

## Detectores de Radiação

### Detectores Naturais

Muitas vezes não percebemos como nosso corpo é uma máquina fantástica, e certamente o é, pois até os dias de hoje, ainda não conseguiram criar “algo” que se comparasse a ele. Nosso corpo é tão sofisticado que é dotado de sensores, ou melhor, detectores naturais que conseguem verificar a presença de diferentes tipos de radiações. Por exemplo, ao acordarmos pela manhã, abrindo os olhos, podemos verificar a presença da luz visível que entra pela janela, que nada mais é como já visto anteriormente, um tipo de radiação eletromagnética. Através da nossa pele, conseguimos detectar um outro tipo de radiação eletromagnética, a radiação infravermelha, ou melhor, a radiação térmica. Isso é fácil de ser percebido principalmente quando estamos com alguma região do nosso corpo descoberta e recebendo os raios solares diretamente na pele. Ela nos transmite a sensação térmica de quente, uma vez que esse sentido detectou isso.

Assim, somos um conjunto de mecanismos que permitem interagirmos com o mundo ao nosso redor e percebê-lo através das mais diferentes experiências, seja através do contato físico com as coisas, ou simplesmente pelo ato de senti-las.

### Detectores Artificiais

Embora muitas radiações não possam ser detectadas por nossos sentidos, existem instrumentos apropriados que permitem detectar essas radiações, principalmente radiações constituídas de partículas e fótons (raios  $\gamma$ ) que são emitidos quando um núcleo radioativo decai. Esses instrumentos detectam a ionização<sup>1</sup> causada por essas partículas e fótons ao atravessarem substâncias sólidas, líquidas ou gasosas. Entre os detectores de radiação mais usados podemos citar o **Contador Geiger** e o **Cintilador**.

### Contador Geiger

Este é o detector de radiação mais conhecido. Também é chamado de Contador Geiger-Müller. Foi desenvolvido em 1908 por Johannes Hans Wilhelm Geiger (1882-1945), físico alemão, e aperfeiçoado pelo também físico alemão Walther Müller (1905-1979).

Consiste em um cilindro de metal cheio de gás. Os raios  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$  entram no cilindro através de uma janela fina situada em uma das extremidades. Os raios  $\gamma$  também podem penetrar diretamente através do metal. Um fio situado no eixo do cilindro é mantido a um alto potencial



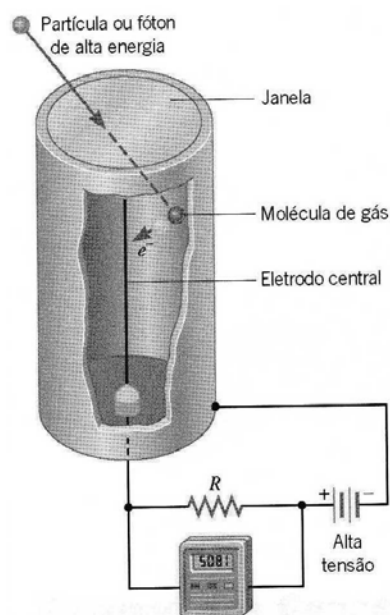
Hans Geiger (1882-1945)

---

<sup>1</sup> Ionização: fenômeno onde elétrons são arrancados do material.

positivo (1000 a 3000 V) em relação à parede do cilindro. Quando uma partícula ou fóton de alta energia penetra no cilindro, colide com uma molécula do gás, ionizando-a. O elétron arrancado da molécula é acelerado pelo fio positivo e adquire energia suficiente para ionizar outras moléculas. Com isso, novos elétrons são arrancados, e uma avalanche de elétrons atinge o fio, produzindo um pulso de corrente no resistor R do circuito externo. Esse pulso pode ser contado eletronicamente ou ser usado para produzir um "clique" em um alto-falante. O número de contagens ou cliques é proporcional ao número de desintegrações que produziram as partículas ou fótons.

Na figura ao lado temos o esquema de um contador Geiger.



Contador Geiger

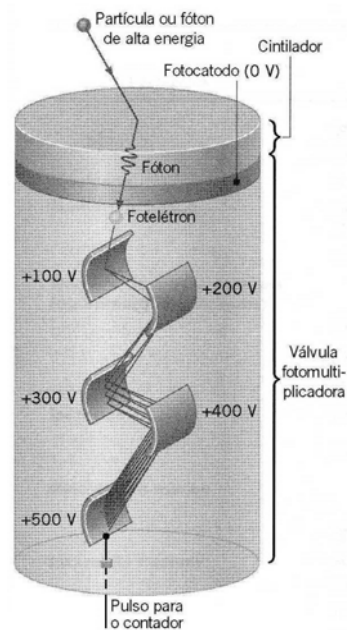
### Cintilador

O cintilador é outro detector de radiação muito utilizado. Esse instrumento é constituído por um cintilador e uma válvula fotomultiplicadora. Em geral, o cintilador é um cristal (iodeto de cério, por exemplo) que contém uma pequena concentração de uma impureza (tálio, por exemplo), mas também são usados cintiladores plásticos, líquidos e gasosos.

Quando é submetido a uma radiação ionizante, o cintilador emite fótons de luz visível. Esses fótons incidem no fotocátodo da válvula fotomultiplicadora. O fotocátodo é feito de um material que emite elétrons ao ser bombardeado com fótons. Esses fotoelétrons são atraídos para um eletrodo especial mantido a uma tensão positiva de aproximadamente 100 V em relação ao fotocátodo.

O eletrodo é revestido com uma substância que emite vários elétrons para cada elétron que recebe. Esses elétrons são atraídos para um segundo eletrodo do mesmo tipo, mantido a uma tensão de 200 V em relação ao fotocátodo, que produz um número ainda maior de elétrons. As válvulas fotomultiplicadoras comerciais podem conter até 15 desses eletrodos especiais. Como no contador Geiger, os elétrons produzidos em um cintilador constituem um pulso de corrente que pode ser contado eletronicamente.

Na figura ao lado temos o esquema de um cintilômetro, onde se destacam o cintilador e a válvula fotomultiplicadora. Para efeitos de simplificação, o contador foi omitido no esquema.



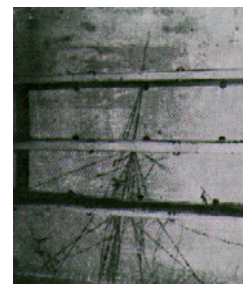
Cintilador

## Observando a Trajetória das Radiações

Vários instrumentos podem ser usados para observar a trajetória das partículas emitidas por núcleos instáveis. Podemos citar entre estes instrumentos: a **câmara de nuvens**, a **câmara de bolhas** e as **emulsões fotográficas**.

### Câmara de Nuvens

Na câmara de nuvens, um gás é resfriado até o ponto em que está prestes a se condensar. Quando uma partícula de alta energia, como uma partícula  $\alpha$  ou uma partícula  $\beta$ , atravessa o gás, os íons produzidos se comportam como núcleos de condensação, e uma série de gotas é formada ao longo da trajetória da partícula. Na figura ao lado temos a fotografia da trajetória de uma partícula ao atravessar uma câmara de nuvens.



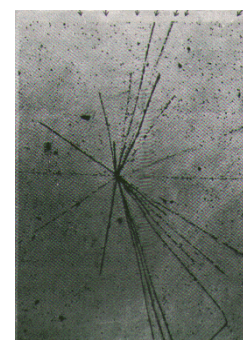
### Câmara de Bolhas

A câmara de bolhas funciona de forma semelhante a câmara de nuvens. A principal diferença é que ela contém um líquido prestes a entrar em ebulição. Nesse caso, pequenas bolhas se formam ao longo da trajetória da partícula. As trajetórias que aparecem em uma câmara de bolhas podem ser fotografadas para que haja um registro permanente do evento. A figura ao lado mostra uma fotografia dos rastros de partículas em uma câmara de bolhas.



### Emulsões Fotográficas

Para tornar viável a utilização dos raios cósmicos, única fonte de partículas de alta energia disponível até meados da década de 50, foi necessária a criação das emulsões fotográficas. Os íons formados quando a partícula atravessa a emulsão fazem com que sejam depositados grãos de prata ao longo da trajetória quando a emulsão é revelada. A figura ao lado mostra a fotografia do rastro de uma partícula separada em forma de estrela em uma emulsão.



### César Lattes e o méson pi

A detecção de uma das partículas que interagem entre prótons e nêutrons no interior do núcleo atômico chama-se méson  $\pi$  ou pión. Ela foi proposta teoricamente pelo físico japonês H. Yukawa em 1937 sendo detectada somente em 1947, ou seja, dez anos após sua especulação. O físico brasileiro Cesar Lattes foi um dos principais envolvidos na detecção

dessa partícula. Tal fato foi um dos motivos que proporcionou um grande e rápido desenvolvimento para a Física e para as Ciências no Brasil na época.

Dentre seus trabalhos realizados, dois se destacaram tanto pela importância para a Física de Partículas da época quanto pela repercussão: a participação na descoberta do píon através dos raios cósmicos, em colaboração com G. Occhialini e C.F. Powell (ganhador do prêmio Nobel em 1950) na Universidade de Bristol, Inglaterra e em 1948, na detecção do méson pi utilizando um acelerador de partícula construído em Berkeley, Estados Unidos.

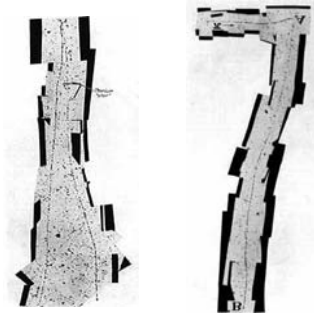
Antes de passarmos diretamente para os trabalhos realizados por Lattes, vamos buscar entender um pouco o método que ele trabalhava.

### As emulsões nucleares nos raios cósmicos

A emulsão fotográfica comum é um instrumento de registro contínuo, podendo guardar nas imagens latentes (antes de serem reveladas), todos os eventos que a sensibilizaram a partir do momento em que é exposta à radiação cósmica. O problema é de tornar um filme fotográfico comum sensível à trajetória de uma partícula ionizante. Para isso, é necessário aumentar a quantidade de sais de prata no filme a ser revelado. É a precipitação da prata metálica induzida pela luz que torna visível a imagem dos objetos fotografados. Esse problema foi sendo progressivamente resolvido até que em 1946 os físicos já dispunham de um novo instrumento sensível aos traços de partículas carregadas: as emulsões nucleares (basicamente consiste em um filme fotográfico acrescido de sais de prata).

### A descoberta em Bristol

Lattes foi levado a Bristol por Occhialini que já havia trabalhado com Lattes na USP construindo câmaras de detecção de partículas. Occhialini trabalhava com Powell (Nobel em 1950 pela descoberta do méson pi) em Bristol. O laboratório onde trabalhava estava recrutando alunos para trabalharem nessa descoberta. Devido ao incentivo do governo inglês no esforço de guerra, os jovens cientistas ingleses não se interessaram em participar de trabalhos dessa natureza. Assim, Occhialini sugeriu a C. Powell que recrutasse o brasileiro.



A “sacada” de C. Lattes foi exatamente em identificar esse composto (tetraaborato de sódio - bórax) que, misturado às emulsões, tornavam capazes de alongar em muito tempo a retenção das imagens. Isso viabilizava as exposições de longa duração necessárias para a detecção de partículas nos raios cósmicos. Após exposição frustrada das chapas nos Pirineus, a 2.800m de altitude, por Occhialini, Lattes expôs as chapas no Monte Chacaltaya nos Andes Bolivianos (5500m de altitude por ter menos ar na atmosfera) possibilitando detectar nos rastros deixados nas emulsões o méson pi. A radiação cósmica

consiste basicamente de fragmentos microscópicos de corpos celestes (sol, explosões de estrelas, etc) eletricamente carregados que possuem alta energia. São íons de diversos átomos que penetram na atmosfera terrestre.

### **A descoberta em Berkeley**

Os trabalhos em Bristol não mostraram conclusivamente que o méson pi fosse uma partícula nuclearmente ativa, ou seja, que ao incidir um feixe de partículas contra prótons e nêutrons em um alvo de carbono, eram criados e emitidos mésons através dessas colisões. A demonstração experimental mostrou que essa partícula tinha forte interação com a matéria nuclear. Entretanto, isso ocorreu somente um ano depois, quando E. Gardner e C. Lattes aceleraram partículas, formando um feixe de 380Mev através de um sincrociclotron (acelerador de partículas). Com essa energia, foi possível detectar o méson pi, registrando sua trajetória em emulsões nucleares colocadas no interior do equipamento. Por mais de um ano, os físicos de Berkeley não haviam conseguido detectar os mésons por desconhecimento do método apropriado de utilização das emulsões nucleares e porque procuravam uma partícula mais leve que os mésons. Os mésons não existem normalmente no interior dos núcleos, eles são criados e emitidos durante colisões de projéteis externos com prótons e nêutrons dos núcleos. No momento de sua descoberta foram tidos como os únicos agentes das forças nucleares.

Dessa forma C. Lattes e o méson pi foi considerado pela opinião pública brasileira como um símbolo de esperanças coletivas, uma vez que a Física em meados do século passado estava associada à idéia de progresso e se traduzia, nos países atrasados, como aliada na luta contra o subdesenvolvimento.

### **Questões**

- 1-) Que detectores naturais de radiação nossos corpos possuem?
- 2-) Diferencie a câmara de nuvens da câmara de bolhas.
- 3-) A chapa fotográfica também pode ser considerada um tipo de detector de radiação? Que tipo de radiação ela pode detectar?
- 4-) É possível que uma pessoa com os olhos fechados e com as mãos cobertas com luvas, consiga detectar a luz solar ao ser exposta a ela? Por quê?
- 5-) De acordo com o texto, qual foi o principal papel do brasileiro Cesar Lattes na detecção dos mésons? O que você acha que tal descoberta representou para a Ciência e para a Física brasileira da época?

**6-)** Você já tinha ouvido falar em algum trabalho de um físico brasileiro? Em caso positivo, qual?

**7-)** Acha que seria interessante trabalhar alguns dos conteúdos de Física Moderna e Contemporânea no ensino médio sob a perspectiva de trabalhos realizados com a participação de cientistas brasileiros? Por quê? Justifique.

**8-)** Você provavelmente nunca tinha ouvido falar em algum trabalho de um físico brasileiro, principalmente pelos livros. Por que acha que isso acontece? Justifique sua resposta!

**9-)** Para você Ciência ou Física interessante e “legal” é aquela divulgada na mídia e geralmente feita por países ricos ou também gostaria de saber mais respeito da Ciência desenvolvida no Brasil? Ainda que não seja considerada de ponta e tão divulgada!

**10-)** Sincera e honestamente, você acha importante conhecer a História da Ciência desenvolvida com participação do Brasil? Por quê? O que isso poderia te acrescentar na sua formação como professor? Justifique suas respostas!