

raios X uma opacidade maior do que era de esperar da sua densidade. Um facto análogo se dá com o espatho-fluor, que todavia é duma transparência perfeita em toda a extensão do espectro explorada até hoje. Póde talvez admittir-se, que este corpo possui uma faixa de absorpção numa região muito afastada do ultra-violete conhecido ¹.

Phenómenos de absorpção selectiva mostram, que os raios uránicos não são homogéneos.

Actuam sobre o papel photographico, propriedade que os revelou ao seu auctor.

A sua acção sobre os corpos electrizados é em tudo semelhante á dos raios X, resultado mui notavel porque outro tanto não tem logar com a luz ultra-violete. Assim, BECQUEREL repetiu com os seus raios a experiência, pela qual J. J. THOMSON e RÖNTGEN communicaram ao ar a propriedade de descarregar os corpos electrizados.

BECQUEREL prosegue actualmente o estudo eléctrico dos raios uránicos com muito éxito ².

Outras propriedades porém afastam-os dos raios RÖNTGEN, e permitem fixar ao certo a sua natureza.

Com effeito os raios uránicos reflectem-se e refractam-se. Enfim BECQUEREL conseguiu polarizá-los por meio da turmalina.

Os raios Becquerel são pois devidos a vibrações transversaes.

Embora a fraca intensidade da radiação não permitisse ainda determinar-lhes o comprimento de onda, ninguém duvida, pelo conjuncto das suas propriedades, de que pertencem a uma região ultra-violete mui distante da região conhecida. Convinha aproveitar a propriedade da refracção para augmentar a sua intensidade pelo uso das lentes.

¹ E. CARVALLO, *Ann. de Chim. et de Phys.*, janeiro, 1895, p. 1.

² H. BECQUEREL, *Compt. rend.* de 1 de março, p. 438; e de 12 de abril, p. 800. 1897.

SYLVANUS-THOMPSON, que estudou também a emissão de radiações invisíveis em vários corpos, propôs para o phenomeno o nome de «hyperphosphorescência». Dir-se-ha então, que um corpo é hyperphosphorescente, quando emite raios não incluídos na região até agora conhecida do espectro.

69. Raios de descarga. — Tem-se fallado muito, a propósito da descoberta de RÖNTGEN, nos raios de descarga, a que WIEDEMANN¹ se refere numa Memória de 1895. Segundo este phísico a fásca emite radiações, que impressionam os diaphragmas thermoluminescentes: não atravessam o espatho-fluor, nem sam sensíveis ao íman.

HOFFMANN², retomando as experiências de WIEDEMANN, reconheceu, que esses raios não atravessam a mica, o quartzo e outros sólidos, não impressionam o papel photographico e não sam reflectidos. Singulares radiações, que sam caracterizadas quasi sòmente por propriedades negativas!

BORGMANN³ verificou alguns dos resultados de HOFFMANN, mostrando que os raios de descarga provocam a thermoluminescência da mistura $\text{CaSO}_4 + 5\% \text{MnSO}_4$ através duma caixa de aluminio. Notemos, que segundo o mesmo phísico igual effeito se produz pela acção dos raios BECQUEREL e dos raios X, mas não pela acção dos raios duma lâmpada de arco.

Mais interessantes sam talvez as experiências sobre photographias através de corpos opacos sem tubos de CROOKES.

LORD BLYTHSWOOD⁴, envolvendo em velludo negro uma chapa photographica, e collocando-a entre os eléctrodos duma poderosa máchina de WIMSHURST, mas fóra do tracto da descarga, obteve impressões muito nitidas. LORD

¹ Vid. GUILLAUME, *Les rayons X*, p. 68.

² Vid. *Nature*, 13 de fevereiro, 1897, p. 381.

³ BORGMANN, *Compt. rend.* de 26 de abril, 1897, p. 895.

⁴ Vid. *Nature*, 13 de fevereiro, 1896, p. 340.

KELVIN suggeriu-lhe a idéa de repetir as experiências com uma caixa de alumínio completamente fechada e ligada á terra, afim de excluir a hypóthese duma acção eléctrica directa ou de faíscas secundárias. Ainda nestas condições a experiência deu resultado.

Será necessário pois admittir, que a faísca eléctrica póde, mesmo á pressão ordinária, communicar ao ar uma fluorescência invisível, análoga á que constitue os raios X?

Seria temerária a affirmação em qualquer sentido.

70. Raios Le Bon (?). — GUSTAVE LE BON, no principio do anno de 1896; logo depois de se divulgar a descoberta de RÖNTGEN, descreveu uma extranha experiência. Assentou uma folha metálica sobre um cliché negativo poisando num papel sensível; após uma exposição de algumas horas a uma fonte luminosa de certa intensidade o papel é impressionado, e obtém-se um positivo. Esta acção seria devida a um agente novo, «a luz negra».

Alguns observadores podéram repetir a experiência de LE BON, outros porém, não o tendo conseguido, opináram, que o auctor se havia deixado enganar pela «luz branca».

A questão despertou, como era natural, bastante curiosidade; todavia mesmo após as frequentes notas¹, que no anno último a Academia de Ciências de Paris recebeu sobre o assumpto, não se havia apurado senão uma coisa: é que as condições determinantes do phenomeno não estavam ainda bem estabelecidas. E quer se tractasse, quer não, de radiações novas, era certo, que o phenomeno LE BON era um phenomeno a explicar.

Ultimamente porém a questão parece ter-se aclarado.

LE BON², afim de afastar, segundo elle próprio diz, as

¹ G. LE BON, *Compt. rend.*, t. CXXII, pp. 188, 232, 233, 385, 386, 462, 463, 500, 522, 684 e 1054. 1896.

² G. LE BON, *Compt. rend.* de 5 de abril, 1897, p. 755.

objecções oppostas aos seus resultados anteriores, realizou a seguinte experiência:

Uma placa sensível é coberta duma folha delgada de ebonite, sobre a qual se collocáram letras recortadas numa folha de metal. Expondo a ebonite, pela sua face descoberta, durante três horas á luz diffusa, encontra-se, depois do desinvolvimento, as imagens das letras em negro sobre fundo cinzento. LE BON admite, que a luz ordinária, ferindo as folhas metálicas, se transforma na «luz negra», que as atravessa e vai impressionar o papel sensível.

PERRIGOT¹, que pôde repetir a experiência de LE BON, contestou a sua interpretação, attribuindo-os factos observados á transparência da ebonite para a luz ordinária.

LE BON, no referido artigo sobre as suas novas investigações, diz que o prof. HEEN, que muito o auxiliou, demonstrou ser uma condição essencial para o éxito das experiências, que o papel sensível fosse previamente exposto á luz durante um momento.

E' neste facto, que se funda PERRIGOT para explicar os resultados de LE BON, ligando-os ao phenomeno da inversão das imagens photographicas, que, como é sabido, consiste no seguinte: a redução do brometo de prata cresce primeiro rapidamente com a duração da exposição, depois attinge um máximo, e decresce em seguida até um certo limite, a partir do qual nenhuma modificação parece produzir-se, por mais prolongada que seja a exposição.

Isto posto notemos, que a exposição prévia da placa produz uma certa opacidade. A luz, que atravessa a ebonite, deve começar por augmentar essa opacidade; mas comprehende-se, que, se a exposição é muito prolongada, se dê o phenomeno da inversão, e que por conseguinte as imagens das letras appareçam mais negras do que o resto do papel.

¹ PERRIGOT, *Compt. rend.* de 20 de abril, 1897, p. 857.

H. BECQUEREL¹ completou a explicação de PERRIGOT. Mostrou, que uma nova experiência, que LE BON² havia opposto á conclusão de PERRIGOT, era antes uma confirmação de que a luz negra não é mais do que luz conhecida.

Mas mostrou tambem, que a luz de LE BON não era a luz branca no sentido ordinário da palavra, mas era formada de radiações vermelhas e infra-vermelhas vizinhas da risca A, sòmente para as quaes a ebonite é transparente. E' certo, que estas radiações não tõem por si sós acção sobre as placas sensiveis. Mas, como nota BECQUEREL, sabe-se que a luz infra-vermelha é capaz de continuar a acção photographica da luz branca. Esta luz branca é sem dúvida a luz da exposição prévia de que falla LE BON.

¹ H. BECQUEREL, *Compt. rend.* de 10 de maio, 1897, p. 984.

² G. LE BON, *Compt. rend.* de 26 de abril, 1897, p. 892.

CAPÍTULO VIII.

Natureza dos raios X.

71. Theoria da emissão. — Dada a insensibilidade dos raios X á acção magnética, não ha logar de suppór que esses raios sejam correntes de partículas materiaes electrizadas.

Mas admittida a hypóthese de que o phenómeno cathódico é uma radiação electrolytica, não poderia pensar-se, sobretudo depois das experiéncias de LENARD, que a radiação röntgeniana é um bombardeamento de partículas que se descarregáram de todo ao atravessarem as paredes do tubo?

E' a hypóthese de TESLA ¹, para a qual a experiéncia de LAFAY fez derivar a attenção durante um momento. Todavia, ainda que se admittisse a realidade, que tem sido contestada, do phenómeno descripto por LAFAY, a observação deste phýsico de que o magnete desvia os raios que «vam» ser electrizados, tirar-lhe-hia todo o valor confirmativo.

Por outro lado, além de que essa hypóthese não explica os caracteres da emissão dos raios X, as suas acções eléctricas, etc., a enorme permeabilidade da maior parte dos corpos para esses raios, em opposição aos raios cathódicos, cõstitue uma difficuldade invencivel da sua theoria materialista.

E' porisso, que a hypóthese das ondulações, ou pelo menos dum processo, que se passa no ether, se impós desde os primeiros momentos.

¹ Vid. *Scientific American*, julho, 1896, p. 179

72. Theoria das ondas longitudinaes. — RÖNTGEN (§ 17), concluindo das suas observações a ausência de reflexão regular, de refração, e de polarização, e uma tal ou qual relação entre o poder absorvente dos corpos e a sua densidade, emittiu, ainda que timidamente, a opinião de que os raios X sam de vibração normal á onda.

Esta hypóthese seria provavel se certas experiências de difracção se viessem a confirmar (42).

Mas pondo-as de reserva, a primeira questão, que a hypóthese levanta, é se o ether é susceptivel de oscillações longitudinaes análogas ás ondas sonoras do ar.

«Em vão se invocaria, que as equações de MAXWELL sam incompatíveis com semelhantes ondas. Tem-se posto nestas equações, o que se tem querido, e se se escrevem sob a sua fórma actual, é justamente porque, não se tendo nunca observado vibrações longitudinaes, se tem querido escrever, que as não ha. Se a experiência nos ensinasse o contrario, bastaria mudar as equações com um traço de penna»¹.

LODGE, o illustre professor inglès, esforça-se por mostrar num bello artigo², que nada, no estado actual dos nossos conhecimentos, se oppõe em absoluto á existencia de ondas longitudinaes do ether. LODGE vae até ao ponto de estabelecer, theóricamente é claro, algumas das propriedades provaveis dessas ondulações; assim assigna-lhes uma velocidade, que está para a da luz, como a da luz está para a do som.

Mas essas ondas existirám realmente?

Numa phrase arrojada, LODGE diz, que o ether deve ser compressivel (e portanto capaz de vibrar longitudinalmente),

¹ H. POINCARÉ, *Les rayons cathodiques et les rayons Röntgen*, p. D. 3. (In *Annuaire du bureau des longitudes* para o anno de 1897).

² Tr. de *The Electrician* na *Rev. gén. des Sci.*, 15 de março, 1896, p. 253.

se é verdade, como é, que propaga uma perturbação periódica com uma velocidade finita.

Ora «se o ether é compressível, a luz não pôde reflectir-se, nem refractar-se, sem dar origem a ondas de condensação» (LORD KELVIN).

Mas se é certo, que em várias Memórias clássicas de LORD KELVIN e de STOKES é mencionada uma componente longitudinal da luz, não é menos certo, que a menção é feita somente para mostrar, que de harmonia com os factos essa componente, se existe, deverá ser muito pequena em relação ao movimento transverso. Daqui o pouco interesse, que se lhe havia ligado.

A questão porém renasceu nos últimos tempos com grande vivacidade, a propósito de vários phenomenos.

Entre os factos, que se tem tentado explicar por uma vibração longitudinal do ether, conta-se a gravitação e a coesão, idéa que tem as suas raízes em NEWTON. E' possível contudo, que essas mysteriosas forças impliquem apenas um estado de deformação estática ou de tensão. Mas não deixaremos de recordar, que LAPLACE¹ affirma, que os resultados da Mechânica celeste não se oppõem á existência duma velocidade finita de propagação da força attractiva.

Quando tractamos dos raios cathódicos, dissemos como JAUMANN foi levado a admittir, que nos gazes rarefeitos a luz ordinária é acompanhada duma componente longitudinal.

Discutindo as condições de geração das ondas eléctricas, FITZGERALD² considera certa a existência da fórma longitudinal de propagação, pelo menos em certos pontos e ao longo de certas linhas isoladas dessas ondas.

¹ Vid. H. FAYE, *Cours d'Astronomie* p. xiv. Paris, 1896.

² G. F. FITZGERALD, *On the longitudinal component in Light.* (*Philos. Mag.*, setembro, 1896, p. 260).

Julgou-se durante muito tempo, que a propagação da indução electro-magnética era instantânea, mas em 1888 HERTZ, procurando confirmar as vistas de MAXWELL, provou, que essa propagação se fazia com a velocidade da luz. Ora talvez se venha a mostrar também, que a indução electrostática se propaga com uma velocidade finita; nesse dia ficaria demonstrada a existência de ondulações longitudinaes do ether.

O método de HERTZ consistiu em imitar tam fielmente quanto possível, com uma disposição eléctrica, as oscillações periódicas impressas ao ether pelas fontes luminosas. LORD KELVIN¹, inspirando-se numa ordem correlativa de idéas, propôs, para resolver a questão relativa á indução electrostática, experiências, que não foram realizadas.

Apesar do que acabamos de dizer, admittir a existência de ondas longitudinaes do ether para explicar os raios RÖNTGEN é introduzir uma nova hypóthese na Sciência. E qualquer que seja a sua verossemelhança, o recurso a uma nova hypóthese em presença dum factio novo só é justificavel, desde que se reconheça a insufficiencia das theorias consagradas.

Ora tal insufficiencia não está de modo algum reconhecida.

Entretanto, como diz LODGE, «era justo escutar aquelle que viu no meio dos phenómenos».

73. Theoria dos turbilhões. — Sabe-se, que foi LORD KELVIN quem popularizou na Phýsica a idéa do átomo-turbilhão, que sob uma fôrma diversa parece encontrar-se já no systema cosmogónico de DESCARTES.

Essa brilhante hypóthese tem tido até hoje uma carreira accidentada, apparecendo e desapparecendo alternadamente com as necessidades scientificas.

¹ LORD KELVIN, *On the generation of longitudinal waves in Ether.* (*Proc. Roy. Soc.*, 30 de abril, 1896, p. 270).

Corresponde a uma destas aparições a idéa, que considera os raios X como turbilhões no ether, succedendo-se aos violentos impulsos das partículas cathódicas ¹.

E' certo, que não está de modo algum estabelecido, que os raios X sejam uma perturbação periódica propagando-se com uma velocidade finita. E assim se comprehende, que sir STOKES ², dada a incerteza da existência da difracção, tenha oscillado entre a idéa duma perturbação periódica e a idéa de correntes no ether.

Como quer que seja, a crítica pela qual terminamos o exame da theoria longitudinal dos raios X, estende-se naturalmente á idéa de MICHELSON.

74. Theoria das ondas transversaes. — A idéa de que os raios X sam devidos a vibrações transversaes de extrema frequência, de que sam, como se diz, radiações *per-ultra-violetes*, parece dar uma interpretação simplez dos factos.

Vamos examinar por extenso esta opinião, que é presentemente a do maior número de phísicos.

E' sabido, que as radiações de ondas transversaes estudadas até hoje pódem ordenar-se numa espécie de escala, segundo a ordem dos comprimentos de onda decrescentes, ou, o que é o mesmo, segundo os números crescentes de vibrações por segundo.

Na base da escala encontram-se as oscillações hertzianas, cuja analogia com a luz está hoje bem estabelecida, e que se tem realizado com comprimentos de onda de 6^m a 6^{mm} .

Vêem em seguida os raios invisíveis infra-vermelhos ou caloríficos, immediatamente os raios visíveis, e depois os raios invisíveis ultra-violetes, que nos foram revelados pelas suas acções luminescente e photográphica (30^{μ} a $0^{\mu},1$).

¹ MICHELSON, *Nature*, 21 de maio, 1896, p. 66.

² G. STOKES, *Nature*, 3 de setembro, 1896, p. 427.

Não devemos pois admirar-nos de ver augmentar esta série com alguns termos novos. E' o que succedeu com a descoberta dos raios BECQUEREL, e provavelmente com a dos raios X de RÖNTGEN.

E' certo, que não ha uma experiência crucial, ou, para ser menos exigente, um argumento grave a favor da theoria ultra-violete dos raios X e até da sua theoria ondulatoria. A defeza da hypóthese corrente reduz-se quasi a mostrar, como diz J. J. THOMSON, «que os raios RÖNTGEN não possuem nenhuma propriedade, que não seja partilhada por uma ou outra das luzes conhecidas».

Começando pelos seus effeitos, diremos, que as acções luminescentes e photographicas sam por assim dizer propriedades esperadas dos novos raios.

A falta de parallelismo, nas acções eléctricas, dos raios X e dos raios ultra-violetes constituiu a principio uma pequena difficuldade. Mas BECQUEREL mostrou, que os raios urânicos, que sam de vibração transversal, possuem propriedades eléctricas idénticas ás dos raios RÖNTGEN (68). Esta notavel descoberta, communicada em 23 de novembro do anno último á Academia de Sciéncias de París, faz das propriedades eléctricas dos raios RÖNTGEN um argumento precioso a favor da sua theoria ultra-violete.

O poder de penetração dos novos raios foi sem dúbida a propriedade, que mais surprehendeu, mas não a que mais embaraça o phísico, que tenta explicá-la.

E' um facto de observação vulgar, que um dado corpo não apresenta a mesma transparência para as diversas radiações. Um vidro vermelho deixa passar os raios vermelhos, e retém os raios verdes, e é justamente por isso, que é vermelho. A água é opaca para os raios infra-vermelhos e transparente para as radiações visiveis; o inverso succede com a solução de iode em sulfureto de carbonio.

Em geral os dieléctricos sam transparentes para as ondas eléctricas.

A transparência dos metaes para os raios X levanta, é verdade, certas difficuldades theóricas, porque segundo MAXWELL elles deviam ser opacos para toda a especie de luz; mas era mais para admirar, se ha muito se não soubesse, que por exemplo a prata, opaca para os raios visiveis, se deixa atravessar, quando em folhas delgadas, pelos raios ultra-violetes. Explica-se o facto admittindo uma estrutura, cujo grão não seja fino de mais em relação á grandeza das ondas luminosas. Nós não tocaríamos em semelhante questão, se por ventura não tivéssemos a dizer, que a explicação precedente acaba de receber do prof. THRELFALL um appoio experimental de elevada importância; este phísico provou com effeito, que o oiro em pó muito fino refracta a luz como um não-conductor ¹.

Desta propriedade dos metaes em relação aos raios X, tendo em conta o seu pequeno comprimento de onda, póde talvez approximar-se o facto dos raios serem fortemente absorvidos pelos corpos em cuja molécula entram átomos metállicos.

A propriedade, que impressionou RÖNTGEN, da absorpção pelos differentes corpos depender sobretudo da sua densidade, ainda que estivesse mais perto de ser exacta do que está, e não perdesse muito do seu valor pelas considerações anteriores, não seria isolada. As soluções de fuchsina e de anilina comportam-se dum modo análogo perante a luz ordinaria: a absorpção da luz por essas soluções é proporcional á concentração ².

Finalmente fechemos por onde talvez deveríamos principiar, recordando que os raios BECQUEREL apresentam tambem um extraordinário poder de penetração.

¹ Vid. J. J. THOMSON, *On the nature of Röntgen rays* (In *Nature*, 17 de setembro, 1896, p. 472).

² Vid. GOLDHAMMER, *On the nature of the X-ray* (In *Amer. Journ. of Sci.*, junho, 1896, p. 485).

75. Passemos ás propriedades ópticas.

Tocaremos primeiro numa das difficuldades maiores da theoria ultra-violete dos raios X, mas onde tambem o triumpho da interpretação não podia ser mais completo.

E' sabido, que todas as luzes conhecidas se inflectem, quando passam dum meio a outro, e todavia os raios X não se refractam.

Digamos já, que se conhecem casos nos quaes certos raios de luz atravessam certas substâncias sem soffrerem refracção. KUNDT por exemplo verificou, que certos raios podiam atravessar o oiro sem serem refractados; entre as riscas D e F ha, segundo o mesmo phýsico, radiações, que se não desviam na passagem através do cobre. STENGER achou, que certos raios azues atravessam a fuchsina sem desvio. PFLÜGER obteve um resultado análogo com as côres da anilina no estado sólido¹.

Mas para melhor reconhecermos, que não repugna admitir uma espécie de luz incapaz de se refractar, diremos, que várias theorias da dispersão, ha muito tempo estabelecidas, prevêem precisamente para ondas de período extremamente curto semelhante propriedade.

Foi RAVEAU² quem primeiro fez esta observação fundamental.

Das differentes theorias existentes (LORD KELVIN, KETTLER, DRUDE, etc.) a mais notavel é sem dúvida a que HELMHOLTZ³ estabeleceu em 1893, e que é exclusivamente baseada na theoria electromagnética da luz, hoje tam popular.

¹ Estes factos e outros, de que já vamos fallar, relativos á dispersão anómala, encontram-se em — J. J. THOMSON, *Nature*, 17 de setembro, 1896, p. 472. — Cf. GUILLAUME, *Les rayons X*, p. 15.

² RAVEAU, *Les rayons X e les rayons ultra-violetes* (In *Journ. de Phys.*, março, 1896, p. 113).

³ HELMHOLTZ, *Wied. Ann.*, t. XLVIII, 1893. — Vid. J. J. THOMSON, *Nature*, 17 de setembro, 1896, p. 430.

O eminente sábio procurou os desvios experimentados por luzes de frequências diversas nas suas passagens através duma substância simplez, ideal, cujas moléculas têm um periodo natural de vibração, e um único. Chegou a uma fórmula, que dá o índice de refração expresso muito simplesmente na frequência da luz. Eis em resumo os resultados principaes e os dados confirmativos:

Partamos dum valor da frequência da luz inferior á frequência da vibração natural da substância.

Quando a frequência augmenta, o índice de refração augmenta igualmente; é o caso normal bem conhecido.

Desde que a frequência da luz ultrapassa a frequência de vibração molecular, o índice diminue bastante rapidamente para pequenos augmentos da frequência da luz, até attingir o valor zero. Existem vários exemplos deste phenomeno de inversão conhecido pelo nome de «dispersão anómala»; o ferro e platina (KUNDT), a cyanina e o vermelho de Magdala (PFLÜGER), sam bons exemplos. A experiência mostra, que a anomalia tem sempre logar nas vizinhanças duma faixa de absorpção; é tambem nesta região, que se encontram alguns dos exemplos, que demos, de radiações, que não sam refractadas, ou que têm o índice igual á unidade.

Continuemos. Segundo a fórmula, o índice vai augmentando a partir de zero quando a frequência da luz augmenta. Conhecem-se casos, que representam a phase em que o índice é inferior á unidade, como KUNDT mostrou com o oiro, a prata, o cobre, e PFLÜGER com o violeto de HOFMANN.

Além dum certo valor da frequência o índice aproxima-se e permanece extremamente vizinho da unidade.

Admittida esta theoria, não ha pois praticamente desvio para as ondas, cuja frequência ultrapassa um certo limite. E' provavelmente a esta região, que pertencem os raios RÖNTGEN.

Assim a ausência de refração, longe de ser um argumento contra a natureza luminosa dos raios X, é exacta-

mente o que se devia esperar, se o seu comprimento de onda é extremamente pequeno.

Accrescentaremos, que uma imagem approximada do phenómeno consiste em suppôr, o que é natural, que a luz, quando a sua frequência se approxima da frequência de vibração da substância, é retardada por effeitos de resonância das moléculas. Se a sua frequência se torna extra-rápida, a luz atravessará o meio, que se póde então considerar de estructura grosseira, sem embaraço apreciavel (Lodge). Nestas condições os meios opacos para os raios devem ser considerados, não tanto como meios absorventes, mas sim como meios perturbadores, em que uma certa percentagem da energia é dispersada em todas as direcções ao encontro de cada obstáculo; tal seria a origem da reflexão diffusa (RAVEAU).

Logo veremos, como se póde comprehender, que em vez de reflexão diffusa haja hyperfluorescência.

Quanto á reflexão regular, é sabido, que vários observadores sustentam a sua existência embora em proporção pequeníssima; portanto é para sentir, que não se tenha insistido na tentativa de PRECHT (42) de interferir os raios por meio da reflexão, pois talvez se conseguisse demonstrar a sua natureza ondulatória. Ainda que, sendo inapreciavel, senão nulla, a duração de extincção dos raios, é bem possível, como insinua SCHUSTER¹, que as perturbações, que se succedem aos choques das particulas cathódicas, não possuam a regularidade sufficiente para revelarem a periodicidade pela interferência. Assim se vai grande parte da esperança de o conseguir.

Resta fallar da polarização. Neste caso, como no caso da interferência, um resultado negativo nunca seria decisivo. O método de polarização para uma espécie de luz póde

¹ SCHUSTER, *On Röntgen's Rays* (In *Nature*, 23 de janeiro, 1896, p. 268).

muito bem não se applicar a outra espécie. Enrolando fios excessivamente finos, ao lado uns dos outros sobre um quadro, RUBENS e DU BOIS podéram polarizar as ondas de calor radiante, cujos comprimentos sam grandes comparados aos comprimentos das ondas de luz visivel, para cuja polarização aquelle meio era grosseiro. E' possível, e até provavel, que a estructura da turmalina, ainda que bastante fina para polarizar a luz ordinaria, não seja sufficiente para a polarização dos raios X.

De tudo o que dissemos, resalta a superioridade da theoria ultra-violete dos raios X sobre as outras theorias expostas. E' todavia possível, que a verdadeira seja alguma em que ainda não pensamos.

76. E' claro, que, se os raios RÖNTGEN sam raios de luz, o seu comprimento de onda deve ser duma ordem inteiramente differente do da luz visivel.

E' contudo digno de notar-se, que a theoria electromagnética prevê dois typos de vibração, se nós suppozermos, que os átomos na molécula possuem cargas eléctricas.

Um destes typos seria devido ás oscillações mechánicas ou acústicas dos átomos; é provavelmente o que dá origem á luz ordinária. O outro typo seria devido ás oscillações hertzianas das cargas nos átomos. Segundo LODGE a frequência destas oscillações deve ser cêrca de 100:000 vezes maior que a das primeiras, sendo este número a relação entre a velocidade da luz e a velocidade média do som nos sólidos; tal seria a origem dos raios X ¹.

Neste modo de ver a hyperfluorescência seria causada por uma resonância hertziana dos átomos, differente da sua resonância acústica.

E' facil completar a imagem representando o mecanismo da producção do phenómeno.

¹ Esta suggestão foi feita primeiro por SCHUSTER no artigo citado.

Os iões projectados do cáthodo devem actuar mechânicamente pela sua massa em movimento, e eléctricamente pela carga que possuem.

Certos factos [experiência de BURKE (30), luminescência produzida pela percussão, etc.] levam a crêr, que a luz visível é devida á acção dynâmica dos iões.

E como por outro lado, quando o anticáthodo é uma placa de metal, apesar de não haver fluorescência visível continúa a haver emissão de raios X, é de crêr, que seja a carga dos iões cathódicos quem excite o oscillador atómico. Assim se explica, que a electrização positiva do anticáthodo favoreça a emissão (37).

Mas qualquer que seja o valor, que se ligue a esta concepção da origem dos raios X, o que é certo, é que ella faz comprehender a razão do facto singular desses raios estarem confinados num ponto do espectro tam distante das regiões até hoje exploradas, facto que contudo não poderia pesar na opinião, que se tivesse sobre a natureza dos raios X. A sciência é na verdade tam caprichosa nas suas descobertas, que não nos deveria surprehender demasiado a grande lacuna [$0\mu,1$ a $0\mu,00001$ (?)] existente na parte ultraviolete do espectro, lacuna aliás já interceptada pela descoberta dos raios BECQUEREL. Recordemos sômente, que entre as ondas eléctricas e as ondas calorificas existe tambem uma lacuna bem grande ($6^{\text{mm}} = 6000\mu$ a 30μ).

CAPÍTULO IX.

Técnica e applicações dos raios X¹.

77. **A fonte de electricidade.** — A produção dos raios X exige o emprego de correntes eléctricas de alta tensão e fraca intensidade. O phísico americano TROWBRIDGE² conta, que nas suas experiências só conseguiu obter os raios X com correntes de mais de 100:000 volts.

As máchinas estáticas pódem satisfazer a essa condição; todavia, embora uteis para os estudos theóricos como fontes de corrente contínua, só muito excepcionalmente se usam na práctica. E, como a maior parte dos outros geradores primários de electricidade fornecem correntes de baixo potencial, é indispensavel recorrer ao emprego de transformadores. Tal é a razão, porque hoje na produção do raios X é quasi exclusivamente usado o carrête de indução de RUHMKORFF.

E' necessário, que o carrête dê faíscas, que tenham pelo menos 60^{mm} de comprimento; para a observação através de grandes espessuras, como o tronco humano, exigem-se carrêtes, que dêem faíscas de 200 a 300^{mm}. A voltagem da corrente primária deve naturalmente ser baixa: uma pequena bateria de pilhas de bichromato de potássio basta em geral para alimentar o carrête.

¹ Para mais amplas informações sobre o objecto deste capítulo, veja-se: W. J. MORTON, obra cit. — J. L. BRETON, *Rayons cathodiques et rayons X*. Paris, 1897.

² J. TROWBRIDGE, *Amer. Journ. of Sci.*, maio, 1897, p. 388.

Em vez de correntes polarizadas, continuas como as geram as máchinas estáticas, ou interrompidas como as dam os carrêtes de inducção, pôde usar-se das correntes alternativas hoje tam empregadas nas applicações industriaes. As disposições de TESLA ou de D'ARSONVAL, que produzem correntes de alta tensão e de alta frequência, dam bons resultados, mas sam difficeis de regular, e perfuram com facilidade a ampóla, se não ha um cuidado vigilante.

Querendo utilizar a força electromotriz, geralmente elevada, duma canalização de corrente contínua ou de correntes alternativas, é necessário o emprego de transformadores apropriados.

78. O tubo. — Construem-se actualmente ampólas de CROOKES de fórmas variadissimas¹, mas todas pretendem realizar um certo número de condições, que correspondem a outros tantos aperfeiçoamentos, e de que vamos dar uma rápida idéa.

A fonte dos raios X deve ter a extensão dum ponto, tanto quanto possível, afim de obter a máxima nitidez nos contornos. Daqui a fórma cóncava, que se dá ao cáthodo, e cujo fim é concentrar o feixe cathódico num ponto ou fóco, o que por outro lado augmenta a intensidade da radiação.

O anticáthodo, que se deve collocar no fóco, convém que seja, por várias razões, de natureza metálica.

Com effeito, o vidro metalliza-se com facilidade tornando-se opaco aos raios, e além disso resiste menos ao aquecimento produzido pelo bombardeamento cathódico, o que não succede, quando o anticáthodo é metálico; então pôdem empregar-se correntes mais intensas, ser maior o número de interrupções da corrente primária, e ser mais pro-

¹ Pódem vêr-se os desenhos e as descripções de 32 modêlos na *Nature*, 28 de janeiro, 1897, p. 296.

longado o uso do tubo. Sem dúvida que os efeitos do aquecimento continuam a ser uma das causas de limitação da potência duma ampóla; e daqui vem o terem-se proposto ampólas em que o anticathodo está em contacto permanente com uma corrente de água fria; mas esta disposição, além de embaraçosa, parece que diminue a intensidade da radiação (SYLVANUS-THOMPSON), e bem assim que torna os raios dum caracter mais penetrante, o que pôde não ser util (48). Demais, sendo metálico o anticathodo, é facil electrizá-lo positivamente e augmentar assim a intensidade da emissão: basta para isso ligá-lo ao anodo (37).

A lâmina anticathódica de platina, que é o metal mais recommendado (37), convém evidentemente, que seja collocada com uma inclinação de 45° sobre a normal ao centro do cathodo.

Em Inglaterra é que primeiro se adoptáram as disposições, que vimos de descrever (JACKSON e PORTER), e foi lá que se começou a dar o nome de tubos «focus» ás ampólas construídas segundo tal norma.

Com o uso, o vazio do tubo vai diminuindo, e bem assim a emissão dos raios; ao mesmo tempo a resistência do tubo augmenta, como se verifica por meio do excitador de faíscas, e se não ha o cuidado necessário, o aquecimento exagerado das paredes e dos eléctrodos pôde chegar a inutilizar a ampóla. E' este o maior defeito práctico dos tubos de CROOKES, actualmente em uso.

O melhor meio de accudir á sobrerarefacção consiste em manter a bomba ligada ao tubo; mas é pouco práctico. Tem-se proposto, embora sem acceitação, a substituição da platina pelo alumínio.

Segundo Gouy o phenómeno é devido á absorpção dos gazes pelos eléctrodos e pelas paredes (14), o que suggere várias indicações. Assim convém, que o volume interior da ampóla não seja muito pequeno, porque então a diminuição do vazio será menos sensível; e ha vantagem, quando o phe-

nómeno se fizer sentir, em aquecer o tubo á lâmpada de alcohol, para libertar as bolhas de gaz incluídas nas paredes (LAFAY). Um meio, que tem sido adoptado com algum éxito, consiste em collocar numa dilatação lateral da ampóla um corpo, que por aquecimento ligeiro liberte uma certa quantidade de gaz; tem sido usado o carbonato de potássio (CROOKES), o palládio contendo hydrogénio ocluso (GUILAUME e CHABAUD), um filamento de carvão com as extremidades no exterior (MORTON), etc.

A melhor fórma do tubo é a que se aproxima da esphera, porque a um maior volume corresponde menor superficie.

As extremidades exteriores dos eléctrodos devem ser bastante afastadas, para que se não dê a descarga pelo exterior, havendo pois vantagem em que os fios penetrem no tubo por meio de tubuladuras. Demais, afim de evitar fôcos secundários de raios X, convém que o cáthodo feche quasi a bóca da respectiva tubuladura (COLARDEAU).

Parece que a existencia dum segundo ánodo favorece a emissão. Foi SÉGUY, quem introduziu as ampólas bi-anódicas.

Quando se usam correntes alternativas, cada eléctrodo é um ano-cáthodo. Convém pois, que estejam dispostos de fórma que os feixes cathódicos vam ferir o mesmo ponto dum único anti-cáthodo.

Por meio de correntes de alta tensão e de alta frequência, D'ARSONVAL conseguiu obter raios com uma lâmpada eléctrica, que já havia sido posta de parte; mas a nitidez do contorno é muito prejudicada. Com as mesmas correntes TESLA obtém effeitos a 20^m do apparelho.

79. Condições operatórias.— E' necessário, que o observador se familiarize com o uso do diaphragma luminescente afim de velar pela boa emissão dos raios.

Uma das coisas, que importa fixar, é, como mostrou CHAPPUIS, o número de interrupções da corrente primária.

Quando esse número augmenta, a acção dos raios tende a augmentar; por outro lado a potência das correntes induzidas diminue, o que tende a produzir um effeito inverso. Ha pois um número de interrupções, que corresponde a um máximo de producção, e que deve ser determinado experimentalmente.

Quando se dispõe duma bomba pneumática, determina-se o melhor grau de vazio pelo método fluoroscópico.

Reconhece-se facilmente, que ha um grau de vazio a que corresponde um máximo de producção. Em volta deste ponto, embora a producção não soffra senão ligeiras variações, o character dos raios muda um pouco; o seu poder de penetração augmenta com o vazio (48). E' uma circumstância, a que o operador póde recorrer.

50. Fluoroscopia. — O método mais simplez de utilizar os raios X, consiste na visão directa das sombras, que os corpos interpostos no seu percurso, projectam sobre os diaphragmas illuminados pelos raios.

Duma maneira geral prepara-se um diaphragma luminescente pincelando com uma substância adhesiva uma folha transparente aos raios (cartão, mica, cellulóide, etc.), e espalhando em seguida sobre a folha a substância luminescente reduzida a pó muito fino.

Já anteriormente nos referimos ás substâncias mais usadas (51). Eis uma maneira de preparar o tungstenato de cálcio por meio do tungstenato de sódio, que é um producto commercial barato:

A uma solução aquosa de tungstenato de sódio juncta-se uma solução de chloreto de cálcio. Lava-se o precipitado branco obtido, e aquece-se numa cápsula de porcelana a calor brando. Em seguida funde-se sobre carvão á chamma do maçarico oxhídrico, e faz-se ferver durante alguns segundos. Finalmente deixa-se solidificar, e assim se obtém o corpo desejado. GUILLAUME recommenda, que se addicione

à solução de chloreto de cálcio uma pequena porção de chloreto de manganésio.

Para facilitar a observação das sombras pôde usar-se de qualquer das disposições seguintes:

SALVIONI¹ usa do *cryptoscópio*: é um tubo com a superfície interior pintada de preto, fechado numa das extremidades por um diaphragma luminescente com a face sensível voltada para dentro, e tendo na outra uma lente. Edison construiu um aparelho análogo, ao qual chamou *fluoroscópio*: está adaptado à visão binocular, e a distância do olho à sombra pôde fazer-se variar à vontade.

O objecto deve collocar-se próximo do diaphragma.

Para evitar sombras parasitas provenientes da descarga e de faíscas secundárias, recommenda-se cobrir o aparelho com um panno preto, que, como se sabe, não impede a acção dos raios.

81. Radiographia. — Quando entre a fonte de raios X e a placa photographica se interpõe um objecto opaco aos raios, obtém-se em negro sobre fundo claro, depois da revelação, o contorno ou melhor a *silhouette* do objecto: é o que se chama a sua radiographia, que, como se vê, differe totalmente da photographia ordinária.

A disposição experimental embora exija alguns cuidados, é todavia muito simplez. Tem-se em vista a nitidez da prova e a rapidez.

A óptica geométrica ensina-nos, que a penumbra de toda a sombra é tanto mais estreita e os contornos tanto mais nítidos, quanto a fonte é mais pequena, quanto a sua distância ao objecto é maior, e a do objecto à placa menor.

Por isso o objecto applica-se, sendo possível, contra a placa photographica depois de envolvida em papel preto. E

¹ SALVIONI, *Nature*, 5 de março, 1896, p. 424.

como não pôde afastar-se demasiado a placa da fonte dos raios, porque o tempo de exposição augmenta, convém sobretudo deminuir a extensão da fonte, porque o uso dos diaphragmas prejudica a rapidez.

E' claro, que tanto a nitidez como o tempo de exposição dependem em grande parte do objecto a radiographar. Com os tubos actualmente em uso alguns segundos bastam para obter a sombra do esqueleto da mão; para a cabeça e para o tronco a exposição é bem mais longa.

Cada operador deve fazer o estudo do seu tubo pelo exame comparado das acções fluoroscópicas e photographicas.

82. Aplicações cirúrgicas. — Foram principalmente estas applicações, que popularizaram a descoberta de RÖNTGEN, e sam ellas, pôde-se dizê-lo sem exaggéro, que fazem desta descoberta uma das grandes conquistas do homem neste século.

Seria ocioso tentar referir todos os casos, em que os raios X pôdem prestar serviços ao cirurgião. Bastará fallar dos mais geraes e por assim dizer típicos.

O exame das affecções ósseas com o auxílio dos raios RÖNTGEN é particularmente vantajoso, porque essas affecções importam em geral uma destruição ou alteração do tecido e portanto uma deminuição da sua densidade, o que será revelado na sombra, que os raios produzem. Esta applicação dos raios permite sobretudo de limitar com bastante precisão a área invadida, o que nem sempre é possível doutra maneira; pôde assim contribuir para estabelecer ou confirmar o diagnóstico. Foram desse género as primeiras applicações feitas em França. LANNELONGUE¹, por meio da radiographia dum femur, pôde confirmar a sua opinião de que na osteomyelite a alteração se produz do centro para a su-

¹ LANNELONGUE, *Compt. rend.* de 27 de janeiro, 1896, p. 159.

perficie do osso e não inversamente como muito tempo se suppôs.

Ao mesmo grupo de applicações liga-se naturalmente o estudo das deformações congénitas do esqueleto (o que pôde muitas vezes guiar a intervenção cirúrgica), e o exame das ancyloses, onde pôde ser necessário decidir se a sua origem está no crescimento do osso ou no crescimento do tecido molle. Pôde ainda usar-se na cirurgia dentária, pelo facto da densidade dos dentes ser superior a dos ossos.

Um outro grupo de applicações refere-se aos casos de fracturas e deslocamentos, onde os raios X constituem um poderosissimo meio de exploração. Não é só porém para auxiliar o trabalho da reducção, que é util o seu emprêgo; por meio da «lâmpada» de CROOKES o olhar do cirurgião pôde penetrar a derme e acompanhar, com segurança e sem soffrimento para o paciente, os progressos da consolidação.

Mas um dos mais valiosos serviços, que a descoberta de RÖNTGEN pôde prestar á cirurgia, é sem dúvida o que se refere á localização dos objectos extranhos, como ballas, agulhas, etc., alojadas no corpo. Imagine-se sobretudo os serviços, que os raios X poderám prestar em campanha. De resto a prova está feita: já no anno ultimo, o Ministério da guerra inglês mandou para o alto Nilo com a sua expedição militar algunsapparehos completos de raios X¹. Com mais razão diremos, que um hospital regularmente installado não pôde dispensar um appareho completo de radiographia e de fluoroscopia; e, pôde accrescentar-se, que não será das máchinas do seu arsenal, a que menos occasião terá de ser usada.

Como é util em muitas circumstâncias fazer uma observação estereoscópica, indicaremos em poucas palavras a maneira de operar.

¹ Vid. MORTON, loc. cit., p. 152.

Supponhamos, para fixar idéas, que se tracta dum objecto alojado na mão. Colloca-se entre a mão e o papel sensível, com uma certa inclinação, um diaphragma metálico munido duma abertura, e tira-se a radiographia. Em seguida dá-se ao diaphragma uma inclinação inversa da primeira e tira-se uma nova radiographia. As duas imagens assim obtidas, collocadas a uma distância conveniente num estereoscópio ordinário, dam com bastante nitidez a sensação do relêvo e por conseguinte a situação do corpo extranho ¹.

Melhor ainda é o methodo de BUGUET. Tractando-se por exemplo duma agulha introduzida num braço, dirigem-se sobre a respectiva região os raios X de duas ampólas; a recta, que une os centros de emissão, deve encontrar-se sobre o plano, que passa pela extremidade da agulha, e que é perpendicular á sua projecção sobre a placa sensível, em que poisa o braço; mede-se a distância dos pontos entre si e a sua distância commum á placa; medindo depois a distância das duas imagens da extremidade da agulha, é facil por um cálculo simplez determinar a distância desta extremidade á placa sensível, e por conseguinte a sua distância á epiderme. Póde repetir-se a operação para a outra extremidade, mas em geral é dispensavel.

83. Em muitos casos os raios X poderám fornecer preciosas indicações para os diagnósticos puramente médicos.

BOUCHARD ², por exemplo, serviu-se com éxito da fluoroscopia num caso de derramamento pleurético, que se accusava no diaphragma luminescente por uma mancha escura do lado do pulmão doente; repetindo diáriamente as operações, BOUCHARD viu esta mancha desaparecer pouco e pouco, á medida que a reabsorpção progredia. Todavia percebeu a persistência duma zona escura num doente, que

¹ IMBERT e BERTIN-SANS, *Compt. rend.* de 30 de março, 1896, p. 786.

² BOUCHARD, *Compt. rend.* de 28 de dezembro, 1896, p. 1234.

possuía uma infiltração tuberculosa não suspeitada; num outro, em que o exame micrográfico dos escarros nada tinha indicado, viu ao cabo dalguns dias produzir-se uma opacidade e depois todos os symptomas de tuberculose.

Imagine-se pois quanto os raios X podem ser uteis a um clínico experimentado na observação fluoroscópica dos seus doentes.

§4. Aplicações diversas. — Mas os raios X sam susceptíveis das mais variadas applicações, embora as cirúrgicas mereçam pela sua importância o primeiro logar.

Entre as mais interessantes contam-se as que dizem respeito aos estudos anatómicos.

Assim, para a comprehensão das relações dos ossos nas articulações, para o conhecimento das phases successivas da ossificação, para o estudo da distribuição dos vasos numa dada região do cadaver injectada com uma substância opaca aos raios, para o exame da estructura dos pequenos vertebrados e doutros animaes inferiores, os raios X podem ser dum grande auxílio.

Numa das radiographias mais curiosas, que tive occasião de vêr, compara-se o esqueleto dum pé descalço com o esqueleto do mesmo pé comprimido no calçado. As phalanges dos dedos acham-se neste último numa posição de verdadeira tortura, tam deslocados estão ¹.

E' lícito pois dizer-se, que numa certa medida a photographia pelos raios X póde substituir tanto a dissecção como a viviseccção.

Nas applicações de que temos fallado quasi sómente se tem aproveitado a differença de opacidade dos ossos e dos tecidos molles. Uma differença do mesmo género noutras substâncias póde, em determinados casos, fazer dos raios X um reagente práctico de certa utilidade.

¹ Vid. J. L. BRETON, loc. cit., pp. 36 e 37.

E' assim, que GIRARD e BORDAS¹, no laboratório municipal de Paris, têm conseguido por meio dos raios RÖNTGEN denunciar engenhos anarchistas em muitos invólucros suspeitos.

No mesmo principio se funda o reconhecimento de certas falsificações, o que não é dos usos menos interessantes dos raios X. Citaremos dois exemplos e com elles fecharemos o nosso trabalho.

O estudo do grau de transparência das pedras preciosas pôde fornecer aos joalheiros uma maneira rápida de descobrir muitas imitações. Assim é facil, num aderêço de brilhantes, saber se ha alguns que sejam falsos: enquanto os verdadeiros, que sam carbono crystallizado, projectam apenas uma ligeira sombra no papel sensível, as imitações, geralmente de natureza mineral como vidro de óxydo de chumbo, produzem uma sombra carregada.

RANWEZ², radiographando amostras de diferentes substâncias vegetaes, pôde descobrir facilmente, pelo carregado da sombra produzida, falsificações de origem mineral. A análise radiográfica denunciou, por exemplo, numa amostra de açafião, a presença duma substância mineral, que a análise chymica mostrou ser o sulfato de báryo.

¹ CH. GIRARD e F. BORDAS, *Compt. rend.* de 2 de março, 1896, p. 528.

² F. RANWEZ, *Compt. rend.* de 13 de abril, 1896, p. 841.

Índice das matérias

Prefácio.....	PAG. VII
---------------	-------------

PRIMEIRA PARTE.

Os raios cathódicos.

CAPÍTULO I.

Descargas nos gazes rarefeitos.

1-2. Aparência da descarga.....	1
3. Propagação da descarga.....	6
4-6. Raios cathódicos.....	7
7-8. Estado eléctrico dos tubos de descarga.....	10

CAPÍTULO II.

Propriedades dos raios cathódicos.

9-10. Acções luminescentes.....	13
11-12. Acções chymicas e photographicas.....	15
13-14. Acções mechánicas e caloríficas.....	16
15. Acções eléctricas.....	17
16-17. Acção de um campo magnético.....	18
18. Heterogeneidade dos raios cathódicos.....	19

	PAG.
19-21. Acção dum campo electrostático. Experiências de JAU- MANN.....	21
22-23. Propagação no interior do tubo: direcção e velocidade, reflexão e transparência.....	25
24-26. Propagação no exterior do tubo. Experiências de LE- NARD.....	27

CAPÍTULO III.

Natureza dos raios cathódicos.

27. Theoria da conducção molecular.....	32
28-29. Theoria da conducção electrolytica.....	34
30-31. Ainda sobre a natureza material dos raios cathódicos..	38
32. Theoria das ondulações transversaes.....	42
33-34. Theoria das ondulações longitudinaes.....	44

SEGUNDA PARTE.

Os raios X de Röntgen.

CAPÍTULO IV.

Óptica dos raios X.

35-36. A descoberta de Röntgen.....	49
37-38. Emissão.....	51
39. Lei de propagação.....	54
40. Reflexão.....	55
41. Refracção.....	58
42. Difracção.....	58
43. Polarização.....	60
44. Velocidade.....	61
45-47. Transparência e opacidade.....	62
48. Heterogeneidade.....	66
49-50. Acção do íman. Efeito LAFAY.....	68

CAPÍTULO V.

Acções luminescentes e photographicas
dos raios X.

	PAG.
51-52. Fluorescência visível	71
53. Fluorescência invisível	75
54. Acções photographicas	77

CAPÍTULO VI.

Acções eléctricas dos raios X.

55-57. Acção sobre os corpos electrizados.....	79
58-61. Leis da acção eléctrica.....	84
62-63. Mechanismo do phenomeno.....	88
64. Acções eléctricas diversas	91
65. Energia dos raios X	93

CAPÍTULO VII.

Outras radiações novas.

66. As fontes de raios X	94
67-68. Raios BECQUEREL.....	94
69. Raios de descarga.....	98
70. Raios LE BON (?).....	99

CAPÍTULO VIII.

Natureza dos raios X.

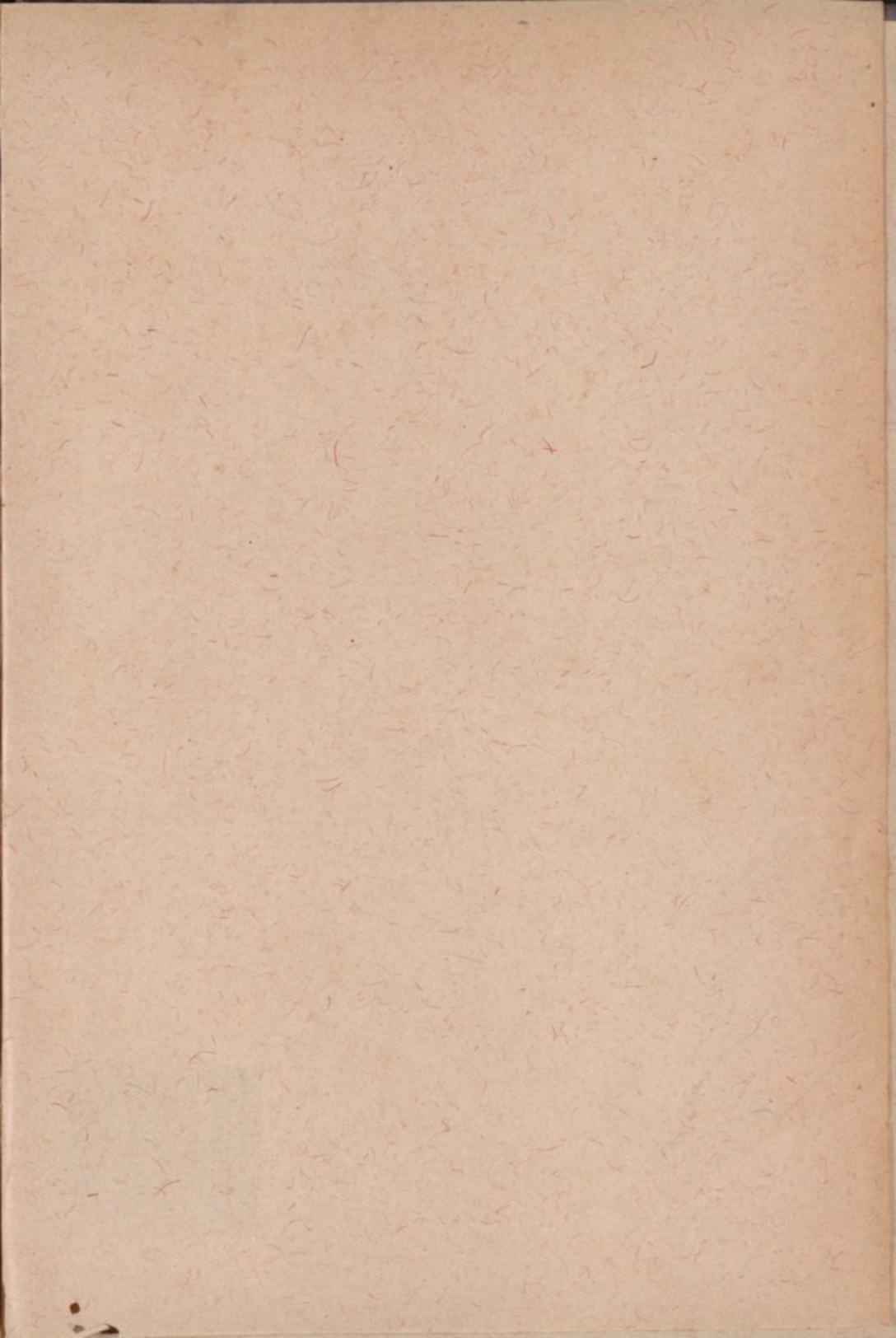
71. Theoria da emissão.....	102
72. Theoria das ondas longitudinaes	103
73. Theoria dos turbilhões.....	105
74-76. Theoria das ondas transversaes.....	106

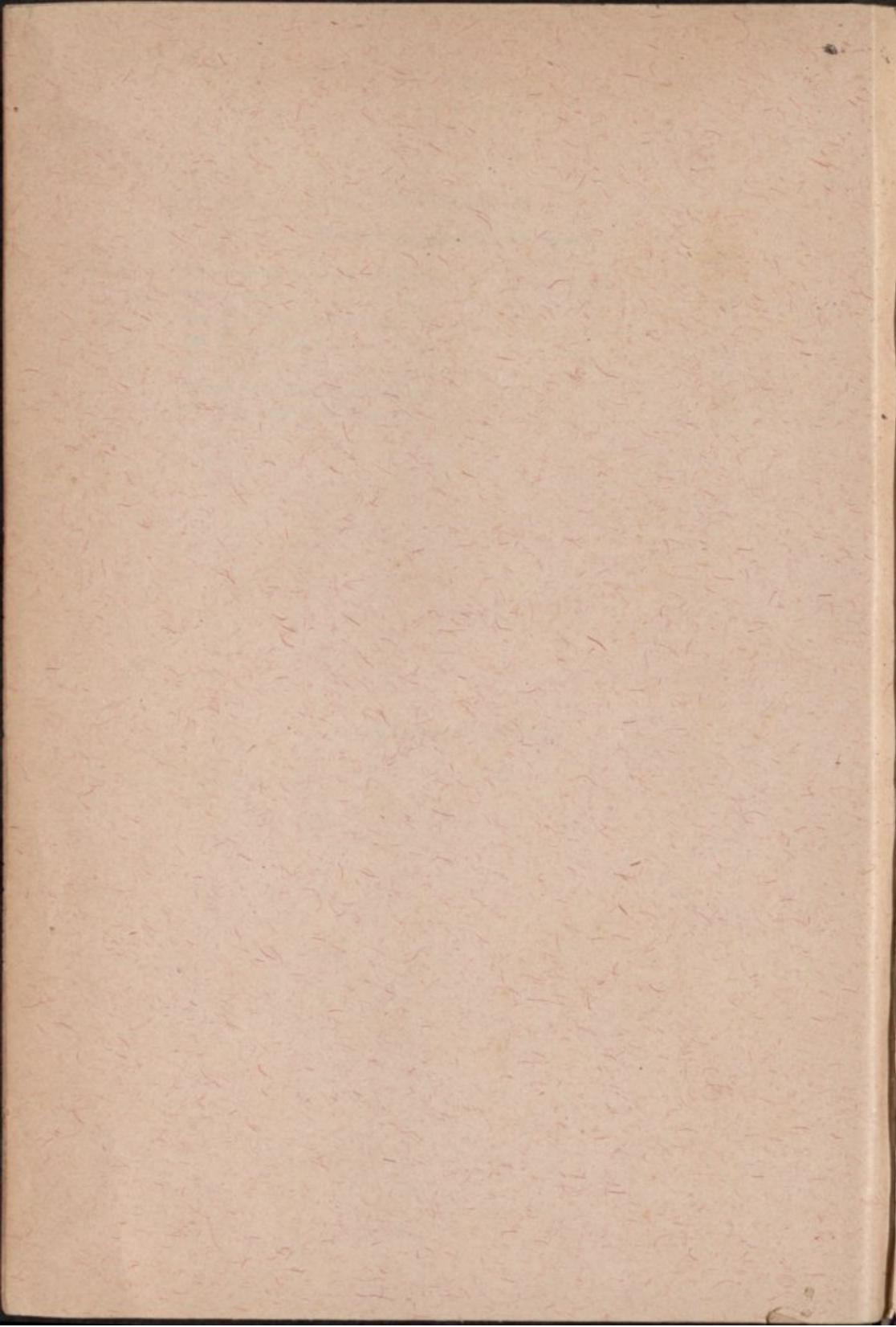
CAPÍTULO IX.

Técnica e applicações dos raios X.

	PAG.
77. A fonte de electricidade.....	114
78. O tubo.....	115
79. Condições operatórias.....	117
80. Fluoroscopia.....	118
81. Radiographia.....	119
82-83. Applicações cirúrgicas.....	120
84. Applicações diversas.....	123

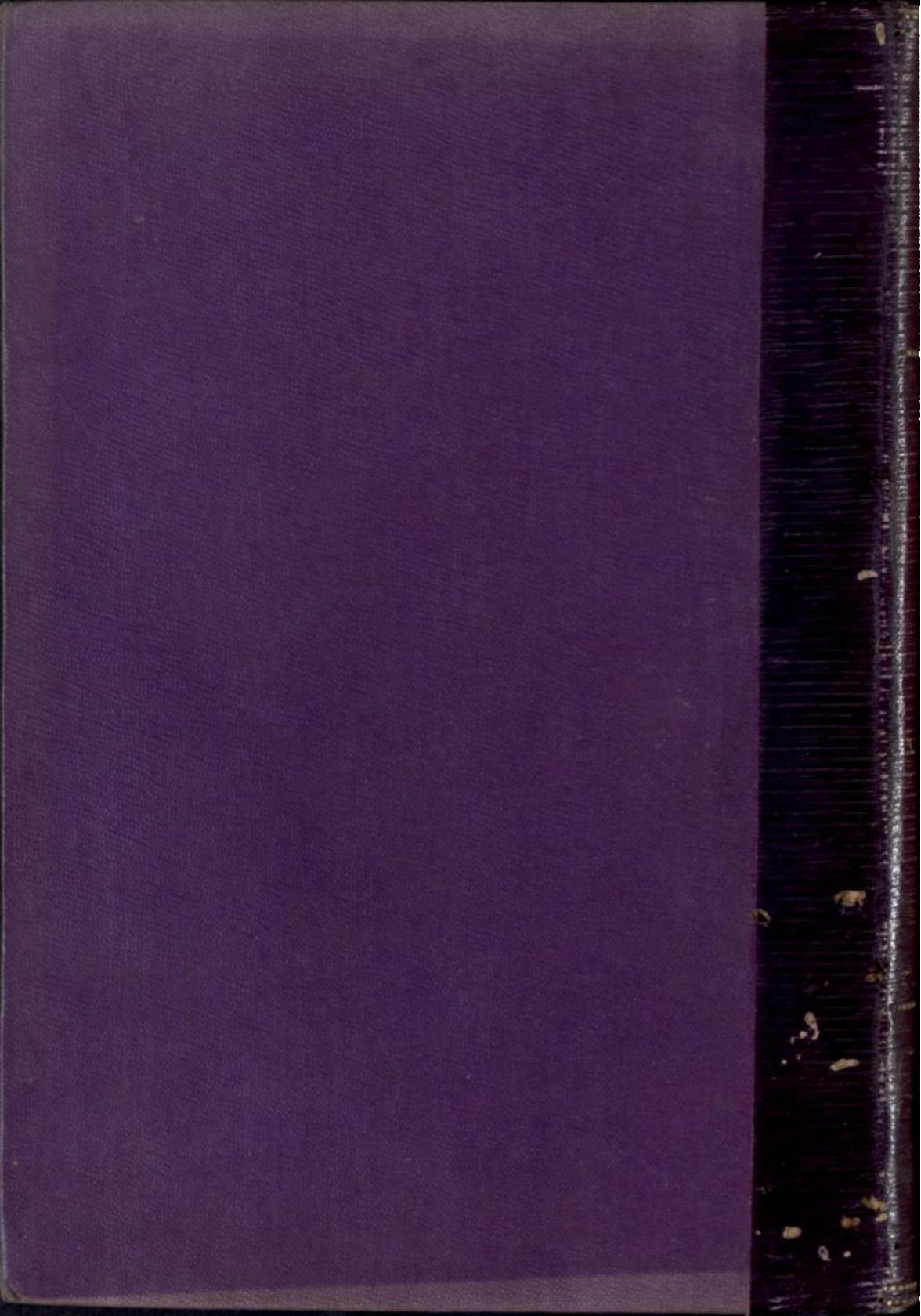
FIM DO ÍNDICE DAS MATÉRIAS.







60984 81800



1895

S. BASTO - DISSERTAÇÃO INAUGURAL

EM FÍSICA

FEITA EM 1908

EM VILA RICA

EM 1908

EM VILA RICA

EM 1908

EM VILA RICA