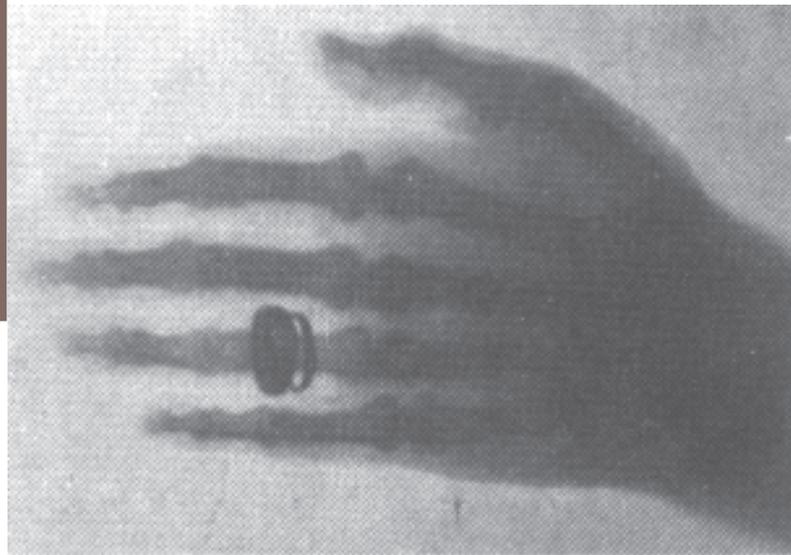


# Raios X e Radioatividade

Attico Chassot



Primeira radiografia realizada no mundo, mostrando a mão de uma senhora de 79 anos. Note o anel no dedo anular.

**A seção “História da química” traz artigos sobre a história da construção do conhecimento científico. Em nosso primeiro encontro, quando falamos da história da ciência e, mais particularmente, da história da química, buscamos mostrar o quanto estava distante o início de nossa caminhada. Hoje vamos comentar duas descobertas muito próximas: os raios X e a radioatividade, mistérios que fizeram revelações no ocaso do século passado.**

► raios X, radioatividade, Becquerel, Röntgen, ciência no final do século XIX ◀

**E**m “Alquimiando a química” (QNE, nº 1, 1995), referi-me que poderíamos considerar entre as primeiras conquistas da física a descoberta de um ancestral nosso (talvez ainda mais próximo do macaco do que o homem) ao verificar que com uma vara poderia alcançar um fruto mais alto em uma árvore. Vimos que, muito provavelmente, as primeiras descobertas da química relacionam-se à conservação de alimentos; à extração, produção e tratamento de metais; à produção de pomadas, óleos aromáticos e venenos; a técnicas de mumificação; à produção de esmalte e corantes. O fantástico domínio do fogo, entre muitas alternativas, ofereceu oportunidades para o fabrico de utensílios de cerâmica, vidro, porcelana e metal e para a produção de materiais de construção, como argamassa, tijolos, ladrilhos.

Vamos nos deter, aqui, em tempos menos remotos, um tempo de magníficas descobertas de que não somos apenas espectadores. Com nossos alunos, somos participantes das

transformações que modificam nosso mundo. É recomendável que nós — professoras e professores de química — colaboremos para que estas modificações visem uma melhoria de vida.

Uma sugestão importante é que mostremos a nossos alunos o quanto é importante seu papel nos avanços da ciência nos dias atuais. É recomendável olhar com eles as modificações que a ciência faz a cada dia em nosso mundo. Se há dois anos vocês vissem alguém falando em um telefone celular, provavelmente o olhariam com desconfiança, e se há cinco anos alguém lhes contasse que uma mensagem, com desenhos e fotografias, poderia ser mandada quase instantaneamente por fax para o Japão, talvez dissessem se tratar de ficção científica. Ou se alguém, há dez anos, lhes mostrasse um CD e dissesse que o mesmo continha mais músicas e com melhor qualidade de reprodução que

um enorme disco de vinil, isso seria quase incrível, como ainda nos parece impossível que apenas um CD possa conter mais informações (e com muito mais recursos visuais e sonoros) que uma enciclopédia de dezenas de volumes.

Talvez seja importante mostrar que quando seus alunos nasceram o fato de serem meninas ou meninos já não era surpresa para aqueles que os esperavam, mas quando os pais deles nasceram os avós ficaram sabendo o sexo do filho ou da filha no dia do nascimento... Quando e como tudo isso aconteceu? Uma sugestão importante é que nossos alunos perguntem aos pais ou avós como era o mundo em que eles viviam quando tinham a idade deles — por exemplo, como eram feitos os diagnósticos médicos quando ainda não eram usados os raios X. Com isso, poderão entender um pouco como

**O que pensar se há dez anos atrás nos mostrassem um CD dizendo que ele poderia conter uma enciclopédia com dezenas de volumes? Sugira aos alunos imaginarem como será o mundo do futuro**



Wilhelm Konrad Röntgen (1845-1923)

acontecem essas modificações, tão constantes a menos de 50 meses do ano 2000. Sugira a seus alunos que procurem imaginar como será o mundo do futuro.

Esta véspera de um novo século e de um novo milênio nos enseja perguntas: Como foram os tempos que antecederam a última virada de século? Que descobertas ocorreram então? Vocês sabem, por exemplo, que há cem anos não havia aviões, e que mesmo os automóveis eram vistos com espanto, pois era inconcebível uma caruagem que andasse com a inacreditável velocidade de 20 km por hora e ainda por cima sem nenhum cavá-lo a puxá-la? Há um século, praticamente não havia telefones e a principal forma de

**Röntgen anunciou que, com sua descoberta, se poderia ver por dentro do corpo humano, sem necessidade de abri-lo. Imagine a surpresa, numa época em que muitos acreditavam que um bisturi pudesse cortar a alma...**

(1845-1923) espantou o mundo ao anunciar, no final de 1895, a descoberta de “um novo tipo de raio” e demonstrar que com esses raios se podia ‘ver’ dentro do corpo humano. Henri Becquerel acreditou inicialmente serem os raios descobertos por Röntgen os que percebia nos sais de urânio que estudava, mas em 9 de março de 1896 anunciava a descoberta de novas radiações. Röntgen, na noite de 8 de novembro de 1895, trabalhava com uma válvula com a qual estudava a condutividade de gases<sup>1</sup>. A sala estava totalmente às escuras. A certa distância da válvula havia uma folha de papel, usada como tela, tratada com platinocianeto de bário. Röntgen viu, com espanto, a tela

comunicação era o correio, tanto dentro das cidades como entre lugares distantes. Por exemplo: Paris tinha um sistema bastante rápido de correio pneumático: uma rede de tubos em que as cartas eram impulsionadas por ar comprimido. Então, as ruas eram iluminadas a gás, pois a eletricidade mal começava a ser usada.

As descobertas dos raios X e da radioatividade foram acontecimentos que marcaram o ocaso do século passado. Neste texto vamos oferecer alguns subsídios sobre essas duas grandes descobertas — ocorridas há cem anos, mas ainda significativas para nós —, para que vocês possam recordar esses dois centenários em suas aulas.

Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923) espantou o mundo ao anunciar, no final de 1895, a descoberta de “um novo tipo de raio” e demonstrar que com esses raios se podia ‘ver’ dentro do corpo humano. Henri Becquerel acreditou inicialmente serem os raios descobertos por Röntgen os que percebia nos sais de urânio que estudava, mas em 9 de março de 1896 anunciava a descoberta de novas radiações.

Röntgen, na noite de 8 de novembro de 1895, trabalhava com uma válvula com a qual estudava a condutividade de gases<sup>1</sup>. A sala estava totalmente às escuras. A

brilhar, emitindo luz. A válvula estava coberta por uma cartolina negra, e nenhuma luz ou raio catódico poderia ter vindo dela. Surpreso, fez várias investigações. Virou a tela, expondo o lado sem o revestimento de platinocianeto de bário, e esta continuava a brilhar. Colocando diversos objetos entre a válvula e a tela, viu que todos pareciam transparentes. Não demorou a ter a surpresa maior: viu na tela os ossos de sua mão.

**Raio-X é radiação eletromagnética com comprimento de onda no intervalo de  $10^{-11}$  a  $10^{-8}$  m (0,1 a 100 Å), resultante da colisão de elétrons produzidos em um catodo aquecido contra elétrons de anodo metálico**

Intrigado com sua descoberta, Röntgen trabalhava sozinho, fazendo novas investigações. Sua mulher notou suas inquietações e ele lhe disse apenas que trabalhava em algo importante, mas confessava-se incrédulo e precisava convencer-se de sua descoberta. Registrou em chapas fotográficas suas observações, e só então teve certeza do que estava descobrindo. Anunciou que, com sua descoberta, se poderia pela primeira vez ver *dentro* do corpo humano sem precisar abri-lo. É fácil imaginar a surpresa de muitos, pois ainda havia quem desaconselhasse certas cirurgias porque o bisturi poderia cortar a alma.

Em 28 de dezembro de 1895, Röntgen entregou à Sociedade Físico-Médica de Würzburg, Alemanha, um relatório preliminar de sua descoberta, descrevendo as pesquisas ‘secretas’ que fizera nas sete semanas anteriores: os objetos tornavam-se transparentes diante dos *novos raios*, que por serem desconhecidos chamou de raios X. As chapas fotográficas eram sensíveis aos raios X; não se podia ver qualquer reflexo ou refração dignos de nota ao se desviá-los com um campo

magnético. Os raios X se originavam na área da ampola de descarga onde os raios catódicos colidem com a parede de vidro.

Em janeiro de 1896, era enorme a comoção em todo o mundo com a notícia da descoberta dos raios X. É fácil imaginar o deslumbramento com a novidade, pois esses raios tornavam quase tudo transparente, e com eles se podiam ver os próprios ossos. Podiam-se ver os dedos sem os músculos, mas com anéis, ou uma bala que estivesse alojada no corpo. A medicina debruçou-se de imediato sobre as possibilidades da descoberta. Podemos avaliar as repercussões disso num momento em que se começava a buscar explicações sobre a natureza da matéria.

Em 23 de janeiro, Röntgen fez seu único pronunciamento público sobre a descoberta e foi aplaudidíssimo. Físicos e estudiosos ligados à medicina começaram a investigar os novos raios. No ano de 1896 já havia mais de mil trabalhos publicados sobre o assunto, mas por pelo menos 16 anos não houve dados convincentes para se explicar a natureza dos raios X. Por fim, os trabalhos de Max von Laue e de Friedrich e Knipping esclareceram que os raios misteriosos eram resultado da colisão de raios catódicos (elétrons) contra os elétrons do cátodo.

Atualmente, são considerados raios X as radiações eletromagnéticas com comprimento de onda no intervalo aproximado de  $10^{-11}$  a  $10^{-8}$  m (0,1 a 100 Å), resultantes da colisão de elétrons produzidos em um cátodo aquecido (ocorre uma emissão termoiônica) contra elétrons de um ânodo metálico. Ao contrário, portanto, das radiações, originadas nos núcleos atômicos, com as quais se assemelham em intensidade, os raios X têm origem extra-nuclear.

**Em janeiro de 1896 a comoção da comunidade científica em torno dos raios X foi enorme. Agora podia-se ver os dedos sem os músculos. A medicina debruçou-se de imediato sobre as possibilidades da recente descoberta**

Em 1901, Röntgen foi laureado com o primeiro Prêmio Nobel de Física. Em 1914, assinou com outros cientistas alemães um documento de solidariedade a uma Alemanha belicista.

Posteriormente, arrependeu-se muito por esta adesão ao militarismo, sofrendo com o envolvimento de seu país na Primeira Guerra Mundial. Faleceu em Munique, em 10 de fevereiro de 1923, com 78 anos.

Uma outra descoberta revolucionária as concepções sobre a natureza da matéria: a *radioatividade*. Entre os cientistas que se surpreenderam com as descobertas de Röntgen estava o matemático francês Henri Poincaré. Em 20 de janeiro de 1896, ele mostrava a seus colegas da Academia de Ciências da França as fotografias que Röntgen lhe enviara. Um deles, Henri Becquerel, perguntou-lhe de que parte da válvula emergiam os raios, e Poincaré respondeu que estes provavelmente eram emitidos da área da

válvula oposta ao cátodo, a área em que o vidro se tornara fluorescente. Becquerel imediatamente procurou uma relação entre raios X e fluorescência, e já no dia seguinte iniciou suas próprias experiências a respeito.

Membro de uma família de quatro gerações de físicos de renome, Henri Becquerel tinha interesse pela fosforescência e pela fluorescência, e a descoberta de Röntgen o levou a fazer observações para verificar se substâncias fosfores-

centes ou fluorescentes emitiam raios X. Os primeiros resultados foram negativos.

Eis parte do relatório (SEGRÈ, 1987, p. 29) que ele fez à Academia em 24 de fevereiro de 1896, após experiências com um sal de urânio:

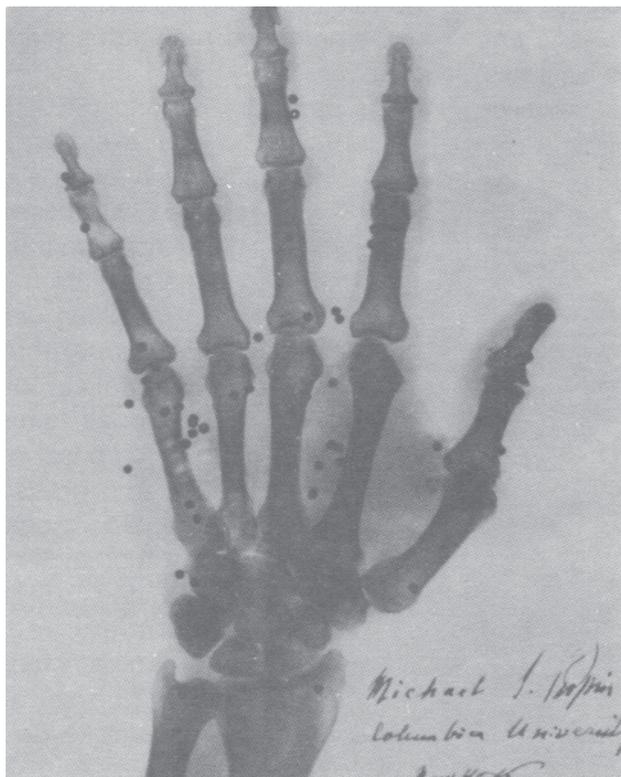
“Cobri uma chapa fotográfica com duas folhas de papel negro grosso, tão grosso que a chapa não ficou manchada ao ser exposta ao sol um dia inteiro. Coloquei sobre o papel uma camada de substância fosforescente e expus tudo ao sol por várias horas.

Quando revelei a chapa fotográfica, percebi a silhueta da substância fosforescente sobre o negativo... A mesma experiência pode ser feita com uma lâmina de vidro fina colocada entre a substância fosforescente e o papel, o que exclui a possibilidade de uma ação química resultante dos vapores que poderiam emanar da substância quando aquecida pelos raios solares. Portanto, podemos concluir dessas experiências que a substância fosforescente em questão emite radiações que penetram no papel opaco à luz...”

Era como se os raios X fossem emitidos pelo composto de urânio. Quando a Academia voltou a se reunir, em 2 de março, Becquerel já tinha outros resultados. Como o tempo mudara em Paris e nos dias 26 e 27 de fevereiro houvesse muito pouco sol, ele colocou as chapas fotográficas em um gaveta escura, deixando sobre elas o sal de urânio, envolto em papel. Extraída da mesma fonte antes citada, eis aqui uma parte de seu relatório à Academia:



Antoine Henri Becquerel



Apenas um mês após Roentgen tirar a primeira radiografia, o professor Michael I. Pupin, da Universidade de Columbia, radiografou a mão de um caçador que sofrera um acidente com sua espingarda. As bolinhas negras representam cerca de 40 pedaços de chumbo que estavam ali alojadas.

“Como o sol não voltou a aparecer durante vários dias, revelei as chapas fotográficas a 1º de março, na expectativa de encontrar imagens muito deficientes. Ocorreu o oposto: as silhuetas apareceram com grande nitidez. Pensei imediatamente que a ação poderia ocorrer no escuro.”

Este é um relato em que o acaso e a perspicácia foram decisivos. Becquerel creditou méritos dessa descoberta a seu pai e a seu avô, que trabalharam com o mesmo assunto. Mas ele, no momento propício, fez uma descoberta muito importante, que não teve a princípio, no entanto, a repercussão do trabalho de Röntgen. Já em 9 de março de 1896, Becquerel descobriu que a radiação emitida pelo urânio não apenas escurecia as chapas fotográficas, mas também ionizava gases, transformando-os em condutores.

Dois anos depois da descoberta de Becquerel, Pierre e Marie Curie entram em cena nos eventos que modificaram

o panorama da ciência na última virada do século. Primeiro, pesquisaram os ‘raios de Becquerel’ em outros elementos além do urânio, descobrindo então o polônio e o rádio, modificando completamente a nova ciência da radioatividade. As descobertas mostraram que, diferente dos raios X, as radiações descobertas por Becquerel eram de origem nuclear. As descobertas de Becquerel — evidenciando que alguns átomos eram instáveis e emitiam diferentes partículas e radiações — exigiram, então, novas propostas de modelos para os átomos, que não mais podiam ser considerados indivisí-

veis.

Essas grandes modificações que ocorreram e ainda ocorrem na ciência provavelmente serão assunto para outros números de *Química Nova na Escola*.

**Attico I. Chassot**, licenciado em química e doutor em educação, é professor do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS) - São Leopoldo, RS.

## Nota

1. A descoberta do elétron — assunto que será abordado no número 3 de QNE — e muitos outros estudos do final do século passado estão relacionados com esse terceiro tipo de condutor de eletricidade (os outros são os metais e as soluções eletrolíticas). Para estudar esse tipo de condução elétrica construíam-se tubos de vidro com pressões muito baixas, próximas ao vácuo (pressão inferior à pressão atmosférica) e depois se estabeleciam diferenças de potenciais entre eletrodos para verificar a condução de corrente elétrica pelos gases dos tubos, nas diferentes condições de baixas pressões.

## Referência bibliográfica

SEGRÈ, Emilio. Dos raios X aos quarks. *Físicos modernos e suas descobertas*. Brasília: Editora da UnB, 1987.

## Para saber mais

📖 O livro de Emilio Segrè — Prêmio Nobel de Física em 1959 — acima referido traça um agradável panorama da ciência no final do século XIX, mostrando o quanto, por exemplo, as descobertas dos raios X e da radioatividade determinaram alterações na física que atingiram de imediato a biologia (e nesta, a genética em particular), a geologia, a medicina e a química.

📖 O capítulo 10 de *A ciência através dos tempos*, de Attico Chassot — resenhado no nº 1 de QNE —, trata das modificações havidas na ciência por ocasião da última virada de século e complementa o texto acima. Nesse capítulo, apresenta um pouco da biografia de Pierre e Marie Curie.

📖 Uma recomendação para quem quiser conhecer uma história marcada pelo amor entre marido e mulher e pelo amor à ciência é conhecer um pouco

mais a biografia de Pierre e Marie Curie. Entre as várias biografias do casal Curie existe uma escrita por uma das filhas do casal, Eva Curie — a outra, Irene, casou-se com Frederic Joliot, com quem ganhou o Prêmio Nobel de Química em 1935 —, publicada pela Biblioteca de Seleções em 1962. Existe também um excelente filme, que tem passado nos canais por assinatura: *Madame Curie* (USA, 1944, 117 min).

📖 Sugira a seus alunos e alunas pesquisar sobre a contribuição do brasileiro Manuel Abreu para a radiologia e qual a importância da abreugrafia.

📖 Outra sugestão é procurar conhecer, também, quais são os perigos provocados pelas radiações, tanto as dos raios X quanto as emitidas por substâncias radioativas. Organize em sala de aula uma discussão sobre os cuidados que se deve ter com as radiações e particularmente com os raios X. Convide um profissional da área de radiologia para discutir esses assuntos em classe, mostrando também os cuidados que se deve ter com as radiações produzidas pelos aparelhos de televisão.