

História da Ciência e Ensino: um material paradidático para o ensino de emissões radioativas.

Lorena Cecelotti
Deividi Marcio Marques

Resumo

A radioatividade é um assunto presente em nossos dias, desde seu uso na medicina para o tratamento de tumores cancerígenos ao uso da geração de energia elétrica. Além disso, é um tema presente nos currículos e nos livros didáticos nas aulas de Química e Física na Educação Básica. Devido aos poucos materiais que trazem contextualizações históricas sobre radioatividade se mostrou necessário a criação de um material paradidático contendo imagens dos experimentos, dos(as) cientistas envolvidos(as) na elaboração das diferentes ideias sobre esses processos e suas aplicações com intuito de contribuir para discussões em sala de aula

Palavras-chave: *Ensino, Radioatividade, História da ciência*

Abstract

Radioactivity is a subject that is prevalent in our modern world, from its use in medicine for treating cancerous tumors to its utilization in electricity generation. Additionally, it is a recurring theme in curricula and textbooks in Chemistry and Physics classes at the basic education level. Because there are limited materials that provide historical contextualization about radioactivity, it became necessary to create a supplementary educational resource containing images of experiments and the individuals involved in developing various ideas about these processes and their applications. This resource aims to enhance classroom discussions.

Keywords: *Teaching, Radioactivity, History of science*

INTRODUÇÃO

A História da Ciência (HC) é o estudo dos modos de elaboração, transformação e difusão de fundamentos a respeito da natureza, as técnicas e as sociedades, em diferentes épocas e culturas (BELTRAN et al, 2014)¹. Dessa maneira, para compreender a história da ciência e as ideias científicas, faz-se necessário que haja uma compreensão e contextualização a respeito do passado tal como era vista no passado. Ou seja, é importante entender as influências políticas, econômicas, sociológicas, religiosas, todas que envolvem aquele meio e o influencia, se esvaindo de perspectivas normativas.

A História da Ciência é considerada uma área de estudo relativamente nova, quando comparada com outras, já que inicia seu processo de institucionalização a partir do século XX. Sua pesquisa em um primeiro olhar parece óbvia: relatar a história dos acontecimentos científicos. Contudo, significa muito mais

¹ BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. HISTÓRIA DA CIÊNCIA PARA FORMAÇÃO DE PROFESSORES. SÃO PAULO: EDITORA DA FÍSICA, 2014.

do que apenas isso. A HC busca criticar, estudar, analisar e recuperar conhecimentos sobre a natureza que são tidos como errados pelos critérios científicos.

Além do mais, ao se estudar a HC esta se mostra mais humanizada para aos estudantes, pois evidencia que as “descobertas” foram realizadas por indivíduos comuns, e aproxima a Ciência e a desmistificada, permitindo também ao estudante compreender as hipóteses, as observações e o desenvolvimento dos pensamentos que levaram ao conhecimento que temos acesso hodiernamente.

É notório, também, que as pesquisas enfatizam a importância da sua compreensão na formação de professores, fornecendo-lhes uma perspectiva abrangente sobre o desenvolvimento do conhecimento científico ao longo do tempo (MARQUES, 2015)². Ao estudar os avanços e desafios enfrentados por cientistas no passado, os professores adquirem uma apreciação mais profunda das bases conceituais e metodológicas de suas disciplinas.

No mais, defendemos que a HC oferece insights valiosos sobre como as teorias evoluíram, as controvérsias que moldaram o pensamento científico e as conexões entre diferentes campos, além de desempenhar papel fundamental no desenvolvimento da identidade profissional dos professores. Portanto, a HC não apenas enriquece o conteúdo pedagógico, mas também promove uma abordagem reflexiva e contextualizada à prática docente.

Tendo como foco, portanto, a importância dos estudos historiográficos, os conhecimentos desta área do conhecimento ao futuro profissional da Educação Básica, este trabalho propõe a apresentação e a discussão de um material de apoio para o ensino e aprendizagem dos conceitos e conteúdo em radioatividade. Tal material foi fruto de uma pesquisa de iniciação científica de um dos autores.

INÍCIO DA HISTÓRIA DA RADIOATIVIDADE E SUA APLICAÇÃO NO ENSINO

A radioatividade é um assunto presente em nossos dias, desde seu uso na medicina para o tratamento de tumores cancerígenos ao uso da geração de energia elétrica. Além disso, é um tema presente nos currículos e nos livros didáticos nas aulas de Química e Física na Educação Básica (BRASIL, 2018)³, cujo conceito reporta as diferentes formas de radiação oriundas de elementos e compostos radioativos e ao conteúdo relacionado como decaimento radioativo e tempo de meia vida.

Contudo, não há relação desse conteúdo com a sua história no atual ensino que rege o Brasil. A única habilidade que se aproxima é a:

² MARQUES, D. M. Formação de professores de ciências no contexto da História da Ciência. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 11, p. 1-17, 2015.

³ BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR. BRASÍLIA, 2018. DISPONÍVEL EM: [HTTP://BASENACIONALCOMUM.MEC.GOV.BR/IMAGES/BNCC_EI_EF_110518_VERSAOFINAL_SITE.PDF](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_VERSAOFINAL_SITE.PDF).

“(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica.” ((BRASIL, 2018, p.555).⁴

Constantemente, nos currículos de química da Educação Básica, de um modo geral, há um distanciamento entre os conteúdos de radioatividade e o modelo atômico nuclear o que induz estudantes e professores a pensar que essas duas ideias não têm conexão e foram pensadas em épocas diferentes, devido a ausência da sua contextualização histórica (MARQUES, 2006)⁵.

Os fenômenos radioativos estão cada vez mais presentes nos meios de comunicação e é função do professor de Química/Ciências incorporar novas estratégias de ensino ao abordar esse tema em sala de aula. No entanto, para se compreender os conceitos e os conteúdos de radioatividade faz-se necessário a apresentação e o entendimento das várias ideias e correntes de pensamentos que permearam o começo do século XX a luz de desvendar o mundo atômico e subatômico.

A radioatividade é caracterizada pelo fenômeno no qual os núcleos atômicos emitem radiações devido a transformações intrínsecas em sua estrutura, podendo ou não resultar na formação de novos elementos químicos. Os processos radioativos encontram ampla aplicação em diversas áreas, como medicina, agricultura, indústria e geração de energia elétrica. Esta descoberta, iniciada com a identificação dos raios X por Roentgen, representa não apenas uma das maiores conquistas da humanidade, mas também foi explorada para propósitos tanto catastróficos quanto bélicos.

O estudo da radioatividade se iniciou a partir da constatação dos raios X, verificados inicialmente, por Roentgen. Essa contribuição gerou uma significativa repercussão entre os cientistas da época, incentivando um aprofundamento nas pesquisas nessa área. Entre eles, destaca-se Henri Poincaré, um matemático e físico que demonstrou interesse no trabalho de Roentgen e conjecturou sobre uma possível relação entre os fenômenos observados, incluindo a emissão desses raios e a fluorescência nos tubos de Crookes (ou tubos de raios catódicos). Henri Becquerel fazia parte de uma renomada linhagem de cientistas,

⁴ BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR. BRASÍLIA, 2018. DISPONÍVEL EM: [HTTP://BASENACIONALCOMUM.MEC.GOV.BR/IMAGES/BNCC_EI_EF_110518_VERSAOFINAL_SITE.PDF](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_VERSAOFINAL_SITE.PDF). ACESSO EM: 12 NOVEMBRO 2023.

⁵ MARQUES, D. M. As investigações de Ernest Rutherford sobre a estrutura da matéria: Contribuições para o ensino de Química, 2006.

sendo natural que desenvolvesse interesse pelos raios X. Iniciou, então, suas experiências explorando a emissão desses raios por corpos luminescentes. No entanto, após esse feito, Becquerel interrompeu suas pesquisas.

Dois pesquisadores, buscando dar continuidade aos estudos, começaram a explorar outros materiais além do urânio, com o objetivo de identificar substâncias que também emitem radiações semelhantes. Conforme relatado por Martins (p. 39, 1990)⁶, G. C. Schmidt na Alemanha e Marie Curie na França conduziram investigações nesse sentido. Em abril de 1898, ambos publicaram a descoberta de que compostos de tório também emitem radiações, assim como o urânio.

Maria Sklodovska (Curie), física e matemática, juntamente com seu marido, realizou estudos em diversos minerais para observar suas emissões radioativas. A pesquisadora é de grande relevância quando se refere a cientistas nos estudos durante o ensino médio. Devido a diversos filmes, documentários, e por conta da sua imagem como mulher cientista, os alunos já estão familiarizados com sua imagem.

Mais tarde, Marie Curie realizou uma pesquisa que teria impacto em toda a comunidade acadêmica. Em seus estudos anteriores, ela havia indicado a presença de um material ainda mais radioativo na pechblenda, até então desconhecido. Com o objetivo de comprovar sua existência, dedicou-se ao isolamento desse material, revelando posteriormente tratar-se do elemento Rádio.

Por fim, para a história da radioatividade, a contextualização e transdisciplinaridade são um aspecto muito importante. Acontecimentos históricos como Hiroshima e Nagasaki, Césio 137 Goiânia, Garotas do rádio e os relógios luminosos, O acidente nuclear de Three Mile Island, a trajetória de Marie Curie, o desastre radioativo de Fukushima Daiichi, criação da primeira bomba, entre outros. A utilização desses recursos visuais históricos facilita a aplicação da radioatividade na sala de aula, sua história e seus efeitos.

SOBRE O MATERIAL

Devido à escassez de conteúdo histórico sobre radioatividade nas aulas de química do ensino médio, incluindo apostilas, livros e outros recursos, tornou-se necessário criar este material paradidático. O foco principal é oferecer recursos visuais e atividades que auxiliem tanto os estudantes quanto os professores (MARQUES, 2006)⁷.

Os fenômenos radioativos estão cada vez mais presentes nos meios de comunicação, e é responsabilidade do professor de Química adotar novas estratégias ao abordar esse tema em sala de aula.

⁶ MARTINS, Roberto de A.. COMO BECQUEREL NÃO DESCOBRIU A RADIOATIVIDADE. 1990, p. 39 e 40

⁷ MARQUES, D. M. As investigações de Ernest Rutherford sobre a estrutura da matéria: Contribuições para o ensino de Química, 2006.

No entanto, para compreender os conceitos e os conteúdos de radioatividade, é essencial ter um entendimento da estrutura da matéria, especialmente do modelo proposto por Rutherford.

Nos currículos de química da Educação Básica, em geral, há uma separação entre os conteúdos não estão conectados e foram desenvolvidas em épocas distintas (MARQUES, 2006)⁸. Nesse contexto, o objetivo deste projeto é realizar uma pesquisa documental dos trabalhos publicados por Hans Geiger, Ernest Marsden e Ernest Rutherford sobre a estrutura da matéria, considerando a perspectiva da historiografia da ciência contemporânea. Isso inclui examinar experimentos, explicações e debates.

Neste caso, buscar elementos na História da Ciência nos pareceu algo importante, uma vez que as contribuições da História da Ciência ao ensino de ciências, sobretudo ao ensino de química, vêm sendo discutidas por diversos pesquisadores (MATTHEWS, 1994; FORATTO, 2009; ALLCHIN, 2013)⁹, e também nos documentos oficiais brasileiros (BRASIL, 2000)¹⁰. Essas pesquisas têm demonstrado que discussões aprofundadas acerca dos conhecimentos sobre a natureza produzidos no decorrer da história da humanidade possam desenvolver uma visão contextualizada do conhecimento químico além do modus operandi do processo de produção destes conhecimentos, evidenciando as ideias e teorias que foram sendo aceitas, ou rejeitadas, em diferentes épocas e culturas.

Para a elaboração deste material, foi realizada a pesquisa documental e bibliográfica dos trabalhos publicados os quais destacamos: Hans Geiger, Ernest Marsden e Ernest Rutherford.

Ademais o trabalho busca trazer a historiografia da história da ciência, se iniciando pelo raio x, em que se estuda o principal instrumento utilizado, tanto por Becquerel como Roentgen e Piltchikof, nessas investigações: o tubo de Crookes ou tubo de raios catódicos.

Em seguida, tem-se o tópico em que se inicia a radioatividade, já que a pesquisa dos raios X por Röntgen culminou em novas concepções científicas e impulsionou com que muitos cientistas estudassem o fenômeno, com que repercutisse em diversas áreas de aplicação, como a medicina.

No material há também a contribuição de cada estudioso nessa pesquisa e suas respectivas bibliografias, sendo eles Marie Curie, Ernest Rutherford, Frederick Soddy, Geiger, Marsden, entre outros. O trabalho conta também com vídeos destas contribuições, links e material de apoio.

A radioatividade no ensino também é trabalhada, sendo direcionada por aplicativos que podem ser utilizados em sala de aula, filmes, atividades e documentários. Ademais, há propostas metodológicas para as aulas de química no ensino médio, contendo os conceitos, como emissão alfa, beta e gama,

⁸ MARQUES, D. M. As investigações de Ernest Rutherford sobre a estrutura da matéria: Contribuições para o ensino de Química, 2006.

⁹ MATTHEWS, M. R. History, Philosophy, and Science Teaching. Nova Iorque/Londres: Routledge, 1994.

¹⁰ BRASIL. Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília: MEC/SEF, 2000.

decaimento radioativo, fissão nuclear, entre outros, com o intuito de auxiliar o professor com termos difíceis de serem encontrados e trabalhados.

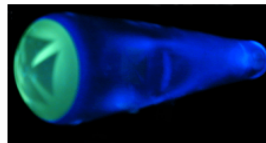
No prólogo, destacam-se alguns eventos que precederam as descobertas e a denominação das distintas formas de radiações ionizantes, também conhecidas como partículas subatômicas. Essas radiações possibilitaram a vários cientistas a investigação da composição da matéria e sua natureza. Nos próximos tópicos, aborda-se o como decorreu essas investigações e como esses processos direcionaram o desenvolvimento de instrumentos e ferramentas que não só trouxeram desenvolvimento social, mas também, avanços científicos.

O trabalho conta com 3 capítulos, sendo estes a história da radioatividade, Geiger e Marsden, e por fim, a radioatividade no ensino.

No capítulo da história da radioatividade, aprofunda-se em subtemas que detalham sobre os pesquisadores ao redor do mundo que contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa, detalhando os seus feitos e avanços científicos. Há também o uso de imagens dos equipamentos utilizados, dos cientistas, sua bibliografia recomendação de vídeos explicando experimentos como mostrados na imagem a seguir:

Figura 1

Figura 4 - Tubo de Crookes ligado a uma fonte de corrente elétrica



Fonte: https://cerebromente.org.br/n20/history/neuroimage2_p.htm

Ademais, alguns fenômenos ocorreram durante esses estudos. Segundo Resqueti (2013):

Quando os raios que emergiam do terminal negativo incidiam no eletrodo positivo, feito de folha de alumínio em forma de cruz (cruz de Malta), obtinha-se uma sombra 45 bem-definida sobre a parede de vidro atrás do ânodo. Crookes percebeu que a parede de vidro onde os raios incidiam tornava-se luminescente, com um brilho amarelo-esverdeado, mas não conseguiu explicar tal luminescência. (RESQUETTI, p. 44. 2013).

Esse fenômeno é explicado da seguinte maneira: Estes raios, como citado anteriormente, provém da diferença de potencial entre dois eletrodos que estão conectados em um tubo que contém gases rarefeitos em seu interior e, ao acionar a corrente elétrica, produzem um feixe de elétrons caracterizando a luz esverdeada na extremidade do tubo².

Posteriormente, diversos cientistas se inspiraram na ideia e iniciaram seus estudos a respeito da natureza desse raio realizando alterações no tubo. Heinrich Hertz e seu assistente Philipp Lenard barraram o escape dos raios catódicos com uma janela de alumínio e um anteparo fluorescente, no intuito de poder verificar a incidência dos raios na tela.

Com essa modificação, o cientista notou que em uma distância de oito centímetros era possível detectar luminescência visível no ar, e que graças aos raios, os corpos luminescentes ficavam luminosos e as chapas fotográficas ficaram sensibilizadas. (MARTINS, 2012; OKUNO; YOSHIMURA, 2010).

Roentgen, interessado pelo experimento de Hertz e Lenard, iniciou suas próprias pesquisas, em 1894, a respeito dos raios catódicos utilizando de tubos de descarga e

² Vídeo que exemplifica claramente esse fenômeno: [Raios catódicos](#)

Fonte: Os autores

Figura 2

a respeito dos estudos com descargas elétricas em tubos vidro com gases rarefeitos, ou quase um vácuo perfeito.

Figura 2 - Willian Crookes



Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/William_Crookes

Os tubos de Crookes¹ eram relativamente simples: um tubo de vidro contendo em suas extremidades terminais elétricos ligados em uma fonte de corrente elétrica. A corrente era notada quando uma diferença de potencial era aplicada na ampola, contudo, mesmo com um gás rarefeito, a corrente elétrica podia ser detectada. (RESQUETTI, p. 44. 2013).

Figura 3 - Tubo de Crookes



Fonte: https://cerebromente.org.br/n20/history/neuroimage2_p.htm

¹ Recomendação de vídeo: [Crookes tube](#)

6

Fonte: Os autores

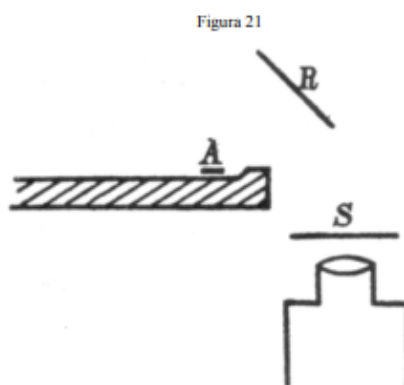
No capítulo 2, há o relato das experiências de Geiger e Marsden. Atendendo ao pedido de Rutherford, seus dois alunos, Geiger e Marsden, conduziram a experiência em 1909 com o objetivo de verificar a precisão de seus cálculos matemáticos sobre a dispersão das partículas alfa.

Johannes Wilhelm Geiger foi um físico alemão, enquanto Ernest Marsden FRS foi um físico inglês que passou a maior parte de sua vida na Nova Zelândia. Ambos ficaram conhecidos pelo renomado experimento Geiger-Marsden, conduzido sob a orientação do professor Ernest Rutherford. A análise dos artigos escritos por Geiger e Marsden proporciona uma descrição abrangente da maneira como o experimento sobre a reflexão difusa das partículas α foi realizado.

Nesta seção está a tradução dos artigos originais dos assistentes, com seus gráficos, tabelas, desenhos, esquemas e cálculos.

Figura 3

objetivo, graças à dificuldade em determinar de modo correto o número de partículas α que emergem do tubo. E também devido aos diferentes intervalos das partículas α dos três produtos: emanção, rádio A e rádio C. Consequentemente, o rádio C foi utilizado como radiante fonte e depositado em uma placa de pequenas dimensões. O arranjo, que é esboçado na fig.11, era tal que as partículas α da placa A caíram sobre o refletor de platina R, de cerca de 1 centímetro quadrado área, em um ângulo médio de 90 graus. As partículas refletidas foram contadas em diferentes pontos da tela S.



Assim, nenhuma variação apreciável do número foi encontrada com diferentes ângulos de energia.

A quantidade de rádio C depositada na placa foi determinada pela sua atividade de raios γ . Assumindo que $3,4 \times 10^{10}$ partículas são expelidas por segundo de uma quantidade de RaC equivalente a 1 grama de Ra, o número de partículas α expelidas por segundo da placa ativa foram determinadas.

O número caindo no refletor de platina pode ser calculado a partir de sua conhecida distância e área. Desse modo, para encontrar o número total de partículas refletidas, assumiu-se que estavam distribuídas uniformemente em torno de uma meia esfera com o meio do refletor como centro.

Três determinações diferentes mostraram que das partículas α incidentes, cerca de 1 em 800 foram refletidas

32

Fonte: Os autores

No capítulo 3, é trabalhado a radioatividade no ensino. Este em especial, é um capítulo longo, que conta com uma proposta metodológica para as aulas de química no ensino médio, no intuito de guiar os professores ao lecionarem radioatividade. Há a definição de todos os temas e conceitos utilizados na radioatividade. Além disso, conta com imagens, vídeos, recomendação de jogos educativos e aplicativos.

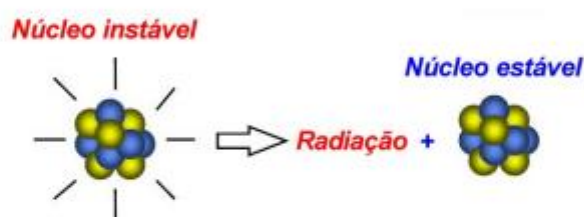
Figura 4

3.2.1 Radioatividade

Para se estudar e aplicar a radioatividade é necessário ter um grande repertório a respeito dos termos e conceitos utilizados. Neste sentido, temos que a radioatividade pode ser conceituada pelo fenômeno em que os núcleos atômicos instáveis emitem radiações (partículas subatômicas ou ondas eletromagnéticas) espontaneamente por conta de transformações podendo ou não nesse meio formar novos elementos químicos.

A radioatividade também pode ocorrer de forma natural. Isso acontece de modo que os núcleos instáveis dos átomos são capazes de emitir radiações até se transformarem em núcleos mais estáveis.

Figura 22 - Radiação



<http://quimica2015-thiagokyamamoto.blogspot.com/2015/12/radioquimica.html>

3.2.2 Radiação

A radiação é a energia em trânsito emitida e propagada independente do local. Dentro dessas radiações se tem a ionizante, a qual é capaz de retirar de um átomo ou molécula um elétron, um exemplo dessa radiação são os raios gamas e raios X, que se propagam na forma de ondas eletromagnéticas, sem partículas.

Já a radiação das partículas alfa e beta são as corpusculares ionizantes formadas por partículas subatômicas enérgicas e com massa. Mas para se entender como são as radiações, é importante entender aquilo que as constituem, as partículas nucleares. A respeito das partículas nucleares¹⁹ existem duas principais partículas:

¹⁹ Recomendação de vídeo: [TIPOS DE RADIAÇÃO PARTÍCULA ALFA BETA E RADIAÇÃO GAMA](#)

Fonte: Os autores

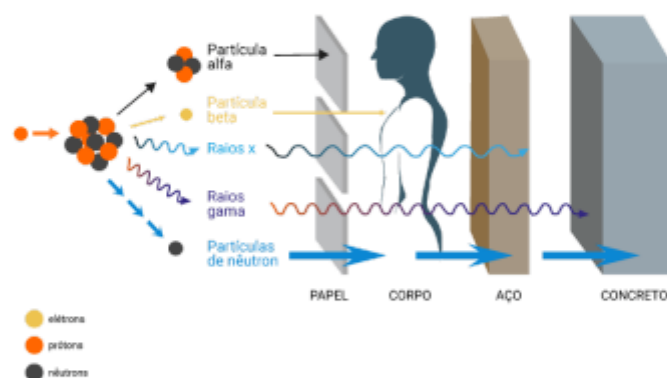
Figura 5

é, massa 4 e carga elétrica positiva. Com dois prótons sua carga elétrica relativa é + 2 e, com massa 4, sua inércia é relativamente grande se comparada às outras formas de radiação.

As emissões beta ou raios betas correspondem a um fluxo de elétrons expulsos de núcleos instáveis. Portanto, essas emissões possuem carga elétrica - 1. Nas emissões beta o nêutron do radioisótopo se desintegra formando um próton, um elétron (radiação beta) e um neutrino

As emissões gama são ondas eletromagnéticas, portanto sem massa e carga, que acompanha normalmente as emissões alfa e beta. Não possuindo carga elétrica os pólos positivos e negativos do campo elétrico não afeta a sua trajetória.²⁰

Figura 24 - Poder de penetração das radiações nucleares



Fonte: <https://radioprotecaoapratca.com.br/efeitos-da-radiacao-no-corpo-humano/>

3.2.4 Propriedades das radiações

Ao contrário do estudado em diversas reações químicas, em que a temperatura, pressão ou estado físico influenciam na substância, a radiação não depende desses fatores. Há diversos efeitos da radiação, entre eles:

²⁰ Todas as informações a respeito das emissões alfa, beta, gama e propriedades das radiações foram retiradas do livro Minimanual compacto de Química por Glaúcia Elaine Bosquilha

Fonte: Os autores

Figura 6

Efeito elétrico: em sua trajetória no ar em outros gases as radiações arrancam elétrons das moléculas destas substâncias, transformando-as em ions gasosas, dessa forma o gás fica ionizado e torna-se condutor de corrente elétrica.

Efeito luminoso: muitos dos elementos radioativos apresentam luminosidades permanentes chamada fosforescência. Algumas substâncias como sulfetos alcalino-terrosos e de zinco adquire luminosidade enquanto durar sua disposição as emissões radioativas, fluorescência

Efeito químico: radiações gama assim como os raios X e a luz visível decompõe sais de prata e impressionam chapas fotográficas.

Efeito térmico: as emissões radioativas geralmente são exotérmicas

Efeitos fisiológicos: das radiações deixam as folhas dos vegetais amareladas, podem destruir o poder germinativo das sementes, e causar alguns tipos de câncer.

3.2.5 Nuclídeos

Ademais, na química, temos dois tipos de nuclídeos, aqueles que são estáveis e os instáveis (radioativos).

Para um elemento ser considerado radioativo, ele deve ter o seu núcleo instável, que provém do excesso de carga elétrica ou partículas. Este núcleo instável, por sua vez, é altamente energético e para se estabilizar, emite de forma espontânea energia ou partículas.

Quando esse fenômeno de emissão ocorre, é emitido as partículas alfa ou betas, o que faz com que o número de prótons no núcleo oscile. Sabemos que a mudança de prótons afeta diretamente o número atômico.

Os nuclídeos podem ainda ser divididos em grupos:

Isótopos: são aqueles com o mesmo número de prótons;

Isóbaros: possuem o mesmo número de núcleons;

Isótonos: são aqueles com o mesmo número de nêutrons.

3.2.6 Decaimento radioativo ou transmutação

Em sequência, temos o termo decaimento radioativo. O decaimento radioativo é justamente quando isótopos instáveis têm os seus núcleos rompidos por conta dessa instabilidade e emitem partículas nucleares. Esse fenômeno é natural e espontâneo, mas também pode ser feito artificialmente.

40

Fonte: Os autores

Por último, estão os anexos, que são as traduções feitas exclusivamente para essa pesquisa, dos trabalhos de diversos pesquisadores a respeito dos avanços nesse campo, sendo eles H. Geiger, Ph.D., John Harling Fellow, E. Marsden com contribuição de Ernest Rutherford que os orientou.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, compreender a história e o contexto das ideias da ciências é fundamental para entendermos o desenvolvimento do conhecimento humano ao longo do tempo, seus modos de elaboração,

transformação e difusão. Incorporá-los nos estudos na Educação Básica, além de contribuir para a formação dos estudantes, humaniza o estudo da própria ciência.

Dessa forma, ao aplicá-la com o uso de novas estratégias, como documentários, jogos, vídeos, os resultados tendem a ser revolucionários para o desenvolvimento dos alunos e aula.

Sobre os Autores

Lorena Cecelotti

lorenacecelotti20@gmail.com

Deividi Marcio Marques

deividi@ufu.br