área da saúde, sabendo-se que a educação permanente é compreendida como uma incessante busca pelo aprender, como uma das ações que possibilita o crescimento e processo de qualificação profissional e

consequentemente a realização da prática profissional competente, consciente e responsável demonstrando os pontos a serem melhorados no que concerne a educação permanente.

#### 4. REFERÊNCIA

- BANHART, J. **Fontes de radiação e interação da radiação com a matéria**. Monografias sobre a Física e Química dos Materiais, v. 66, n. 4, p. 107-138, 2008.
- BERGSTROM JR, PM et al. **Espalhamento Compton de fótons de elétrons ligados: cálculos relativísticos completos de aproximação de partículas independentes**. Revisão Física A, v. 48, n. 2, p. 1134, 1993.
- BIASOLI, A, J. **Técnicas Radiográficas: Princípios Físicos, Anatomia Básica, Posicionamento, Radiologia digital, Tomografia Computadorizada**. 2 ed, Rio de Janeiro, Rubio, 2016
- BOISSON, L, F; **Técnica Radiológica Médica Básica e Avançada**. 1 ed, Rio de Janeiro, Atheneu, 2007.
- BUSHONG, S, C; **Ciência Radiológica para Tecnólogos: Física, Biologia e Proteção**. 9 Ed, Rio de Janeiro, Elsevier, 2010
- CARVALHO, R, P; OLIVEIRA, S, M, V. **Aplicações da Energia Nuclear na Saúde**. 1 ed, São Paulo, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, 2017.
- DALMAZO, J; DA SILVA, L, J, R. **INVESTIGAÇÃO DA MEDIÇÃO DA RADIAÇÃO ESPALHADA EM EXAMES DE RAIOS-X EM AMBIENTE DE ROTINA DE UTI**. Caderno de Publicações Univag, v, 12 n. 10, p. 1-8, 2019.
- Diário Oficial da União. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Diretoria Colegiada. **Resolução RDC Nº 611, de 9 de Março de 2022**. ed 51, p. 1-16. Março, 2022
- LEDERMAN, H, M; SOUZA, R. **Técnicas Radiológicas**. 1 ed, São Paulo, Guanabara Koogan, 2006
- LUIZ, L, C; OLIVEIRA, L, F; BATISTA, R, T. **O uso de ilustrações no ensino e no setor de radiologia como uma proposta para construção dos conceitos de física radiológica e radioproteção**. Revista Brasileira de Física Médica, v 5, n 4, p. 1-8, 2015
- MACEDO, H, A S; RODRIGUES, V, M, C, P. **Programa de controle de qualidade: a visão do técnico de radiologia**. Radiologia. Brasileira, v 42, n. 1, p 37-41, 2009.
- MORAES, A, F; JARDIM, V. **Manual de Física Radiológica**. 1 ed. São Caetano do Sul, Yendis, 2010
- MOURA, R; NETO, F, A, B. **Proteção radiológica aplicada à radiologia intervencionista**. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 14, n. 3, p. 1-3, 2015.
- NIKJOO, H; UEHARA, S; EMFIETZOGLU, D. **Interação da radiação com a matéria**. Imprensa CRC, 2012.
- SCAFF, L, A, M. **Radiologia: Bases Físicas para Técnicos**. 1 ed, São Paulo, Projeto Saber, 2004
- SILVA, Domiciano Correa Marques da. **"Efeito Compton"**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/efeito-compton.htm>. Acesso em 11 de abril de 2022
- SILVA, Indianara; FREIRE JR, Olival. **A descoberta do efeito Compton: De uma abordagem semiclássica a uma abordagem quântica**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 36, p. 1-14, Março de 2014.
- SILVA, Indianara; FREIRE JR, Olival. **O modelo do grande elétron: o background clássico do efeito Compton**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, p. 1-7, Dezembro de 2011.
- SOARES, J, C, A, C, R. **Princípios de Física em Radiodiagnóstico**. 2 ed, São Paulo, Colégio Brasileiro de Radiologia e Diagnóstico por Imagem, 2008.

**Endereço Eletrônico:**

Alan Michelini Cardenes  
E-mail radiologiatotal2020@gmail.com

Recebido em: 01 de Fevereiro de 2023

Aceito em: 28 de Fevereiro de 2023