



**UNIVERSIDADE DE ÉVORA**  
**ESCOLA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**

**Mestrado em Química em Contexto Escolar**

**Dissertação**

**A investigação em Química no Portugal dos anos trinta do Séc.  
XX - o estudo de caso da Professora Doutora Branca Edmée  
Marques**

Maria Margarida Neves Heliodoro

**Orientador:**

Professor Doutor Augusto José dos Santos Fitas

2012



**Mestrado em Química em Contexto Escolar**

**Dissertação**

**A investigação em Química no Portugal dos anos trinta do Séc.  
XX - o estudo de caso da Professora Doutora Branca Edmée  
Marques**

Maria Margarida Neves Heliodoro

**Orientador:**

Professor Doutor Augusto José dos Santos Fitas



*«quem esquece os voos de ensaio da imaginação  
não chegará nunca a ser colhido por uma ideia nova capaz de fecundar as  
experiências»*

Max Planck citado por Giovanni Costanzo  
*in RCPA, 1931,3-4:156.*



## Nota de Apresentação e Agradecimentos

Em 2011 celebrou-se o Ano Internacional da Química, ano em que se comemorou também o centenário da atribuição do segundo Prémio Nobel a Madame Curie, o Prémio Nobel da Química.

Muitas atividades foram dinamizadas e publicitadas. Os órgãos de comunicação social dedicaram vários artigos a qualquer das duas efemérides. Em junho, o Professor Augusto Fitas apresentava-me a proposta de elaborar a minha dissertação de mestrado no domínio da História das Ciências em Portugal, no âmbito da química, sugerindo-me como tema de trabalho a atividade científica de Branca Edmée Marques, a investigação no feminino.

Foi uma tentação a que não resisti: enquadrava-se perfeitamente no espírito do Ano Internacional e a perspetiva foi a de conhecer uma investigadora e a sua ação, do ponto de vista histórico, próxima no espaço e no tempo.

Este trabalho não seria possível sem a colaboração de muitos a quem desejo agradecer.

Agradeço, em primeiro lugar, ao Professor Augusto Fitas, por me ter proporcionado este encontro com Branca Edmée Marques, pela sua disponibilidade e pela simpatia com que, sempre com uma crítica construtiva, orientou e aconselhou o meu trabalho.

Agradeço ao Instituto Camões, por disponibilizar o seu arquivo.

Agradeço à Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, que me possibilitou a consulta do espólio científico de Branca Edmée Marques e onde pude contar com a simpatia da D. Cláudia Azevedo.

Agradeço ao Arquivo Histórico dos Museus da Universidade de Lisboa, por disponibilizar o espólio de Branca Edmée Marques e pela amabilidade do Dr. Vítor Gens.

Agradeço, finalmente, à minha família e amigos (eles sabem quem são!) o apoio e os incentivos, por me terem escutado, corrigido e encorajado, estando sempre presentes quando necessitei.



# Índice

Nota de Apresentação e Agradecimentos .....	V
Resumo.....	XIII
Abstract .....	XV
1. Introdução.....	1
1.1 O Caso .....	2
1.2 As fontes .....	4
2. A Química em Portugal no primeiro quartel do séc. XX.....	7
2.1 Introdução.....	7
2.2 A <i>Revista de Química Pura e Aplicada</i> .....	8
2.3 Imagem da química em Portugal, entre 1919 e 1931, segundo os artigos publicadas na <i>RCPA</i> .....	9
2.4 A difusão dos trabalhos científicos sobre a radioatividade em Portugal, entre 1905 e 1931, segundo as publicações periódicas científicas <i>RCPA</i> e <i>O Instituto</i> .	19
2.4.1 Os trabalhos publicados na <i>RCPA</i> .....	19
2.4.2 Os trabalhos publicados em <i>O Instituto</i> .....	32
2.4.3 Sistematização das publicações abordando o tema Radioatividade, na <i>RCPA</i> e em <i>O Instituto</i> .....	34
2.5 Imagem da química em Portugal, entre 1932 e 1940, segundo as comunicações publicadas na <i>RCPA</i> .....	36
2.6 Conclusão .....	41
3. O Laboratório Curie e a investigação na Química dos elementos radioativos .....	43
3.1 Introdução.....	43
3.2 Radioatividade: o Conceito.....	44
3.3 Radioatividade: A descoberta e o contexto da descoberta .....	45
3.4 Radioatividade: Métodos de deteção .....	51

3.5 O trabalho no laboratório radioquímico: As descobertas.....	57
3.6 O trabalho no laboratório radioquímico: A investigação.....	63
3.7 Conclusão.....	70
4. Branca Edmée Marques em Paris .....	73
4.1 Introdução.....	73
4.2 Apresentação de Branca Edmée Marques .....	74
4.3 Branca Edmée Marques bolseira da JEN.....	76
4.4 Branca Edmée Marques: o trabalho científico .....	94
4.4.1 A tese .....	99
4.5 Cronologia das principais ações de Branca Edmée Marques entre 1931 e 1935.....	122
4.6 Conclusão.....	124
5. Branca Edmée Marques: A chegada a Portugal e o início da investigação em radioquímica, em Lisboa.....	127
5.1 Introdução.....	127
5.2 O regresso.....	128
5.3 O Laboratório de Radioquímica .....	131
5.4 Atividade associativa.....	137
5.5 Conclusão.....	140
6. Conclusão.....	141
7. Bibliografia.....	147
7.1 Referências bibliográficas gerais .....	147
7.2 Referências bibliográficas e Bibliografia de Branca Edmée Marques .....	151
7.3 Fontes e Revistas consultadas .....	154
8. Anexos .....	157
Anexo A - Quadro resumo das publicações, na <i>RCPA</i> , de químicos portugueses, ou estrangeiros a trabalhar em Portugal, entre 1919 e 1940.....	159
Anexo B - Documentos do processo de Branca Edmée Marques no Instituto Camões. ....	167
Anexo C - Documentos do espólio científico de Branca Edmée Marques arquivado na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.....	179

Anexo D - Publicações nos <i>Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris</i> (1931 a 1935) .....	207
Anexo E - Documentos do espólio de Branca Edmée Marques no Arquivo Histórico dos Museus da Universidade de Lisboa.....	223



## Índice de Figuras

Figura 1 - Sumário dos assuntos que a <i>RCPA</i> pretendia vir a tratar ( <i>RCPA</i> , 1905,1:3).....	10
Figura 2 - Registo das intensidades de corrente medidas por Marie Curie (Curie, 1898a).....	50
Figura 3 - Registo obtido, por método radiográfico, de uma amostra do minério pechblenda (Curie, 1910). ....	52
Figura 4 - Esquema de um condensador ligado a uma fonte (Curie, 1910). ....	53
Figura 5 - Esquema de dispositivo para medir a radioatividade com eletroscópio (Curie, 1910). ....	54
Figura 6 - Esquema de dispositivo para medir a radioatividade com eletrómetro de quadrantes (Curie, 1910). ....	54
Figura 7 - Quartzo piezoelétrico (Curie, 1910). ....	55
Figura 8 - Esquema de dispositivo para medir a radioatividade com eletrómetro e quartzo piezoelétrico (Danne, 1904). ....	56
Figura 9 - Esquema de condensador a gás (Curie, 1910b) .....	57
Figura 10 - Esquema do processo de fracionamento (Curie, 1910). ....	61
Figura 11 - Esquema, traçado por Branca Edmée Marques, do eletrómetro de quadrante e do eletrómetro de Curie-Debierne (EsCiBEM, FCUL) .....	79
Figura 12 - Esquema, traçado por Branca Edmée Marques, da lâmina de quartzo e do quartzo piezoelétrico (EsCiBEM, FCUL) .....	79
Figura 13 - Esboço, traçado por Branca Edmée Marques, da montagem para recolha da emanção (EsCiBEM, FCUL).....	80
Figura 14 - Esquema, traçado por Branca Edmée Marques, do processo de cristalização do brometo de bário radífero (EsCiBEM, FCUL) .....	81
Figura 15 - Esquema, traçado por Branca Edmée Marques, do processo de cristalização (EsCiBEM, FCUL) .....	81
Figura 16 - Folha do caderno de rascunho de Branca Edmée Marques (EsCiBEM, FCUL).....	82
Figura 17 - Esquema, traçado por Branca Edmée Marques, da montagem para doseamento de rádio nas águas minerais (EsCiBEM, FCUL). ....	83

Figura 18 - Tabela de resultados de medição da atividade da autunite, registo de Branca Edmée Marques, (EsCiBEM, FCUL).....	84
Figura 19 - Desenho do aparelho que Branca Edmée Marques fez construir e utilizou na sua investigação (AIC.0407.05.044.09) .....	89
Figura 20 - Fragmentos de algumas folhas dos cadernos de Branca Edmée Marques (EsCiBEM; FCUL). .....	96
Figura 21 - Fragmento de uma folha do caderno de rascunho (EsCiBEM; FCUL)...	96
Figura 22 - Rascunho de certificado da análise de minério de Urgeiriça (EsCiBEM; FCUL).....	97
Figura 23 - % de rádio nos cristais em função da % de bário nos cristais - - curva teórica $\lambda$ constante = 3,40; - - Curva teórica $K_f$ constante = 3,50; -X- curva experimental (Marques, 1935).....	111
Figura 24 - Definição dos coeficientes $K_e$ , $K_f$ e $\lambda$ na nota publicada nos <i>Comptes Rendus</i> . (Marques, 1933a).....	112
Figura 25 - Esquema representativo do método de separação do rádio por empobrecimento rápido em bário (Marques, 1935) .....	115
Figura 26 - Esquema representativo do método de separação do rádio por empobrecimento rápido em bário (fracionamento do brometo de bário-rádio) (Marques, 1935) .....	116
Figura 27 - Apresentação de dados nos <i>Comptes Rendus</i> (Marques, 1934a).....	119
Figura 28 - Planta, desenhada por Branca Edmée Marques, com as propostas de alteração ao Laboratório de Radioquímica em 1947 (AHMUL, 2639). .....	136

# **A investigação em Química no Portugal dos anos trinta do Séc. XX - o estudo de caso da Professora Doutora Branca Edmée Marques**

## **Resumo**

Nesta dissertação estuda-se a atuação de Branca Edmée Marques enquanto bolsista da Junta de Educação Nacional (1931-35) no Laboratório Curie, em particular a sua atividade científica, recorrendo à sua correspondência com esta instituição (conservada no Instituto Camões). Para compreender, em linhas gerais, o contexto da Química em Portugal no primeiro quartel do século XX, especialmente na radioatividade, analisa-se o conteúdo da *RCPA*, referenciando também os trabalhos publicados noutras revistas científicas editadas em Portugal nesse período. Aborda-se a história da radioatividade e o papel assumido por Mme Curie, para melhor se compreender a atividade científica do *Institut du Radium* (Paris) e enquadrar a investigação desenvolvida por Branca Edmée naquele Laboratório. Verificou-se que Branca Edmée investigou a lei da repartição do rádio entre as fases sólida e líquida na cristalização e precipitação fracionadas dos sais de bário radífero, tendo publicado sobre o assunto várias comunicações e defendido uma tese no *Doctorat d'Etat*.

## **Palavras-chave:**

Junta de Educação Nacional; Branca Edmée Marques (de Sousa Torres); História da Química em Portugal; Radioatividade



# **The chemical research in Portugal in the thirties of the twentieth century - the case study of “Professora Doutora Branca Edmée Marques”**

## **Abstract**

This dissertation concerns the performance of Branca Edmée Marques as a scholarship of Junta de Educação Nacional (1931-35) in Curie.Lab, particularly her scientific activity, studying her correspondence with this institution (filed in Instituto Camões). The content analysis of *RCPA* is made to understand, in general terms, the context of Chemistry in Portugal in the first quarter of the twentieth century, especially on radioactivity, also referring to papers published in other scientific journals published in Portugal, in this period. The history of radioactivity and Mme Curie’s role are mentioned for a better understanding of the scientific activity of Institut du Radium (Paris) and to fit her investigation in the Curie.Lab where she studied the law of the distribution of radio between the solid phase and the liquid phase in the fractionated crystallization and precipitation of radifer barium salts, having several publications on the subject and defended a thesis for Doctorat d’Etat.

## **Keyword:**

Junta de Educação Nacional; Branca Edmée Marques (de Sousa Torres); History of Chemistry in Portugal; radioactivity.



# 1. Introdução

Estudos e referências recentes (da última década) sobre a História da Ciência em Portugal mostram a importância que um organismo, como a Junta de Educação Nacional (JEN), criado em 1928, cujo projeto já estava em gestação desde os finais do regime monárquico e primórdio do regime republicano, teve no lançamento da atividade científica em Portugal (Fitas *et al.*, 2008) e (Rollo *et al.*, 2011). Foi a este organismo que se ficou a dever a organização de um corpo de bolseiros, jovens licenciados saídos das universidades portuguesas, que foram aprender e desenvolver investigação científica em laboratórios e outras instituições de pesquisa de países mais desenvolvidos.

Os licenciados pelas faculdades de ciências portuguesas eram daqueles que mais procuravam estas bolsas de longa duração em laboratórios estrangeiros, onde aprendiam o seu ofício de investigadores, propondo-se, muitos deles, a fazer provas de doutoramento em universidades mais prestigiadas (e.g. Londres, Berlim, Manchester, Paris, ...). Na Química destacou-se, entre outros, o caso de Branca Edmée Marques, bolseira durante quatro anos em Paris no Laboratório Curie.

Todo o trabalho desenvolvido nesta dissertação foi feito sob a égide do projeto de investigação financiado pela FCT (HC/0077/2009) intitulado «A Investigação científica em Portugal no período entre as duas guerras mundiais e a JEN», dirigido pelo Professor Doutor Augusto José dos Santos Fitas.

Do trabalho desenvolvido apresentou-se uma comunicação, intitulada “A atividade no Laboratório Curie da bolseira da JEN, Branca Edmée Marques” no 2º Workshop “A Junta de Educação Nacional e a investigação científica em Portugal no período entre guerras”, que decorreu nos dias 25 e 26 de maio de 2012 na Universidade de Évora, organizado pelo CEHFCi - Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência.

Constrói-se este trabalho com o intuito de explorar as atividades desenvolvidas na química, designadamente na radioatividade, nas primeiras décadas do século XX, por Branca Edmée Marques, uma portuguesa em Paris.

## 1.1 O Caso

Nos anos 20 e 30 do século passado, uma mulher, órfã de pai e sem fortuna pessoal, afirma-se no meio masculino da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa pela inteligência e determinação. Aluna distinta desde os primeiros anos de escola, é convidada para Assistente na Faculdade de Ciência da Universidade de Lisboa quando ainda não tinha concluído a licenciatura. Casa e, pelo contrato que é convidada a assinar pela família do futuro marido, exige a este que não lhe seja colocado qualquer impedimento na sua carreira profissional, refere no seu rascunho autobiográfico (EsCiBEM,FCUL)<sup>1</sup>. Aos 32 anos obtém uma bolsa da JEN e vai para Paris fazer investigação no Institut du Radium. Consegue chamar a atenção de Madame Pierre Curie, que aprecia o seu trabalho e lhe atribui e orienta a investigação científica que acaba por a conduzir ao doutoramento, "Doctorat d'Etat". Regressa ao fim de quatro anos a Portugal e é reconduzida ao seu lugar na Faculdade de Ciências. É então que aí instala um laboratório de radioquímica, o primeiro do género em Portugal.

É este o caso em estudo e essa mulher foi Branca Edmée Marques (de Sousa Torres). Que conjuntura nacional e internacional propiciou esta carreira? Quem eram e a que se dedicavam os químicos nacionais que enquadraram a opção desta mulher por esta ciência? Em que ponto estavam, a nível nacional e internacional, os conhecimentos sobre radioatividade, ramo do conhecimento então despontante? Qual o ambiente da instituição onde ingressa e obtém sucesso? A que investigações se dedicou naqueles quatro anos? Que resultados obteve? Como foi o seu regresso?

O objetivo deste estudo é fazer um levantamento da atividade científica de Branca Edmée Marques, bolseira da JEN, em particular no seu período de bolseira no Instituto do Rádio em Paris, até ao seu doutoramento na Universidade de Paris, e aquando da sua «reintegração» na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, onde vai procurar lançar as bases da continuação do seu trabalho em radioquímica, em Portugal. Todo o estudo que se vai desenvolver terá em conta uma análise comparada entre a produção científica e os projetos de trabalho desta bolseira e as linhas de investigação que, neste domínio, preocupavam a comunidade científica internacional. Procurar-se-á descrever a investigação

---

<sup>1</sup> (EsCiBEM, FCUL), de ora em diante os documentos do espólio científico de Branca Edmée Marques na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, à guarda do Departamento de Química e Bioquímica, serão assim referidos já que não se encontram catalogados. Poder-se-á seguir a indicação (Anexo) se for apresentada uma reprodução em anexo.

desenvolvida, e enquadrá-la no espaço e no tempo em que decorreu: os primeiros anos em Portugal, década de 1920, e, depois, em Paris, década de 1930, incluindo também o regresso às origens.

No capítulo 2, "A química em Portugal no primeiro quartel do séc. XX", o estudo da história da química tem o privilégio de contar com uma revista nacional que foi totalmente dedicada a esta ciência, a *Revista de Química Pura e Aplicada*, analisando-se o seu conteúdo, como uma das fontes, para conhecer a que se dedicavam os químicos em Portugal no primeiro quartel do século XX. Faz-se o estudo mais aprofundado dos anos que vão de 1919 a 1931 e complementa-se depois até 1940. No que respeita ao tema mais restrito da radioatividade, aquele que mais interessa neste trabalho, investiga-se logo a partir de 1905, ano de fundação da revista, e alarga-se o estudo a outros periódicos onde se publicavam artigos científicos, como é o caso de *O Instituto*.

No capítulo 3, "O laboratório Curie e a investigação na química dos elementos radioativos", faz-se o enquadramento histórico da descoberta da radioatividade após estabelecer as características do fenómeno. Seleciona-se a linha de estudo seguida pelo casal Curie. São os instrumentos de medida que diferenciam a investigação em radioquímica, pelo que se apresentam as bases do seu funcionamento. É marcante a descoberta dos novos elementos, o polónio e o rádio, entre outros, e a atividade química desencadeada para a sua extração dos minérios onde são identificados; as quantidades praticamente imponderáveis em que existem na natureza exigem a aplicação de demorados e cuidadosos processos de análise química. Desenvolvem-se as técnicas de partição e purificação dos elementos radioativos e urge conhecer as leis que regem a cristalização e a precipitação fracionada na separação destes elementos dos outros, mais abundantes, que os acompanham. Desta atividade dos Curie e, mais tarde, de Mme Curie emerge o Institut du Radium.

No capítulo 4, "Branca Edmée Marques em Paris", dá-se a conhecer a relação entre Branca Edmée Marques e a JEN, a sua correspondência e o cumprimento do acordo estabelecido, e também a sua relação com Mme Curie. Descreve-se a sua integração na atividade do Laboratório Curie e o desenvolvimento da investigação da lei que rege a cristalização e a precipitação fracionada dos sais de bário radífero, e expõem-se as conclusões a que chega.

No capítulo 5, "A chegada a Portugal e o início da investigação em radioquímica em Lisboa", procura-se o rasto da presença de Branca Edmée Marques, após o seu regresso de Paris, quando se ocupa da criação do Laboratório de Radioquímica na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Apurando-se como vai o país utilizar a mais-valia da formação especializada de uma investigadora em radioquímica.

Finaliza-se este estudo com uma Conclusão, o capítulo 6.

## 1.2 As fontes

Este estudo tem por base os processos correspondentes a Branca Edmée Marques no arquivo do Instituto Camões<sup>2</sup>, que permitem o desenvolvimento do caso proposto, onde se encontram cartas, recibos, relatórios da bolsa, ofícios da JEN e certificados de Madame Curie.

O espólio de Branca Edmée Marques, quer a parte que está arquivada no Arquivo Histórico dos Museus da Universidade de Lisboa, quer a que se encontra na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, constituído por diversos manuscritos da cientista, rascunhos de cartas e de outros testemunhos, cadernos de apontamentos e outros documentos, também é considerado de valor na investigação em causa.

As publicações da autoria da bolsa, correspondentes aos anos a que reporta o estudo, e a tese que defende na Universidade de Paris bem como as atas do Conselho Escolar da Faculdade de Ciências, as da Comissão Executiva da JEN e os relatórios dos anos escolares do Laboratório Curie constituem documentação também utilizada.

Consideram-se também fontes primárias a *Revista de Química Pura e Aplicada*, utilizando-se os volumes publicados entre 1905 e 1940, bem como alguns artigos de *O Instituto*, para traçar uma imagem da química em Portugal no primeiro quartel do século XX.

---

<sup>2</sup> Este trabalho estava praticamente concluído quando se deu a fusão do Instituto Camões com o Instituto Português de Apoio ao Desenvolvimento, originando o "Camões - Instituto da Cooperação e da Língua", em 1 de Agosto de 2012, pelo que é aqui sempre mencionado no sentido anterior à fusão por parecer mais adequado às referências que se vão tratar.

No que respeita ao desenvolvimento do conceito de radioatividade e das técnicas que lhe são associadas, foram procurados os textos dos cientistas que descobriram o fenómeno e primeiro o investigaram, recorrendo-se a eles sempre que possível. Foram fontes secundárias os textos de colaboradores daqueles cientistas, designadamente colaboradores de Madame Curie e de estudiosos que se dedicaram à análise do Laboratório Curie - como é o caso de Soraya Boudia (Boudia, 2001) -, ou do trabalho da sua diretora, ou ainda textos gerais de física.



## 2. A Química em Portugal no primeiro quartel do séc. XX

### 2.1 Introdução

Apesar da reduzida atividade de investigação desenvolvida em Portugal, nos finais do século XIX e princípio do século XX, nas instituições de ensino superior, é neste período que aparecem alguns jornais científicos nacionais, onde os cientistas portugueses, a par das já conceituadas revistas europeias, podiam também publicar os seus trabalhos. No início do século XX, existia o *Jornal de Ciências Mathematicas e Astronomicas* (fundado em 1877 por Francisco Gomes Teixeira) que se publicou em Coimbra até ao ano de 1905, vindo a surgir no Porto, a partir dessa data, os *Annais Scientificos da Academia Politécnica*<sup>3</sup>. Em Lisboa, a Academia de Ciências mantinha a publicação do *Jornal de Ciências Mathematicas Physicas e Naturaes*<sup>4</sup>. Também em 1905, foi fundada a *Revista de Química Pura e Aplicada*. A acompanhar estas publicações, a Universidade de Coimbra mantinha, desde 1852, uma revista de carácter generalista e universitário, abarcando todas as áreas do conhecimento, *O Instituto*, cuja colaboração era garantida pelos professores desta universidade.

Analisa-se o conteúdo da *Revista de Química Pura e Aplicada* para traçar o retrato do que se fazia em química, em Portugal, no primeiro quartel do século XX: quer os temas investigados, quer as relações entre os investigadores, ou as relações com o estrangeiro. No caso particular da radioatividade recorre-se também a *O Instituto*.

---

<sup>3</sup> Esta mudança deveu-se ao facto de Francisco Gomes Teixeira ter abandonado a Universidade de Coimbra e passar a ocupar uma cátedra na Academia Politécnica do Porto.

<sup>4</sup> Termina a sua publicação no final da década de trinta.

## 2.2 A Revista de Química Pura e Aplicada

A *Revista de Química Pura e Aplicada*<sup>5</sup> (*Revista de Chimica Pura e Applicada*)<sup>6</sup> teve como fundadores os Professores A. J. Ferreira da Silva, lente de Química Orgânica e Analítica na Academia Politécnica do Porto e de Química Legal e Sanitária na Escola de Pharmacia, e Alberto d'Aguiar, lente de Patologia Geral na Escola Médico-Cirúrgica e de Química Farmacêutica na Escola de Pharmacia, e ainda José Pereira Salgado, demonstrador de química na Academia Politécnica, sendo o primeiro, diretor do *Laboratório Chimico Municipal do Porto*, e os outros químicos no referido laboratório (*RCPA*, 1905,4)<sup>7</sup>.

A razão por que se tornou urgente a publicação, de periodicidade mensal, de uma revista portuguesa de química, encontra-se no programa estabelecido na *RCPA*:

"A remodelação que entre nós soffreram ultimamente os estudos de chimica nos nossos estabelecimentos de ensino superior, a criação das novas cadeiras de chimica pharmaceutica, de chimica bromatologica e toxicologica nas Escolas de Pharmacia, a instituição dos cursos de chimica sanitaria pelas recentes reformas do ensino da hygiene, a organização e melhoramento dos laboratorios medicos junto das Escolas medicas de Lisboa, Coimbra e Porto, justificam bem tal necessidade.

Mas ha mais: possuímos laboratorios agricolas, de hygiene, clinicos e technicos, uns mantidos pelo estado, outros pelas municipalidades, e, finalmente, outros por particulares; existe organizado um pequeno núcleo de industrias chimicas, representadas por fabricas de sulfureto de carbono, ácidos sulfurico e chlorhydrico, velas estearicas, sabões, oleina, adubos chimicos, etc., e, acima de tudo, temos na fertilidade do nosso solo agrícola um caudal de applicações e estudos chimicos, que aproveitam muito directamente á riqueza e prosperidade do paiz. (...)

A nossa missão será, pois, archivar o que já se produz nos nossos laboratorios, orientar os que trabalham nos progressos incessantemente realizados e de que dão conta as publicações congeneres estrangeiras, publicar artigos de explanação scientifica doutrinaria ou experimental, que possam ser d'utilidade aos alumnos que frequentam as nossas cadeiras de chimica geral e especial, e aos que desejam ficar ao corrente dos progressos mais notáveis das sciencias chimicas (...).

---

<sup>5</sup> Que passará a designar-se *RCPA*. Disponível em <http://www.spq.pt/>.

<sup>6</sup> Foi publicada até 1955. Em 1958 dá lugar à Revista Portuguesa de Química.

<sup>7</sup> (*RCPA*, 1905,4). De ora em diante os documentos da *RCPA* serão representados pelas iniciais *RCPA*, a que se seguem dois ou três grupos de dígitos, separados por vírgulas os primeiros, representando: ano de edição e número e, após dois pontos, página (se numerada).

Tentaremos trazer os nossos leitores ao corrente do movimento químico português, já por informação dos factos que na especialidade se passem no nosso paiz, já por indicações bibliographicas das publicações recebidas (...)” (*RCPA*, 1905,1-3).

Atendendo ao programa divulgado, parece que se poderá traçar uma imagem da atividade química, em Portugal, com o recurso à análise do conteúdo desta publicação. Abordar-se-á, sobretudo, o conteúdo da *RCPA* no intervalo de tempo compreendido entre 1919 a 1931, abrangendo os anos desde a entrada de Branca Edmée Marques no curso superior e a sua ida para o estágio em Paris, por poder enquadrar a decisão tomada pela futura bolsista, tanto mais que o seu nome aparece como presente nas reuniões da Sociedade Portuguesa de Química e Física desde a sessão de Maio de 1931 até à sua partida (*RCPA*, 1931,3-4) e, mais tarde, quando regressa. Para obter a imagem do desenvolvimento da radioatividade até então, estender-se-á o estudo do ano 1905 ao ano de 1931 e, finalmente, para melhor compreender a sociedade química em que Branca Edmée Marques virá a integrar-se, alargar-se-á a análise ao período de 1932 a 1940.

### 2.3 Imagem da química em Portugal, entre 1919 e 1931, segundo os artigos publicadas na *RCPA*

Aborda-se o conteúdo da *RCPA* para se construir uma imagem da percepção, no seio da comunidade dos químicos portugueses, do desenvolvimento da química, quer nacional quer internacional, entre os anos 1919 e 1931.

Sobre os artigos publicados faz-se uma análise quanto à sua autoria (número de autores, nacionalidade e escola), à sua natureza (artigo de investigação ou comunicações em congressos, relatórios técnico-científicos e lições ou didáticos) e ao seu conteúdo.

Os assuntos que a *RCPA* se propõe tratar são apresentados no primeiro número publicado (Figura 1).

I. Chimica geral e chimica physica.	X. Chimica medica (biologica e pathologica).
II. Chimica inorganica.	XI. Chimica pharmaceutica.
III. Chimica organica.	XII. Chimica toxicologica.
IV. Chimica analytica.	XIII. Hydrologia medica.
V. Chimica mineralogica e geologica.	XIV. Bibliographia.
VI. Chimica agricola.	XV. Revista dos jornaes.
VII. Chimica sanitaria. Falsificações dos alimentos.	XVI. Movimento chimico portuguez
VIII. Bacteriologia. Hygiene.	XVII. Variedades e correspondencia.
IX. Chimica technica. Industrias chimicas.	-- Litteratura e historia chimica.

Figura 1 - Sumário dos assuntos que a *RCPA* pretendia vir a tratar (*RCPA*, 1905,1:3).

Inicialmente, os diversos artigos publicados eram todos classificados de acordo com esta tabela e assim organizados; contudo, nos anos a que se reporta a análise efetuada, esta classificação deixara de ser utilizada.

A *RCPA* tornou-se, em 1912, no boletim da Sociedade de Química Portuguesa, que fora fundada um ano antes<sup>8</sup>. Nesse ano, publica os Estatutos daquela sociedade que, no Capítulo VI, sob o título de Publicações, definem:

"Art. 23.º A Sociedade adopta como seu Boletim a «Revista de Chimica Pura e Applicada». N'esta revista, cujo numero de paginas é illimitado, serão insertas as actas das sessões, os trabalhos apresentados pelos socios e os resumos de trabalhos scientificos publicados em outros logares, assim como communicacões que interessem os socios sob o ponto de Vista scientifico ou social.

§ único. A Sociedade fará além d'esta, as publicações que julgar convenientes.

Art. 24.º O presidente e os secretários constituem a commissão de redacção das publicações da Sociedade.

Art. 25.º Todos os socios receberão gratuitamente as publicações da Sociedade. A todos os socios que fizerem communicacões scientificas serão dadas cincoentas separatas gratuitas dos seus trabalhos." (*RCPA*, 1912,1:7).

A partir de 1917, passou a ser a publicação oficial daquela sociedade e da Secção de Física com que foi ampliada. Quando em 1927 surge a Sociedade Portuguesa de Química e Física, a *RCPA* converteu-se no seu órgão científico (*RCPA*, 1928,1:1). No

---

<sup>8</sup> O primeiro "diretório" da Sociedade tinha a seguinte constituição: Ferreira da Silva - presidente; Achilles Machado e Alvaro Basto - vice-presidentes; Mastbaum - 1º secretário; Cardoso Pereira - 2º secretário; Amando Seabra - tesoureiro e Carlos von Bonhorst, Cesar Lima Alves e Pereira Salgado - vogais.

primeiro fascículo de 1930 é dada a conhecer a criação do Instituto de Climatologia e Hidrologia da Universidade do Porto do qual a *RCPA* passa, também, a ser órgão oficial.

Nos anos que são analisados, a *RCPA* estrutura-se naquilo que se pode designar por secções ou rúbricas: Comunicações e memórias científicas (este título acaba por desaparecer), Revistas dos jornais ou Revista das revistas, Bibliografia ou Revista bibliográfica, Variedades ou Informações, Literatura Científica, Necrologia, Sociedade Portuguesa de Química e Física (onde se publicavam as atas das sessões ordinárias) e Boletim Meteorológico do Observatório da Serra do Pilar.

Durante o período em foco, 1919-1931, não foi publicada de 1921 a 1923 nem, tão pouco, em 1926 e 1927 e em 1928 começa a ter uma emissão trimestral. Em 1920, antes da primeira suspensão referida, verificou-se a publicação de algumas comunicações com mais de vinte anos (três), o que poderá indiciar dificuldades em obter artigos atuais, mesmo nacionais. Quando é retomada a publicação (1924) afirma a comissão redatorial da *RCPA*:

“esta Revista deu conta do movimento científico português e estrangeiro (...) esforçar-se há por ser o repositório do movimento científico português hoje tão intenso e variado que não pode dispensar êste centro de unificação, propaganda e estímulo.”  
(*RCQPA*, 1924,1-3,5).

Já quando é retomada a publicação em 1928, após a segunda suspensão, escreve Alberto d’Aguiar, então presidente da Sociedade de Química e Física:

“(...) Na crise profunda que atravessam as ciências experimentais e nomeadamente a Física e a Química, consequência da escassez de cultura, da decadência dos respectivos estudos, da deficiência de instalações laboratoriais, do abandono a que se votam os seus poucos mas fervorosos cultores e, sobretudo, dessa onda avassaladora de comodismo e de menor esforço que a todos domina, levando-os a encarar na sua profissão mais o aspecto grosseiro do seu rendimento material que o elevado sentimento do seu estudo e progresso, poderá parecer temeridade e ousadia a tentativa de ressuscitar a existência duma Revista que, ferida quasi de morte pela perda daquele que encarnava o amor pela investigação, o culto da Ciência, o rigor do ensino e a ansiedade em fazer reverter em benefício da Humanidade o fruto do seu intenso e apaixonado labor, tem vivido de arrancos com que os discípulos do Mestre a pretendem levantar, honrando a sua memória. (...)”

Não anunciamos programa novo; a orientação da Revista mantém-se intacta, pois dentro dela, como até hoje, cabem as múltiplas questões da Química e da Física, que mais úteis sejam à ciência portuguesa e mais interessem os seus respectivos cultores.” (*RCPA*, 1928,1,1).

Estas palavras evidenciam as dificuldades sentidas e ilustram a perceção que os editores tinham do que se fazia (ou não) em investigação na ciência do Portugal de então.

Considerando os 8 volumes publicados, entre janeiro de 1919 e Dezembro de 1931, pode-se contar cerca de 111 textos que foram, nos primeiros números, classificadas como "*Comunicações e memórias científicas*", classificação que, como se referiu, deixou de constar em 1924, altura em que é retomada a publicação após um interregno de três anos. Esse número, que surge no ano a seguir ao falecimento de António Joaquim Ferreira da Silva, é praticamente todo dedicado a homenagear o insigne Doutor, químico do Porto e fundador da *Revista (RCPA, 1924,4-3)*. Com o exame breve dos autores daquelas 111 comunicações, verificamos que cerca de 37 são químicos portugueses ou estrangeiros a trabalhar em Portugal, para estes, organiza-se em quadro, no Anexo A, os textos publicados, fazendo-se uma classificação dos conteúdos em categorias. Apenas em cinco situações as comunicações têm mais do que um autor: juntam-se A. J. Ferreira da Silva e Alberto d'Aguiar; A. J. Ferreira da Silva e Ricardo Gomes da Costa; Achilles Machado e A. Cardoso Pereira e ainda Charles Lepierre e Abel Carvalho.

Entre os autores nacionais, dos que se consegue identificar a origem, assinalam-se 13 de Lisboa, 10 do Porto e 8 de Coimbra. Maioritariamente são professores ou assistentes em estabelecimentos de ensino superior. Recorde-se que, em 1911, a Escola Politécnica se transformara na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e que, paralelamente, a Academia Politécnica dera lugar à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Os professores de Lisboa lecionavam ou no Instituto Superior Técnico ou na Universidade de Lisboa (sobretudo na Faculdade de Ciências), estando António Augusto de Aguiar também ligado ao Laboratório do Instituto Industrial e Comercial de Lisboa; os do Porto representam, para além da Faculdade de Ciências, as Faculdades de Farmácia e a de Medicina, estando Alberto d'Aguiar também associado ao seu laboratório ("Laboratório do Prof. Aguiar"); os de Coimbra são quase todos da Universidade, sendo Alberto Ferreira da Silva da Escola Nacional de Agricultura. Entre os que não estão associados a escolas de ensino superior, temos o Sr. Emílio Dias que assina sempre como remetente de Abrigada; o engenheiro V. Sousa Brandão; Holtreman do Rego, chefe do Laboratório de Química do Instituto Central de Higiene de Lisboa; Manuel Rodrigues Ferro, doutor em farmácia pela Universidade de Madrid; Hugo Mastbaum diretor do Laboratório de Inspeção Geral dos Vinhos e Azeites e o

tenente farmacêutico Leão Rodrigues de Almeida Correia, do Hospital Militar Principal de Lisboa. De referir que, dos Açores (Ponta Delgada), se regista uma contribuição de Mateus de Albuquerque. Entre todos estes colaboradores encontram-se dois professores de Branca Edmée Marques, Achilles Machado e Pereira Forjaz, e também Charles Lepierre com quem trabalha quando faz um estágio no Instituto Superior Técnico.

Apenas surgem textos de catorze autores estrangeiros (não residentes), alguns deles são publicados vários anos após a sua produção. No fascículo de 1919 n.º 1 a 4 surge, de Icilio Guareschi, italiano, sócio honorário da Sociedade, já falecido, duas notas sobre a sua pesquisa de 1912 que teve como tema o bromo. Mais antiga ainda, de 1908, é a lição de Henry Le Chatelier, também publicada naquele fascículo, a propósito dos trabalhos de química mineral. No fascículo de 1924 n.º 4 a 6, surge, de M. L. Moreau, Directeur de la Station de Œnologique de Maine-et-Loire, «*La désacidification des Moûts et des Vins*», de 1913, considerada útil à vinificação portuguesa. É diferente a situação da comunicação “*Valores máximos da intensidade da Radiação solar observados em diferentes regiões do globo terrestre*” do Doutor Ladislav Gorczynski, polaco, cujo artigo foi escrito, expressamente para a *RCPA* (*RCPA*, 1931,1:1)<sup>9</sup>. De referir que seis dos autores estrangeiros, quase metade, aparecem somente nos fascículos do ano 1919.

Poder-se-á, então, concluir:

O trabalho de equipa não estava verdadeiramente instalado.

Apesar de maioritariamente estarem representadas as escolas de ensino superior de Lisboa, Porto e Coimbra, também se encontra divulgação do trabalho realizado em outros laboratórios.

A revista não tinha características de publicação internacional, os químicos portugueses não interagiam diretamente com os seus colegas de outros países ou não divulgavam o resultado da possível correspondência científica.

---

<sup>9</sup> Artigo originalmente escrito em francês e cuja tradução para português foi solicitação do autor.

No intervalo de tempo considerado, só um artigo é da autoria de uma mulher, em 1930, Raimunda Alves Dinis, licenciada, Assistente da Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto (*RCPA*, 1930,3-4:106)<sup>10</sup>.

Quanto à frequência, naturalmente alguns autores repetem-se, nove de entre eles têm quatro ou mais autorias, A. J. Ferreira da Silva, entre 1919 e 1920, antes de falecer, faz publicar cinco textos, três deles sobre análise de águas e os outros dois sobre toxicologia. A. Pereira Forjaz, que só surge em 1928 e até ao final de 1931, faz publicar dez comunicações, sete delas sobre análise de águas ou hidrologia; é sem dúvida o autor mais prolífero. Devem ser também referidos: A. Cardoso Pereira e Álvaro Machado com sete comunicações; Alberto d'Aguiar e Achilles Machado com seis e Elísio Milheiro e Armando Laroze com cinco; a produção de Giovanni Costanzo, Professor no Instituto Superior Técnico, surge em sete fascículos diferentes, no entanto corresponde apenas a quatro trabalhos.

É a partir de 1928 que mais se diversificam os autores; nos últimos quatro anos abordados surgem vinte e um novos comunicadores.

No que respeita à natureza, muitos dos artigos publicados resultam de comunicações em conferências e congressos, ou mesmo de reuniões da Sociedade ou ainda de alguns discursos (cerca de 20).

Algumas das conferências aconteceram no âmbito de encontros internacionais, como seja a de António Gomes de Almeida "*A Introdução da teoria de Lavoisier em Portugal I- O compêndio antiflogístico português*", conferência pronunciada no IV Congresso Luso-Espanhol para o Progresso das Ciências (*RCPA*, 1925,1-12:38), realizado em 1925 em Coimbra, ou a de Charles Lepierre e Abel de Carvalho de 1931, apresentada no "*XI Congrès de Chimie Industrielle*" em Paris (*RCPA*, 1931,3-4:161). Há que referir, também, a publicação da conferência feita em Estrasburgo, sob os auspícios da Associação Francesa para o Progresso das Ciências, em 1919, pelo químico francês Ch. Moureu, "*Lavoisier e os seus continuadores*", onde o autor faz um resumo de "*Histoire des doctrines chimiques depuis Lavoisier jusqu'à nos jours*", publicada meio século antes por Ad. Wurtz, na secção Literatura Científica (*RCPA*, 1919,10-12:).

Entre os textos apresentados em encontros nacionais, encontra-se a comunicação de Achilles Machado e A. Cardoso Pereira pronunciada na sessão

---

<sup>10</sup> O título do artigo é "*Ensaio da água oxigenada oficial*".

solene em honra de Marcelino Berthelot que, sendo promovida pela Sociedade de Química e Física, tinha um carácter mais alargado que as suas "sessões científicas" usuais, tendo sido apoiada pela Academia das Ciências (RCPA, 1928,1:3).

Achilles Machado advogou, em 1917, o que é referido em 1919 por A. Cardoso Pereira, que as comunicações de sócios à Sociedade não necessitam ser "trabalhos de grande fôlego, pequenas mas úteis modificações dum experiência de demonstração, um novo pormenor analítico, etc., serão sempre bem aceites e apreciados" (RCPA, 1919,5-9:174). É neste âmbito que surgem as "Notas Químicas" de Achilles Machado (RCPA, 1919,1-4:107), a comunicação "Três Experiências de Curso" de A. Cardoso Pereira (RCPA, 1919,5-9:174), ou as "Notas Analíticas (Laboratório do Prof. Aguiar)" de Alberto d'Aguiar (RCPA, 1924,7-12:213).

Também são comunicações frequentes as Lições ou Cursos e ainda a explanação de programas no âmbito da química (cerca de 15). Alguns destes textos são muito extensos e, por isso, dividem-se por vários fascículos consecutivos. É o caso das "Notas das Lições de Radioactividade dadas no Instituto Superior Técnico", de Giovanni Costanzo, que se estendem por 4 fascículos, o primeiro dos quais de 1919 (RCPA, 1919,5-9:206), e do "Curso Prático de físico-química" de W. Kopaczewski, "Doutor em Medicina e Ciências" e Professor no Instituto de Altos Estudos da Bélgica que, convidado por Alberto d'Aguiar, realizou esse curso no Laboratório de Química Fisiológica na Faculdade de Medicina do Porto, em 1927, consistindo em duas conferências gerais sobre coloidologia médica, e em lições e trabalhos práticos intermediários sobre as "mais importantes aplicações e processos técnicos deste fecundo método de estudo dos fenómenos biológicos". Os trabalhos práticos foram coordenados pelos Doutores Elísio Milheiro, Afonso Guimarães, Oliveira Frias e Freitas Veloso; e a publicação do curso iniciou-se em 1928 e prolongou-se por 5 fascículos (RCPA, 1928,3:134). Deve referir-se que o trabalho de Henry Le Chatelier, publicado com um desfasamento de 11 anos, é uma lição, "A sílica e os silicatos" (RCPA, 1919,1:22), bem como o de G. Denigès, Professor da Faculdade de Medicina e Farmácia de Bordéus, "Fluor e fluoretos", lição do curso de Química Analítica, este de 1916-17 (RCPA, 1919,5-9:163). As lições de Química Geral do ano letivo 1919-20, no Instituto Superior Técnico, são coligidas pelo então aluno A. Cardoso Pereira, a RCPA faz publicar, num fascículo de 1920, parte dessas lições, devidamente revistas pelo professor, com o título "O rádio" (RCPA, 1920,1-4:62). Por A Cardoso Pereira (Professor) são divulgados: o "Programa do Curso de

*química fisiológica (1923-1924)*" (RCPA, 1924,1-3:85) e 38 experiências de curso "Sobre catálise", "adotadas, adaptadas, modificadas ou inventadas [pelo autor] para acompanhar 3 lições de catálise", de 1925, no Laboratório Químico do Instituto de Medicina Legal de Lisboa (RCPA, 1931,1:24).

Há, também, artigos que assumem a forma de relatórios de trabalhos ou de visitas (20). Há relatórios de análises químicas, nomeadamente de águas ou de agentes toxicológicos, é exemplo o relatório do trabalho "Leite de consumo em Lisboa em 1877" de António Augusto de Aguiar, realizado a pedido da Câmara Municipal de Lisboa e publicado em 1920 (RCPA, 1920,1-4:1). Álvaro R. Machado publica, em 1929 (em dois fascículos), excertos do seu Relatório da "Missão de Estudo" realizada em França, Alemanha, Suécia e Suíça com subsídio da "Faculdade de Ciências" e da JEN: "Instituto de massas e medidas da Suíça. Serviço metrológico português. Utilização dos laboratórios da Universidade do Porto" (RCPA, 1929,3:156) e "Instituto de Ótica de Paris e do Pinheiro de Bordéus" (RCPA, 1929,4:204). Também Alberto Ferreira da Silva publica as notas tomadas e os trabalhos efetuados durante o seu estágio no Centre de Recherches Agronomiques de Versailles, "Sobre o doseamento de ácido fosfórico" (RCPA, 1930,3-4:69).

De José Pereira Salgado é publicado, em fascículo de 1929, previamente à sua leitura, que será em 1930, em "sessão científica" da Sociedade, o que corresponde ao relatório da sua participação no IX Congresso de Química Industrial, em Outubro de 1929, em Barcelona, "O IX Congresso de Química Industrial" (RCPA, 1929,4:185).

Quando se pretende classificar as diferentes comunicações quanto ao seu conteúdo, encontra-se alguma diversidade. Assim, pode-se dividi-las nas seguintes categorias principais: histórico-biográficas (14), química analítica (47), a qual pode incluir praticamente todas as de análise de águas (17), química farmacêutica/fisiológica (23; 6 das quais de análise química).

Na primeira categoria, estudos histórico-biográficos, são encontrados textos, por exemplo, sobre Lavoisier, Proust, Bernardino António Gomes, Berthelot, Charles Moureau, Fritz Pregl e João Jacinto de Magalhães. Contudo, a personagem mais tratada foi António Joaquim Ferreira da Silva, fundador da RCPA e falecido em 1923, a quem é dedicado praticamente todo um fascículo (RCPA, 1924,1-3:7), no ano após a sua morte, sendo homenageado, ainda, em pelo menos outros dois.

Na segunda categoria, química analítica, 87% dos artigos podem considerar-se como análise química de produto (águas, produtos alimentares como leite e vinhos, minerais ou farmacêuticos).

Na subcategoria análise de águas, quase tudo o que se publicou corresponde a análise química de águas (88%). São estudadas várias fontes, quer de águas da nascente, quer termais, e mesmo municipais (Monção, Gerês, Felgueira, Porto, Entre-os-Rios, Cambres, Corgas). Pereira Forjaz é o autor de maior número de publicações sobre o assunto, como por exemplo: "*Taxonomia Hidrológica. Determinação da radioatividade das águas das nascentes da Torre e de Casas Novas (Entre-os-Rios)*" (RCPA, 1928,1:38); "*Hidrologia portuguesa*" e "*A água do Gerês e a sua mineralização secundária (A risca 6103,8 do lítio, e as dúvidas que ela suscitou)*" (RCPA, 1928,2:79); "*Constantes físico-químicas e radioatividade da água das Corgas*" (RCPA, 1931,1:15). Mas também outros se debruçam sobre este tema, como A. J. Ferreira da Silva e Alberto d'Aguiar, numa comunicação em francês, "*Le fluor dans les eaux minérales de Portugal e d'Espagne*", publicação de uma nota inserida cerca de vinte anos antes no "*Bulletin de la Société Chimique de France, 3.e série, t. XXI, Mémoires, 1899: 887-890*" (RCPA, 1919,5-9:202). A polémica estabelecida entre Emílio Dias e Alberto d'Aguiar, a propósito da primeira análise "*conscienciosa*" de águas do Gerês que Alberto d'Aguiar atribui a Adolfo de Sousa Reis e onde Emílio Dias defende que foi o primeiro a efetuar tal análise, é publicada sob o título "*A análises das águas do Gerês por Sousa Reis e Emílio Dias*" "*pelo Prof. Alberto d'Aguiar (Documentos para a história das mesmas águas)*" que compreende uma carta de Emílio Dias e a resposta de Alberto d'Aguiar (RCPA, 1925,1-12:122). Dentro das diversas e numerosas abordagens à análise de águas, há que destacar a preocupação com a higiene e saúde pública mas também com as propriedades terapêuticas a que, por vezes, se associava a exploração empresarial.

A química farmacêutica, associada às aplicações médicas, como fisiológicas ou terapêuticas, tem uma forte implantação na RCPA (23), de que é exemplo o texto de Alberto d'Aguiar, "*Variantes da concentração urinária normal e patológica*" (RCPA, 1924,4-6:136); ou o curso de físico-química do Prof. W. Kopaczewski, "*L'Etat coloidal & la médecine*" (RCPA, 1929,3:121). Ainda no âmbito desta categoria está a análise toxicológica que surge muitas vezes associada à química forense. É o caso de: "*Investigação toxicológica de estricnina em um vinho suspeito*" de A. J. Ferreira da Silva e Ricardo Gomes da Costa ou, agora só de A. J.

Ferreira da Silva, "*Resumo de um caso médico-legal - Gonçalves*" (RCPA, 1920,5-12:259).

Aos grupos apresentados outros se podem juntar, embora menos relevantes quanto ao total de artigos publicados. É o caso dos temas da química mineralógica que são, sobretudo, de análise química, mas onde também encontramos de outro carácter, por exemplo, "*O rádio nos granitos de Portugal*" de Giovanni Costanzo (RCPA, 1928,2:68). A ocorrência da química industrial é tema quase só ligado à indústria de extração e aos fertilizantes (azotados e fosfatados), mas é registada, pelo menos duas vezes, a presença de portugueses no Congresso de Química Industrial, uma vez em Barcelona e outra em Paris. Assinala-se também as preocupações com a nomenclatura e a metrologia, onde aparecem alguns artigos de que é exemplo "*Unificação de nomenclatura físico-química, (proposta apresentada à Sociedade portuguesa de Química e Física)*" por Álvaro R. Machado (RCPA, 1928,1:43). No que respeita à Química-Física, registre-se, dentro do número reduzido, a comunicação "*A afinidade Residual*" de Mateus d'Albuquerque (RCPA, 1919,5-6:233). Já no campo da termodinâmica, pode-se referir "*Aplicação termodinâmica ao estudo da destilação e cristalização fracionada*" de Rui Gustavo Couceiro da Costa (RCPA, 1925,1-12:28).

Propositadamente, não se referiu o tema Radioatividade, porque é o domínio que mais interessa, aquele que enquadra o caso em estudo. Por isso dedica-se-lhe o ponto seguinte, onde será analisado mais pormenorizadamente.

Como conclusão sublinha-se ainda:

Sobressai uma estratégia editorial que parece pretender divulgar o que fazem os investigadores portugueses nos laboratórios nacionais, mas também o que se faz no estrangeiro, sendo que, neste caso, se verifica algum desfasamento no tempo.

A Sociedade Portuguesa de Química e Física e, portanto, a RCPA mostram interesse em divulgar produção portuguesa ainda que não seja de grande fôlego.

A divulgação dos resultados de incursões de portugueses na Europa, quer sejam estágios, visitas ou participações em congressos, e, portanto, o esforço dos investigadores nacionais para se atualizarem.

Que as temáticas das comunicações, publicadas no intervalo de tempo abordado, estão maioritariamente associadas à química analítica, assumindo particular relevância as análises de água efetuadas nos diferentes laboratórios.

Em suma, concorda-se, por isso, com (Gil *et al.*, 2011): “*Em Portugal, durante as primeiras décadas do século XX, o desenvolvimento da Química esteve quase sempre ligado às suas aplicações.*”

## 2.4 A difusão dos trabalhos científicos sobre a radioatividade em Portugal, entre 1905 e 1931, segundo as publicações periódicas científicas *RCPA* e *O Instituto*

### 2.4.1 Os trabalhos publicados na *RCPA*

Para compreender o que se divulgava e, a partir daí, o que se fazia na área particular da radioatividade, analisam-se as publicações na *RCPA* desde a sua fundação, 1905, até ao ano de 1931 (além dos anos mencionados no ponto anterior, a *RCPA* também não foi publicada em 1915). Neste caso, não se atentará apenas nas “*Comunicações e memórias científicas*” mas também nas outras rubricas da *RCPA*, nomeadamente “*Revista de jornaes*”, “*Variedades*” e “*Bibliografia*” ou ainda “*Necrologia*”, já que é também nestas que surgem as primeiras e mais numerosas menções à radioatividade.

A primeira menção aos fenómenos associados à radioatividade surge logo em 1905, no fascículo 6, na rubrica “*Revistas e jornaes*”, onde se dá conhecimento da existência de artigos, neste caso na *Rev. de la R. Acad. de ciências exactas, físicas y naturales de Madrid*, da autoria de Muñoz de Castillo, “*Produccion artificial de la radioactividad. - Confrontación de puntos de vista en matéria de radioactividad*”, onde, de acordo com a Redação, o autor continua os seus “*interesantes estudos*” (*RCPA*, 1905,6:284).

Reconhece-se que a radioatividade é uma temática com alguma divulgação nos meios académicos, com a publicação da “*oração de sapiência*” proferida pelo

Professor Eduardo Pimenta, lente da Escola de Pharmacia do Porto, na abertura solene dos trabalhos escolares, em novembro de 1905, "*Consequências do methodo experimental*". Ainda que não seja mencionado o termo radioatividade, fala-se do radio, das propriedades das sua emissões e das suas utilizações terapêuticas:

"GIESEL reconhece que um sal de radio luminoso por si continua a produzir uma precepção luminosa, quando entre elle e os olhos se interpõe um diaphragma metaliico. (...)

A descoberta do radio, dil-o o DR. JUMON, não é um facto casual, é o terminus de pesquisas perseverantes de BECQUEREL sobre as propriedades activas de certos corpos. O radio, cujo pezoatomico foi determinado por M.e CURIE, emite espontaneamente, como o uranio, radiações analogas ás d'este corpo, mas um milhão de vezes mais intensas. A propagação irradiante faz-se em linha recta; os raios nem se reflectem, nem se refractam, nem se polarisam. Uns desviam-se no campo magnético como os de ROETGHEN; outros soffrem um desvio semelhante aos raios cathodicos.

Mas, além das propriedades physicas citadas e de outras sufficientemente conhecidas, convém assignalar o phenomeno curiosíssimo de o radio emitir radiações actuando atravez do ar e no vacuo, para communicar aos corpos collocados na sua visinhança uma certa actividade, persistente durante algum tempo, mesmo depois de já affastado.

(...)

Todos sabem que os raios BECQUEREL tem uma pronunciada acção bactericida; e bem assim a luz solar, especialmente nas zonas ultra-violetas do espectro. O methodo de FINSSEN constitue a melhor applicação d'este facto.

ARKINASS E CASPARI operaram com o radio sobre o micrococcus prodigiousus, e demonstraram que só os raios ROETGHEN contidos nas radiações é que tinham um poder microbicida decisivo.

O radio está sendo largamente empregado no tratamento de certas doenças."  
(RCPA, 1905,11:I).

Logo em 1906, na secção "Bibliografia" é divulgada a revista "*Brotéria - Revista de Sciencias naturaes, do collegio de S. Fiel*", onde o "sr. M. Rebimbas" escrevera "*sobre o rádio e os nossos actuaes conhecimentos sobre a radioactividade da matéria*" (trata-se de uma outra publicação portuguesa pelo que se conclui que o tema pelo menos desperta alguma curiosidade no país) (RCPA, 1906,4:156). Nesse mesmo ano, no fascículo de maio, na secção de "Necrologia" faz-se o elogio de Pierre Curie, relacionando-o com a descoberta do radio e a evolução dos conhecimentos sobre a radioatividade, registando que "*A Academia polytechica [do Porto] (...) resolveu consignar em acta, para ser transmitido à*

*viuva, um voto de sentimento pela perda do ilustre professor.” (RCPA, 1906,5:199).*

Na secção “Revistas e Jornaes” vão aparecendo, ao longo dos vários volumes, pequenos comentários ao trabalho publicado por diversos autores que mencionam, nas suas temáticas, a radioatividade. Desde logo, ainda em 1906, podemos encontrar menção ao trabalho de Ch. Moureu sobre a radioatividade nas fontes termais, “*Sobre os gazes das fontes thermaes. Determinação dos gazes raros; presença geral do argo e do hélio*” - incluía-se nessas fontes a de Caldellas -, publicado nos *Comptes Rendus* (RCPA, 1906,7:277); a uma nota de P. Curie e A. Laborde, “*Sobre a radioactividade dos gazes que provém da agua das fontes thermaes*”, que também incluía a de Caldellas, igualmente publicado nos *Comptes Rendus* em 1906 (RCPA, 1906,8:316); ou ainda a Eug. Ackermann cujas notas publicadas na *Chem. Zeitung* em 1906, referem o nosso país: “*Sobre o Rádio em Portugal*” ou “*O urânio em Portugal*” (RCPA,1906,9:345).

Em 1907, a RCPA faz referência ao trabalho de João de Magalhães, publicado em *O Instituto*. Este autor português faz, segundo a redação da RCPA,

“um interessante trabalho sobre o rádio e a radioactividade. É certo que é um estudo de compilação; mas como é minucioso e bem feito, pode ajudar os chimicos.

O capitulo II trata especialmente a descoberta e preparação do rádio. (...)

Os processos de separação química empregados são baseados na característica conhecida da radioactividade.” (RCPA, 1906,10:389).

e traça um resumo das operações químicas necessárias. A propósito desta revista falar-se-á mais à frente.

Na secção “Revistas e Jornaes” continuam a ocorrer menções a autores que se debruçam sobre o tema da radioatividade, como é o caso de F. Dienert e E. Bouquet, em 1907, com “*Sobre a radioactividade das fontes de agua potável*” que também saiu nos *Comptes Rendus* (RCPA, 1907,9-10:419), ou a alusão a publicações, como em 1916 é referido o *Boletin del Laboratorio de Radioactividad de la Facultad de Ciencias de Madrid* (RCPA, 1916,5-8:265).

Na secção de “Variedades”, aparecem pequenas notícias, sendo assim publicitado, em 1907, o curso de “*Physica Geral*” de Mme Curie, onde a primeira lição versa “*a teoria dos iões nos gazes e sobre a radioactividade*” (RCPA, 1907,2:76).

Numa pequena nota, sem registo de autor, também em 1907, pode ler-se:

"O estudo da radioactividade das nossas aguas mineraes. - Muito cumpria que se fizesse. Comtudo entre nós ainda se não encontra em parte alguma, que nós saibamos, o material necessário para o iniciar. Debalde o tem procurado o nosso collega DR. MASTBAUM. De sorte que nos é preciso recorrer a Hespanha á amabilidade do snr. MUNOZ DEL CASTILLO OU á França a M.me CURIE.

Não será tempo de olharmos mais por este assumpto e acompanharmos o movimento scientifico?" (RCPA, 1907,9-10:433).

Em 1910, é divulgado o comité português a participar, nesse setembro, no "*Congresso Internacional de Radiologia e de Electricidade em Bruxelas*", constituído a pedido do comité organizador. Tem por presidentes honorários Paulo Benjamim Cabral e Virgílio Machado; Ferreira da Silva por presidente e Alberto d'Aguiar e Oliveira Pinto como secretários que solicitam a adesão de participantes. Estando a radioactividade contemplada no programa, Mme Curie proferiria a conferência inaugural (RCPA, 1910,1:26).

Em julho, é divulgada uma carta de João Novaes em que este reclama a primazia nas "*pesquisas sobre a radioactividade das aguas mineraes portuguezas*" afirmando que:

"em 1905 eu publiquei um relatorio das aguas de Caldellas em que estudava a radioactividade d'estas aguas, provando-a com uma analyse de A. LABORDE, preparador de M. CURIE, e a V. recorri para me aconselhar n'algumas duvidas que tive no modo de captar os gazes das mesmas aguas." (RCPA, 1910,7:231).

Esta carta surge na sequênciade outro pequeno apontamento que aparecera antes, a divulgar o trabalho realizado em Portugal, intitulado: "*As primeiras pesquisas sobre radioactividade das águas mineraes portuguesas*". Pesquisas estas alegadamente realizadas por Oliveira Pinto<sup>11</sup> que, em parte do trabalho, foi acompanhado por Ferreira da Silva. Foram analisadas as águas das "*regiões de Vidago, Pedras Salgadas, Gerez e Doçãos*", tendo sido utilizado um aparelho "*de M. Danne, do laboratório de Mme Curie, construído pela casa Thurneysen*" (RCPA, 1910,5-6:198). O autor trabalhara em dezembro de 1909 no laboratório de Mme Curie, tendo sido orientado por M. A. Laborde no estudo da radioactividade. Esta nota dá lugar, nas duas edições seguintes, à comunicação "*Primeira contribuição para o estudo da radioactividade das águas mineraes de Portugal*", sendo a segunda parte desta comunicação correspondente à nota que o autor apresentou no *2º Congresso Internacional de Radiologia e Electricidade*, em Bruxelas, em

---

<sup>11</sup> Padre Jesuíta, P. António Oliveira Pinto S.J. (1868-1933), que esteve no Colégio de Campolide a partir de 1890 até 1910, onde desempenhou o papel de professor de Matemática e de Ciências Naturais (Romeiras *et al*, 2012).

setembro de 1910, tendo sido este trecho da comunicação apresentado em francês. Na primeira parte, após algumas considerações sobre o estudo da radioatividade, considera que *"Entre nós, forçoso é confessal-o, apesar dos talentos e boas vontades que nos sobejam no campo científico, pouco ou nada se tem trabalhado"*. Procura depois esclarecer algumas questões: *"O que vem a ser, porém, esta emanção [cuja presença é manifestada nas águas]? Como se poderá avaliar?"*. Considera o rádio e o tório e as suas manifestações radioativas, e fala do fenómeno aparentemente contraditório com a lei da conservação da energia. Exprime a lei da variação da atividade radioativa e aborda o fenómeno das transformações sucessivas (transmutação), concluindo:

"O primeiro producto, pois, que o radio creou, para assim dizer, á custa da sua constituição atómica, é a emanção, gaz instável, que, por sua vez, por desagregação espontanea, origina novos productos. (...)

É, pois, ponto assente: do radio desprende-se um gaz radioactivo, a emanção, que é o producto de uma constante transformação do radio; effectivamente, 3, 8 dias depois de a recolher ou, em números redondos, depois de 4 dias, o radio recobra metade da radioactividade perdida, e ao cabo de um mez toda ella; — a radioactividade do radio, portanto, vae unida a uma transformação da materia, e a uma transformação da materia vae também unida a radioactividade da emanção. (...)

Limitando o que vou dizendo ao estudo das aguas mineraes, digo que das propriedades das emanções e dos productos successivos da sua desagregação espontânea se pôde deduzir a natureza radioactiva de uma agua mineral; a analyse do grau ou percentagem d'essa emanção dará a riqueza radio-activa da mesma agua mineral.

Assim, é mister ter presentes as características das emanções, bem como das actividades induzidas de cada corpo radioactivo em qualquer estudo a que se proceda. (RCPA, 1910,8-10:269).

Adverte para a complexidade do processo e para a dificuldade do estudo completo da radioatividade das águas minerais, considerando que se deve estender também ao estudo das nascentes, nomeadamente às sua lamas e rochas e, também, aos gases que brotam, bem como aos gases raros dissolvidos nas águas. Considera o seu primeiro ensaio uma análise sumária da radioatividade, já que apenas procedeu ao

"(...) ensaio da emanção que as águas minerais, mais ou menos, arrastam dissolvida.(...)

O meio pratico d'essa analyse funda-se, como é sabido, no poder ionisante da emanção. O ar, sob a acção das irradiações do radio, o mesmo se diga de qualquer

outro corpo radioactivo, torna-se bom conductor da electricidade e pode deixar passar correntes electricas, que não serão accusadas nos galvanometros de maior sensibilidade, mas que facilmente se podem avaliar por meio de um bom electometro ou electroscopio. (...)

A maior ou menor exactidão, portanto, nas avaliações da radioactividade depende da maior ou menor sensibilidade e perfeição dos aparelhos que se applicuem a essas avaliações. (RCPA, 1910,8-10:269).

Explica brevemente o método de determinação e define a unidade de medida:

"(...) CURIE propoz a unidade milligramma-minuto, — ou a quantidade de emanação que produz um milligramma de brometo de radio puro n'um minuto." (RCPA, 1910,8-10:269)

O brometo de rádio de que se serviu foi amavelmente cedido por Mlle Gleditsch. O processo de tratamento das águas compreendeu a eliminação, por potassa cáustica, do gás carbónico e a ebulição completa do líquido. Como anteriormente se mencionou, usou o "*aparelho de Danne*" mas também, embora em menor escala, o "*eletrómetro bifilar de Wulf*", fazendo a descrição pormenorizada destes aparelhos, bem como do seu modo de funcionamento (RCPA, 1910,8-10:269).

Na segunda parte Oliveira Pinto faz considerações sobre a ação terapêutica das águas naturais e descreve cada uma das fontes analisadas. Publica a tabela dos resultados obtidos, desde a água menos radioativa (Moledo com 0,09 miligramas-minuto em 10 litros de água) à mais radioativa (Cucos com 1,42 miligramas-minuto em 10 litros de água) (RCPA, 1910,11:342).

Continuando no âmbito da rubrica que inicialmente foi chamada "Comunicações e memórias científicas", além das três já mencionadas (a do Professor Eduardo Pimenta e as duas de Oliveira Pinto), encontram-se mais algumas em que a radioactividade é abordada, por vezes apenas com breves comentários mas, outras vezes, como tema de fundo.

Em 1907, a propósito d' "*A necessidade de ampliação do estudo da chimica pharmaceutica e da criação da cadeira de chimica biológica nas Escolas de Pharmacia*", o Professor A. Carvalho da Fonseca tece várias considerações sobre os trabalhos de Becquerel e de Curie, comentando: "*Todas as atenções, pois, se estão dirigindo hoje para o estudo e descoberta das substancias dotadas de radioactividade, sendo a principal preocupação a tentativa da transmutação dos elementos.*", o que mostra, uma vez mais, a curiosidade com que estava a ser

encarada a radioatividade no global da química enquanto disciplina (RCPA, 1907, 11:439).

Em 1911, foi publicado um texto, sem indicar a data de origem, de Max de Nansouty, químico francês, "*Como se fabrica o rádio*" que é iniciado com:

"Fábrica-se radio industrialmente. Certamente, não é um fabrico constante e banal, mas emfim -existe. Todos sabem, ou devem saber, que o radio não foi isolado em estado metallico apesar do seu nome sonoro, e não se pôde mesmo afirmar que o seja algum dia." (RCPA, 1911,3:74).

pelo que a Redação se vê na obrigação de esclarecer que:

"Depois que o auctor escreveu este artigo, o radio foi isolado (*Comptes Rendus*, n.º 10, de 5 de setembro de 1910, p. 523). O radio metallico é branco, brilhante e funde a 700°. Ennegrece rapidamente no ar, por certo por causa de formação de um azoteto. Decompõe a agua e dissolve-se n'ella." (RCPA, 1911,3:74).

O autor faz ainda a descrição do tratamento químico a que é submetida a pechblenda para obtenção do brometo de rádio.

Em 1913, englobado em "*Sobre as analyses de minérios em Portugal*", Carlos Lacombe, químico no laboratório central das minas da casa Henry Burnay e C.<sup>a</sup> de que era chefe Giovanni Costanzo, afirma ser efetuada a dosagem do uranio pelo processo de Auger em

"(...) que reduz o urânio pelo zinco amalgamado na solução chlorhydrica ou sulfúrica do ataque do minério sem previa separação do ferro, doseando depois o urânio, em presença do ferro que existir no minério, com uma solução titulada de um sal férrico, usando, como indicador de um excesso de sal férrico, 1 ou 2 grammas de sulfocyaneto de ammonio." (RCPA, 1913,2:43).<sup>12</sup>

Declarando:

"Debaixo do ponto de vista radioactivo, medimos a radio-actividade, tomando como unidade a radio-actividade do oxydo Verde de urânio e a quantidade de radio pelo processo da emanção de Mme Curie. Estes trabalhos estão especialmente a cargo do dr. G. Costanzo." (RCPA, 1913,2:43).

Nesse mesmo fascículo, Charles Lepierre e Abel Carvalho tecem "*Algumas considerações á cerca da analyse dos minerios de "Uranio pobres e fosfatados"*", um trabalho do Instituto Superior Técnico, onde apresentam seis processos diferentes para a "*separação efetiva do ácido fosfórico do urânio*" que

---

<sup>12</sup> O processo preconizado, mais tarde, por Maurice Curie, para dosear analiticamente o urânio nos "*minerais negros de Portugal*" é diferente da exposta. Utiliza um fosfato de urânio verde transformado em pirofosfato amarelo (Curie,1925).

experimentaram com minérios de urânio fosfatados da região da Guarda, concluindo que a separação pelo acetato de sódio é o que dá resultados bons e mais rápidos (RCPA, 1913,2:45).

Num fascículo ainda desse ano, surge o discurso pronunciado na "*Sociedade Chimica Italiana*" por Sir William Ramsay: "*O papel do hélio na natureza*" sobre a descoberta do hélio e a sua relação com a radioatividade (RCPA, 1913,5:168).

Giovanni Costanzo divulga, num texto que corresponde a uma nota que antes tinha sido publicada nos *Comptes Rendus*, o fenómeno a que, como M. Pierre Curie, chamou "*d'occlusion radioactive*", "*Sur l'occlusion des produits du Radium*". Pierre Curie não terá considerado o fenómeno nos metais mas Giovanni Costanzo procurou verificar se o paládio tem propriedades análogas para os produtos de desintegração do rádio, comparando os resultados deste com os da borracha e os do bronze. Descreve os vários ensaios e conclui que o bronze segue as leis estabelecidas por Pierre Curie para a radioatividade induzida dos metais, mas que no caso do paládio o fenómeno se dá com a mesma intensidade que para a borracha, podendo, assim, este substituir os outros fios metálicos utilizados no estudo da radioatividade induzida, especialmente na atmosfera (RCPA, 1913,12:393).

Oliveira Pinto volta a publicar um artigo, em 1914, sobre as águas, "*A radioactividade nas aguas medicinaes de fraca mineralização*", desta vez refletindo sobre as suas propriedades terapêuticas e defendendo que:

"Não é, pois, a radioactividade mais intensa que influe essencialmente na acção therapeutica de uma fonte mineral.

Isto, porem, que é rigorosamente exacto nas aguas mineraes de composição salina abundante e complexa, não no é nos mananciaes de fraca mineralização." (RCPA, 1914,1-6:125).

Em 1918, Francisco Martins de Souza Nazareth e Felismino Ribeiro Gomes, dois professores assistentes da *Faculdade de Ciências de Coimbra*, relatam o seu trabalho com as águas do Luso, "*Constantes físico-químicas das águas do Luso*", após remodelação das condições de captação da nascente do Luso. Os autores apresentam o resultado da determinação das constantes físico-químicas feitas em amostras por eles colhidas diretamente. No que respeita à radioatividade, depois de definido o objeto de análise:

" I. Determinar qualitativa e quantitativamente a emanação ou emanações dissolvidas na água.

II. No caso de haver gases espontâneos, fazer igualmente a determinação qualitativa e quantitativa das emanações nêles contidas.

III. Fazer a pesquisa dos sais radioactivos dissolvidos na água e no caso dum resultado positivo, fazer a respectiva determinação qualitativa e quantitativa. (...)

(...) para a água do Luso, alem da radioactividade na nascente, foram feitas determinações da radioactividade da água da "buvette", dum banho para êsse efeito expressamente preparado e dos gases espontâneos da nascente.(...)

Adoptaremos, com CH. MOREU, como medida da quantidade de emanação lançada para a atmosfera por uma fonte a quantidade de emanação em equilibrio radioactivo com a fonte." (RCPA, 1918,7-8:125).

São esclarecidos alguns conceitos como a "quantidade de emanação em equilíbrio com a fonte" ou o "microcurie", e são apresentados o processo e o método de medida:

"A emanação foi extraída da água por ebulição, introduzida no aparelho de medida e a corrente de saturação medida em valor absoluto por um método de compensação." (RCPA, 1918,7-8:125).

São ainda divulgados os resultados das medidas para as diferentes amostras e comparada a radioatividade das águas e gases da nascente do Luso com a de outras fontes de águas portuguesas e estrangeiras. Entre as conclusões, podemos destacar:

3. — A água e os gases da nascente do Luso são fortemente radioactivos.

4. — O ar na vizinhança da nascente contem uma quantidade considerável da emanação do rádio.

5. — A pequena diferença entre os valores da radioactividade da água determinada na fonte e nos lugares em que a sua acção terapeutica é utilizada — banhos, "buvette", etc.,— prova que o transporte, para êstes pontos, da água da nascente é feito nas melhores condições, utilizando-se assim a quasi totalidade das propriedades radioactivas da água.

6. — Da comparação com a radioactividade da água e dos gases doutras nascentes com a da nascente do Luso conclue-se que esta, não só pela radioactividade da sua água mas principalmente pela de seus gases, se pode pôr a par das águas mais radioactivas estrangeiras." (RCPA, 1918,7-8:125).

Em 1919, são publicadas em 4 fascículos consecutivos - como já foi mencionado -, as "*Notas das lições de radioactividade dadas no Instituto Superior Técnico*", cujo autor é o Professor Giovanni Costanzo. O curso, na sua estrutura, tem uma Introdução e três capítulos: Capítulo I - Passagem da electricidade através dos gases (RCPA, 1919,5-9:206) e (RCPA, 1919,10-12:284); Capítulo II - Os

fenómenos de radiação (*RCPA*, 1920,1-4:15); e Capítulo III - A desagregação atómica (*RCPA*, 1920,5-12:220). Na Introdução há uma breve abordagem histórica do tema (referindo-se à descoberta dos novos elementos, aos diversos tipos de radiação e à transmutação; além de uma bibliografia geral com autores como Mme Curie, Rutherford, J. J. Thomson, W. H. Bragg, F. Soddy e N. R. Campbell.)

Do Instituto Superior Técnico, é, também, publicado um extrato das "*Lições de Química Geral*", ano letivo de 1919-20, coligidas pelo então aluno Artur Saldanha Cardoso Pereira, e revistas, a pedido da Redação, pelo professor, intitulado "*O rádio*". Falando das descobertas de Röntgen, da hipótese de Poincaré e dos trabalhos de Becquerel, traça a história da descoberta da radioatividade. Descreve a investigação de Mme Curie sobre o comportamento de diversos minerais, nomeadamente da pecheblenda. Reflete sobre a possibilidade da existência, em Portugal, de minérios que proporcionem a extração do rádio, sugerindo que, a esse propósito, sejam lidos os trabalhos do Professor Bensaúde, de mineralogia, e também os dos Professores Pereira Forjaz e Giovanni Costanzo citados pelo primeiro, acrescentando:

"A antunite (também chamada uranite ou calco-uranite) distingue-se, logo à primeira vista, da torbernite, pela cor: a torbernite é verde esmeralda, enquanto que a antunite é amarela, de enxofre. Quimicamente distingue-se a antunite da torbernite (de que vamos já falar) por conter cálcio no lugar do cobre,  $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 8 \text{ Aq.}$  (algumas antunites contêm 10 ou 12 Aq., sem que se saiba bem ao certo a que se devem estas excepções).

Não obstante a sua fraca radioactividade é precisamente a antunite da mina da Urgeiriça que é manipulada para a extracção do rádio na fábrica do Barracão, sob a direcção do meu ilustre amigo e colega neste Instituto, o sr. Prof. Ch. Lepièrre. É uma das fábricas de maior produção da Europa (200 a 300 mgr. por mês)." (*RCPA*, 1920,1-4:62)

terminando com uma promessa de continuação:

"Para isolar o rádio utilizou-se Mme CURIE, não da antunite que ela tinha em casa, isto é, em França, mas da pechblenda, de Joachimstal. A antunite, muito menos activa que a pechblenda, não lhe convinha, evidentemente. Esse novo corpo (hipotético, na ocasião) deveria existir em muito pequena quantidade — na realidade, como depois se viu, ainda em muito menor quantidade que ela imaginava. Era, pois, natural ir procurá-lo precisamente onde se deveria encontrar em maior abundância; ou, por outras palavras, no minério mais fortemente activo.

Examinemos juntos essa obra gigantesca. (Continua)." (*RCPA*, 1920,1-4:62).

que não se chega a encontrar. Como informação suplementar à citação anterior acrescente-se que, de acordo com Maurice Curie, a autunite portuguesa, nomeadamente o minério de Urgeiriça, após um primeiro tratamento químico em solo nacional, era tratado em fábricas na região de Paris (Curie,1925).

A pesquisa da radioatividade nas águas minerais é um dos trabalhos mais frequentemente apresentados por António Pereira Forjaz, Professor de Química na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Em 1919, com Achilles Machado, escreve, usando o tema "*Nascentes de Portugal*", a "*memória científica*", "*Águas de Felgueiras*" em que, após classificação da água quanto à sua mineralização, traça o historial das diversas análises a que foi submetida. Apresenta também os resultados das medições de radioatividade efetuadas, fazendo a comparação com outras águas do país. Especificando os autores das diversas análises, verifica-se que se repetem os nomes de Souza Nazareth, G. Costanzo, C. Lepierre, Oliveira Pinto e A. Pereira Forjaz (RCPA, 1919,10-12:281). Em 1928, depois de se ter debruçado sobre "*Taxonomia hidrológica*" (RCPA,1928,1:38), Pereira Forjaz apresenta "*Determinação da radioactividade das águas das nascentes da Torre e Casas Novas (Entre-os-Rios)*", com a descrição dos trabalhos realizados:

"(...) In situ, trabalhamos com o magnífico electrómetro do Prof. H. W. Schmidt, construído cuidadosamente nas oficinas da casa Spindler & Hoyer, de Göttingen (...) que preferimos aos congéneres, mesmo ao fonta-ktoscópio Engler e Sieveking, que também nos tem servido. Junto das nascentes da Torre e das Casas Novas aplicámos, pois, o processo de agitação de Schmidt, acompanhando, em seguida, a evolução exponencial dos depósitos activos, nas câmaras de ionização. Registada a hora exacta da colheita das amostras foi a experimentação de campo completada com a de laboratório, utilizando então o aparelho universal de Danne e o processo de ebulição, reportando as conclusões ao momento da colheita, mediante as tabelas de Kolowrat." (RCPA, 1928,1,41).

Uma vez apresentados os resultados das medições, conclui sobre as qualidades terapêuticas das águas das referidas fontes. Em 1929, é a vez da "*Determinação da radioactividade das Águas de Monção - constantes físico-químicas*", onde afirma:

"Empregámos os métodos conhecidos de agitação e de ebulição, tendo-nos servido principalmente do magnífico Electrómetro de Wulff, com fios de quartzo, o qual apresentava uma fuga praticamente nula. (...)

Utilizámos então, como termo de comparação, um soluto padrão de rádio, próprio para determinações semelhantes e vindo da Alemanha. (...)

Esta nossa determinação permite agora indicar que mesmo entre as bicarbonatadas sódicas, pela sua radioactividade, as águas de Monção devem ocupar

um dos primeiros lugares: Vidago n.º 1 tem apenas 12,77 milimicrocuries; Vidago n.º 2, 3,59!" (RCPA, 1929,1:152).

Após esta conclusão, são apresentadas as constantes físico-químicas determinadas para aquelas águas. Finalmente, em 1931, divulga os resultados de um estudo semelhante, desta vez intitulando-o "*Constantes físico-químicas e radioactividade da água das Corgas*" (RCPA, 1931,1:15).

De Giovanni Costanzo, encontram-se ainda, no intervalo de tempo que estamos a estudar, três comunicações, sendo duas de cariz mais prático, "*O rádio nos granitos de Portugal*" (RCPA, 1928,2:68) e "*O rádio nos minerais e nas rochas de Portugal*" (RCPA, 1931,1:17). Na primeira, tenta "*uma explicação da origem dos minérios radioactivos secundários que constituem a maioria dos jazidos radíferos conhecidos como existentes em Portugal*", divulgando estudos experimentais que fez "*de algumas amostras de granitos portugueses, sob o ponto de vista do seu conteúdo em rádio.*" (RCPA, 1928,2:68). Expõe:

"(...) empreguei o da fusão nos carbonatos alcalinos e a sucessiva dissolução no ácido clorídrico.

Da solução ácida foi expulsa a emanação pela ebulição, e, depois de deixada acumular durante pelo menos três semanas, foi determinado o rádio empregando as soluções em equilíbrio radioactivo. (...)

Empreguei nas medidas o electrómetro de Schmidt e uma solução padrão que eu preparei doseando, pelos raios gama, o cloreto de rádio dum delgado tubo de vidro, por comparação com o padrão internacional N.º 9. (...)

Pela análise destes resultados observa-se imediatamente que, ao passo que nas regiões não radíferas as quantidades de rádio dos granitos se mantêm mais ou menos concordantes com os valores obtidos por outros experimentadores para granitos doutras localidades, os granitos das regiões uraníferas de Portugal se apresentam quasi três vezes mais ricos em rádio." (RCPA, 1928,2:68).

acabando por propor várias hipóteses de interpretação dos resultados obtidos:

"Esta riqueza relativa [expressa nos resultados das medições] pode ser explicada de três maneiras:

1) Ou provém do rádio transportado pela circulação subterrânea das águas à custa dos minérios primários."

2) Ou provém do rádio proveniente da lixiviação dos minérios secundários.

3) Ou provém da lixiviação dos minérios primários ou secundários, operada pelas águas subterrâneas carregadas de ácido carbónico que dissolvendo o urânio o vão depositando à medida que elas perdem o ácido carbónico. Este urânio daria então origem ao rádio observado." (RCPA, 1928,2:68).

Na comunicação de 1931, apresenta o resultado de um estudo mais vasto, descrevendo o método utilizado:

“Fiz o ataque das substâncias a examinar, quasi sempre, pela via seca (...). Na solução ácida, da qual não separava as partes que ficavam insolúveis, eliminava por meio duma corrente de ar qualquer resíduo de emanação; o líquido então era fechado e a emanação deixada acumular durante alguns dias. Nalguns casos, especialmente quando se tratou de material pobríssimo em rádio, as medidas foram feitas depois da solução ter atingido o equilíbrio radioactivo.

Empreguei nas determinações o electrómetro de Schmidt (...) servindo-me como solução de rádio padrão de uma solução de cloreto que eu, há anos, tinha preparado por comparação, pelos raios gama, com o padrão internacional N.º 9.”  
(*RCPA*, 1931,1:17).

Refere problemas de alteração desta solução padrão que supera, e regista os resultados para 33 rochas/minerais de origem diferente.

A terceira comunicação que se refere, de cariz mais teórico, corresponde aos apontamentos do autor para a conferência que pronunciou, a convite da Sociedade Portuguesa de Química e Física, na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em Fevereiro de 1932, que, estranhamente, é publicada num fascículo identificado com a data de 1931, o que pode indiciar algum desfasamento nas edições de então. O título da comunicação é “*A Radioactividade e a estrutura do átomo*” (*RCPA*, 1931,3-4:129).

Quanto à secção de “*Bibliografia*” da *RCPA*, são divulgadas publicações, algumas delas ofertadas à Sociedade, como é o caso da referência a E. Rutherford, “*Vitesse et energie des particules  $\alpha$  des substances radioactives*” e “*Extracto de Le Radium, Journal de physique*” (*RCPA*, 1908,12:384), ou à tradução, por António Barradas, para o português, de capítulos de V a VII da obra “*O rádio e a pedra filosofal*” de Ferruccio Rizzatte e a sua edição pela Livraria Moderna, Porto (*RCPA*, 1910,3:89). Em 1910, são divulgadas as referências bibliográficas de catorze artigos, de que G. Costanzo é autor ou coautor, com o seguinte comentário: “*Recebemos todas estas publicações referentes a assumptos de radioactividade, e permita-se-nos chamar a atenção para a que se refere a producção de chuva.*” (*RCPA*, 1910,8-10:323).

Como “*Litteratura scientifica*” sai, na *RCPA*, um texto, sem indicação do autor, intitulado “*O rádio e a conferencia do sr. Curie em 1905*”, propondo-se

contar como foi descoberto o rádio com base na "lúcida narrativa do sr. Varigny e do clássico artigo publicado pelo sr. Curie" (RCPA, 1913,11:369).

#### 2.4.2 Os trabalhos publicados em *O Instituto*

A abordagem que se fará do conteúdo de *O Instituto*<sup>13</sup> é guiada pela tese recentemente defendida na Universidade de Coimbra, segundo a qual, e os "(...) Estatutos e Regulamento Interno do IC [Instituto Coimbra], a revista foi considerada desde o início como um dos meios para atingir o objetivo mais vasto da sociedade, que era o alargamento da "cultura das ciências, belas letras e artes." (...) (Leonardo,2011). Compreendia, assim, a divulgação de uma maior variedade de temas do que a RCPA. De acordo com os índices ideográfico e onomástico que aquela dissertação de doutoramento apresenta, encontram-se, na época que se está a tratar, apenas três publicações que, de alguma forma, se enquadram no tema radioatividade (Leonardo, 2011).

Em 1906, em *O Instituto*, é iniciada a publicação da obra de João de Magalhães, antes mencionada como referência da secção "Revistas e Jornaes" da RCPA, "O rádio e a radioactividade"<sup>14</sup>, que se estende por vários fascículos (8 em 1906 e 3 em 1907), obra que o autor descreve do seguinte modo:

"Tendo unicamente em vista apresentar um estudo muito resumido [das substâncias radioativas], o radio está naturalmente indicado para typo de taes substancias, tanto pelo elevado grau de intensidade com que apresenta as propriedades radioactivas, como também porque os fenómenos de radioactividade atingem neste corpo a sua maior complicação, de modo a compreenderem os de todos os outros elementos radioactivos. (...)

(...) antes de entrar propriamente no estudo do radio, [temos] de numa curta introdução nos referir, ainda que ligeiramente, não só [a] todos os outros corpos radioactivos, mas igualmente ás descobertas que precedem as d'estes corpos.

Além d'isso as substancias radioactivas, caracterizadas por propriedades que até á sua descoberta eram completamente desconhecida em todos os outros corpos, exigem por isso mesmo o emprego de methodos de estudo novos baseados nessas

---

<sup>13</sup> Disponível em <http://www.uc.pt/bguc/BibliotecaGeral/InstitutoCoimbra/EdDigital>, acedido em 01 Julho 2012

<sup>14</sup> Título da sua tese de licenciatura (Romeiras *et al*, 2012).

propriedades, e nos quaes se fundam todas as investigações de radioactividade. Tratamos d'esses methodos no capitulo I.

No capitulo II descrevemos o modo como foi descoberto e actualmente se preparam os saes do radio, e terminamos pelo estudo do seu espectro caracteristico e investigação do seu peso atomico.

Estudamos em seguida a Radiação, o que é o objecto do capitulo III; aqui expomos bastante desenvolvidamente os methodos e disposições empregadas na determinação das características dos raios emitidos pelos corpos radioactivos (...)

Depois, no capitulo IV, estudando a emanação e a radioactividade induzida (...)

Não podiamos também deixar de consagrar um capitulo ás acções produzidas pelo radio, que serão talvez a base de uma larga aplicação das substancias radioactivas, cuja utilidade pratica é, por emquanto, muito limitada, não sahindo do domínio de algumas aplicações therapeuticas. É o que constitue o capitulo V. (*Instituto*, 1906,53:309)<sup>15 16</sup>

De Francisco Martins Sousa Nazareth<sup>17</sup>, em 1916, publica-se "*Sobre um electrómetro de folha de ouro*", que abordava o funcionamento de um dos aparelhos utilizados nas medições em radioatividade. De acordo com o autor:

"A principal vantagem dêste método de medida sôbre o método electrométrico em que se emprega como aparelho de medida um electrómetro sensível, tal como electrómetro de quadrantes ou um electrómetro inclinado de Wilson, consiste em não existir nenhuma parte do sistema colector ao contacto do ar atmosférico, sempre um pouco ionizado, sobretudo nos laboratórios de radioactividade." (*Instituto*, 1916,63:4).

Em 1927, é publicado em *O Instituto* um artigo de Mário A. da Silva, "*Radioactivité. Sur une nouvelle détermination de la période du polonium*" (*Instituto*, 1927,74:773), escrito em francês por ser a reprodução de uma nota de quando era estagiário no Instituto do Rádio em Paris, onde o seu trabalho se orientou para a descarga de gases e propriedades eletroquímicas de elementos<sup>18</sup> (Santiago, 2001). A nota foi apresentada por Jean Perrin à Academia das Ciências de Paris, e publicada nos *Comptes Rendus*. Mário A. da Silva, utilizando um método

---

<sup>15</sup> (*Instituto*, 1906,53:309). De ora em diante os documentos de *O Instituto* serão representados pelo título (*Instituto*), a que se seguem três grupos de dígitos, separados por vírgulas os primeiros, representando: ano de edição e volume, seguindo-se, após dois pontos o número de página.

<sup>16</sup> Este artigo estende-se a (*Instituto*, 1906, 53: 309, 357, 433, 485, 551, 614, 684, 726) e (*Instituto*, 1907, 54: 37, 98, 154).

<sup>17</sup> O primeiro trabalho experimental sobre radioatividade na Universidade de Coimbra terá sido realizado por Sousa Nazareth em 1915, após visitar o Laboratório Curie (Romeiras *et al*, 2012).

<sup>18</sup> Mário A. da Silva defendeu, em 1928, a tese "*Recherches expérimentales sur l'électroaffinité des gaz*" sob orientação de Madame Curie, tendo obtido o Doctorat d'Etat ès sciences, pela Universidade de Paris (Santiago,2001).

que apresentara anteriormente (também publicado em *O Instituto*, de que é coautor Marcel Laport (*Instituto*, 1926,73:783)), encontra, para o período do polónio, o valor 140,2 dias.

Em conclusão:

Associados à radioatividade ressaltam, no universo português, quatro nomes: O professor, P. Oliveira Pinto, do Colégio de Campolide, e António Pereira Forjaz, Professor da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, mais tarde Catedrático daquela mesma faculdade, quase sempre associados à determinação da radioatividade nas águas minerais; Francisco Martins de Sousa Nazareth, Professor Assistente da Faculdade de Ciências de Coimbra, também apresenta trabalho sobre as águas mas sobressai o seu estudo dos aparelhos de medida; e, finalmente, Giovanni Costanzo apresenta trabalhos de análise da radioatividade de minerais e é também autor de um curso e uma conferência sobre o tema, portanto de cariz mais teórico.

Há divulgação dos aspetos teóricos associados ao tema, desde a história da descoberta e propriedades dos corpos radioativos ao modo de funcionamento dos aparelhos de medida utilizados. Nos estudos, essencialmente de cariz analítico, manifesta-se o interesse pelas aplicações terapêuticas da radioatividade.

O caso de investigação mais flagrante, aqui mencionado, parece ser o de Mário A. da Silva, resultante do trabalho desenvolvido para o seu doutoramento no Institut du Radium de Paris.

Não havia em Portugal, na altura, um laboratório que se dedicasse exclusivamente à radioatividade, nomeadamente à radioquímica, apesar das aplicações práticas desenvolvidas. Verificava-se, no entanto, a influência do laboratório Curie no trabalho dos investigadores.

#### 2.4.3 Sistematização das publicações abordando o tema Radioatividade, na *RCPA* e em *O Instituto*

Publicações abordando o tema radioatividade na *RCPA*, na secção inicialmente designada como "Comunicações e Memórias Científicas", entre 1905 e 1931:

<b>Autor</b>	<b>Ano, fascículo</b>	<b>Título</b>
<b>Carvalho</b> , Abel de	1913,12	Algumas considerações á cerca da analyse dos minérios de "Urânio pobres e fosfatados"
<b>Costanzo</b> , Giovanni	1913,12	Sur l'occlusion des produits du Radium
	1919,5-9 1919,10-12 1920,1-4 1920,5-12	Notas das lições de Radioactividade dadas no Instituto Superior Técnico de Lisboa
	1928,2	O rádio nos granitos de Portugal
	1931,1	O rádio nos minerais e nas rochas de Portugal
	1931,3-4	A radioactividade e a estrutura do átomo
	<b>Fonseca</b> , A. Carvalho da	1907,11
<b>Forjaz</b> , A. Pereira	1919,10-12	Nascente de Portugal - Agua da Felgueira
	1928,1	Taxonomia hidrológica. Determinação da radioactividade das águas das nascentes de Tôrre e de Casas Novas (Entre Rios)
	1928,2	Hidrologia Portuguesa
	1929,3	Determinação da radioactividade das águas de Monção - Constantes físico-químicas
	1931,1	Constantes físico-químicas e radioactividade da água das Corgas
<b>Gomes</b> , Felismino Ribeiro	1918,7-8	Constantes físico-químicas das Águas do Luso
<b>Lacombe</b> , Carlos	1913,2	Sobre as analyses de minérios em Portugal
<b>Lepierre</b> , Charles	1913,12	Algumas considerações á cerca da analyse dos minérios de "Urânio pobres e fosfatados"
<b>Nansouty</b> , Max de	1911,3	Como se fabrica o radio
<b>Nazareth</b> , Francisco Martins de Souza	1918,7-8	Constantes físico-químicas das Águas do Luso
<b>Pereira</b> , A. S. Cardoso	1920,1-4	O rádio
<b>Pimenta</b> , Eduardo	1905,11	Consequências do methodo experimental— (oração de sapiência proferida na abertura solemne dos trabalhos escolares, em 4 de novembro de1905)
<b>Pinto</b> , P. Oliveira	1910,8-10 1910,11	Primeira contribuição para o estudo da radioactividade das aguas mineraes de Portugal
	1914,1-6	A radioactividade nas aguas medicinaes de fraca mineralisação
<b>Ramsay</b> , Sir William	1913,5	O papel do hélio na natureza

Publicações abordando o tema radioatividade em *O Instituto*, entre 1905 e 1931:

<b>Autor</b>	<b>Ano, volume</b>	<b>Título</b>
<b>Magalhães</b> , João de	1906,53 1907,54	O rádio e a radioactividade
<b>Nazareth</b> , Francisco Martins de Souza	1916,63	Sobre um electrómetro de folha de ouro
<b>Silva</b> , Mário A. da	1927,74	Radioactivité. Sur une nouvelle détermination de la période du polonium

## 2.5 Imagem da química em Portugal, entre 1932 e 1940, segundo as comunicações publicadas na *RCPA*

Branca Edmée Marques ficou em Paris de novembro de 1931 a novembro de 1935. Procura-se agora a imagem do que se passou, entretanto, em Portugal, no campo da química, utilizando também a *RCPA*. Estende-se o estudo ao final da década, até 1940. Analisam-se os artigos publicados na secção que antes era designada por "Comunicações e memórias científicas", limitando-se o estudo quase só à análise de conteúdo para compreender o ambiente nos laboratórios químicos nacionais onde Branca Edmée Marques vai reingressar. Sistematiza-se esta análise, para o caso dos autores portugueses, ou que sendo estrangeiros investigavam em Portugal, no Anexo A.

No intervalo de tempo em estudo, encontram-se menos publicações que no anterior, um total de 52 textos, espalhados por 18 fascículos. A *RCPA* é, nesta altura, trimestral, mas em 5 destes 9 anos apenas é editado um fascículo correspondente aos 4 números anuais. No ano 1935, o n.º 1 inicia-se com uma "Apresentação" na qual transparece alguma dificuldade editorial:

"E precisamente para facilitar essa aspiração e actualizar a Revista, sincronizando-a com o movimento científico português, que a sua Comissão de publicação, de acordo com a resolução da Assembleia Geral Científica, resolveu pôr em dia a Revista, recomeçando a sua publicação pelo ano corrente de 1935 e reservando

para melhor e mais rápida oportunidade os números atrasados de 1933 e 1934.”  
(*RCPA*, 1935,25:1)

Os editores fazem sair o volume XXV antes do XXIII e do XXIV, o que explica algumas incongruências entre as data dos volumes e as de alguns textos publicados. Nesta “Apresentação”, assinada com A. A. que se julga ser Alberto d’Aguiar, um dos fundadores da *RCPA*, também aparece o comentário:

“(…) esta Revista constitui hoje com o seu 25.º volume uma colectanea honrosa para a Química portuguesa, sendo indispensável que os seus cientistas e técnicos lhe deem o concurso da sua actividade investigadora, para que ela atinja o desenvolvimento que merece e o lugar que lhe compete na ciência nacional, pois que o progresso físico-químico português nas suas múltiplas actividades teórica, prática e técnica e nas suas diversas modalidades de aplicação é muito superior ao que se deduz da leitura da Revista: esta não dá a impressão do seu estado, desenvolvimento e extensão.” (*RCPA*, 1935,25:1).

A *RCPA* é aqui retratada como indispensável e, por isso, é pedida mais colaboração para que se possa dar uma imagem mais correta do desenvolvimento da ciência nacional. Assim, deverá ter-se prudência em relação à extrapolação que se faça da análise dos textos que se encontram, acreditando, no entanto, que houve uma resposta dos investigadores nacionais a este apelo.

Como já foram estudadas as edições até 1931, inicia-se agora a análise em 1932, antes da suspensão que foi em 1935 colmatada. Neste ano, 7 artigos são publicados: 3 deles de carácter histórico (no âmbito da física); 3 de análise química, uma das rochas eruptivas e 2 sobre os fluor nas águas (minerais ou minero-medicinais), - as duas últimas de autor espanhol, J. Casares Gil; e uma a englobar na química fisiológica: “*Uma causa de erro na determinação da ureia sanguínea pelo hipobromito de sódio, segundo a técnica de Moog*” de Armando Laroze (*RCPA*, 1932,1-2:97).

Os textos publicados nos anos seguintes (1933/1940) perfazem 45. Destes, cerca de metade (22) são de notas, conferências, relatórios ou comunicações apresentadas em sessões científicas da Sociedade Portuguesa de Química e Física; duas delas também são apresentadas à Academia de Ciências de Lisboa. Estas comunicações à Sociedade estão igualmente repartidas, em número, pelo Núcleo de Lisboa e pelo Núcleo do Porto, não se registando atividade no Núcleo de Coimbra. Entre estas comunicações encontram-se algumas de cariz histórico/biográfico: “*Sobre a história da descoberta do licor de Fehling*” de Cardoso Pereira (*RCPA*, 1933,1-4:27); “*O centenário de Roberto Duarte Silva*” de Charles Lepierre (*RCPA*,

1937,3-4:95) ou "*Gibbs e o génio norte-americano (1839-1939)*" de A. Pereira Forjaz (RCPA, 1939,1-4:1).

Continuando a análise de conteúdo, e atendendo às diversas categorias enunciadas no subcapítulo precedente, sobressai novamente a química analítica.

A categoria química analítica continua a ter grande peso nas comunicações divulgadas: encontram-se 17. Persiste a análise de águas: "*Contribuição ao estudo da hidro-mineralogia medicinal de Angola*" de Alberto d'Aguiar (RCPA, 1934,1-4:1); "*O doseamento do fluor - Aplicações a águas minerais portuguesas*" por A. Herculano de Carvalho (RCPA, 1936,2:99) ou "*Sôbre a composição química das águas de esgoto do Porto*" de Armando Laroze (RCPA, 1936,3:139). Destaca-se, também, a química alimentar: o estudo das sardinhas por Charles Lepierre; o "*Aguamento do leite*" de Abel Carvalho (RCPA, 1933,1-4:12) ou "*O valor higiénico do leite e a sua determinação pela análise química*" de A.C. Correia da Silva e J. Roiz Dionísio (RCPA, 1936,2:78); "*Subsídios para o estudo da massa do pão de milho*" de Abel da Silva Pereira (RCPA, 1938,1-4:10) ou "*Acêrca da falsificação dum vinho por corante estranho*" de Ayres de Azevedo (RCPA, 1939,1-4:13). E ainda aparece na química fisiológica como: "*Técnica de determinação e distribuição do cloro no sangue*" de Acácio da Silva Tavares (RCPA, 1935,2:61); "*O amoníaco urinário - II Variações fisiológicas e acidentais ou experimentais*" de Elísio Milheiro (RCPA, 1935,4:145) ou "*Relações entre o cloro sanguíneo determinado pelos métodos de Laudat e de Mohr*" por Acácio Tavares (RCPA, 1937,1:12).

É publicado um texto sobre um método físico-químico alternativo à análise química para caracterizar o tabaco, "*A fluoroscopia do tabaco*" de Pereira Forjaz (RCPA, 1933,1-4:8).

Charles Lepierre, o autor que mais contribui com artigos para a RCPA, nestes anos, continua a dedicar-se, essencialmente, à química analítica mas também à química industrial, como no caso de "*Contribution à l'étude des minerais d'uranium-radio portugais*", associada à indústria do rádio (RCPA, 1933,1:15), ou "*Determinação de diminutas quantidades de brometos em presença dum grande excesso de cloretos*" onde é analisado o caso do doseamento do bromo no sal comum (RCPA, 1935,2:49), ou ainda "*Huiles de Sardine*" (RCPA, 1935,4:163), comunicação ao "*XV Congrès de Chimie Industrielles*" em Bruxelas, temática que torna a abordar depois, "*Considerações acerca de análises de sardinhas frescas - Água e Gordura*" (RCPA, 1936,1:90). Faz, também, uma exposição sobre

"*Elementos químicos considerados raros e suas aplicações*", referindo-se às aplicações na indústria, na medicina e na ciência (RCPA, 1933,1-4:1).

A indústria química sobressai ainda quando se regista a presença no XV Congresso de Química Industrial, em Bruxelas, em 1935, com um relatório de participação do engenheiro Henrique Serrano (RCPA, 1936,1:10). Podem também ser referidos outros textos, como "*A indústria química nas colónias - Elementos colhidos no cruzeiro de férias*" pelo engenheiro Alberto Leite Rodrigues (RCPA, 1936,2:67), "*As possibilidades da Indústria Química em Portugal*" do engenheiro A. Beyer (RCPA, 1936,2:118), ou "*As determinações do pH na indústria do açúcar de cana*" do engenheiro Alberto Delfim Leite Rodrigues (RCPA, 1936,3:154).

O estudo da cinética de algumas reações enzimáticas é apresentado por Kurt P. Jacobsohn, primeiro em colaboração com A. da Cruz, J. Tapadinhas e F.B. Pereira, "*Sobre uma reacção reversível de natureza enzimática*" (RCPA, 1934,1-4:17); depois com Manoel Soares "*Novas sínteses bioquímicas de ácidos aminados*" (RCPA, 1936,4:220); e finalmente de novo com João Tapadinhas "*Nota sobre a hidratação enzimática do ácido aconítico*" (RCPA, 1939,1-4:10). A. Pereira Forjaz também dá o seu "*Contributo para o estudo da cinética química electromagnética*" (RCPA, 1935,3:97).

Os trabalhos de autores estrangeiros (não residentes) publicados não são em grande número - 2: encontra-se o caso do relatório apresentado no XIV Congresso internacional de Hidrologia, de Climatologia e de Geologia Médica em Toulouse, em 1933, pelo professor do Instituto de Química Industrial de Milão A. Nasini, "*Rapport sur les gaz rares des eaux minérales*" (RCPA, 1933,1-4:31) e o relatório que complementa este, do encarregado de curso no Collège de France, A. Lapaph, "*Les gaz rares des eaux minérales*" (RCPA, 1934,1-4:29). Relativamente a deslocações ao estrangeiro de investigadores portugueses, são perceptíveis, além da do estágio de A. Marques da Silva, através da tese que a seguir se menciona, o de Manuel Valadares através da publicação de notas previamente publicadas nos *Comptes Rendus*, e a ida de Hugo Mastbaum, investigador de origem alemã mas residente em Portugal, ao Encontro Imperial de Químicos Alemães, em Munique, do qual divulga "*A Árvore acetilénica*" (RCPA, 1937,2:53).

Oito dos artigos são enquadráveis na física, entre elas a tese que Aurélio Marques da Silva defendeu no doutoramento em Ciências na Universidade de Paris

"*Contribuição para o estudo da materialização da energia*" (RCPA, 1940,1-4:1), também publicada em *Annales de Physique* II (1939) p. 504-547.

Finalmente, no que respeita à radioatividade devem referir-se os trabalhos de Manuel Valadares<sup>19</sup>. No ano de 1934, é publicado o texto da comunicação que este apresenta à Sociedade Portuguesa de Química, em que fala da sua atividade como colaborador de Rosenblum, "*Mecanismo de emissão de radiação gama*" (RCPA, 1934,1-4:10), enquanto estagiou no *Institut du Radium de Paris*, sendo depois divulgados dois textos seus, publicados nos *Comptes Rendus* na mesma época, "*Spectrographie par diffraction cristalline des rayon "Gama" et "X" de la famille du thorium*" e "*Spectrographie, par diffraction cristalline des rayon "Gama" et "X" de la famille du radium*" (RCPA, 1934,1-4:24). Anteriormente, em 1933, Charles Lepierre publicara o "*resumo de uma dezena de anos de investigação e vasto contacto com a indústria do rádio em Portugal*", limitando-se ao estudo dos minerais do ponto de vista químico e mineralógico, "*Contribution à l'étude des minerais d'uranium-radium portugais*" (RCPA, 1933,1-4:15). No intervalo de tempo que estamos a estudar não surge qualquer comunicação de radioquímica.

Em conclusão:

As comunicações nas sessões científicas da Sociedade Portuguesa de Química dinamizam a atividade dos químicos portugueses, cumprindo a publicação consecutiva na RCPA a função de divulgação das investigações efetuadas.

Reforça-se a convicção de que a atividade do investigador químico continuava maioritariamente ligada à análise química, e esta diversas vezes associada à indústria que parece querer afirmar-se em pequenos núcleos.

Não sobressaem intercâmbios da RCPA com investigadores estrangeiros ou com publicações científicas estrangeiras.

Os laboratórios portugueses não estavam devidamente apetrechados. Como afirma Raquel Gonçalves: "*Os meios financeiros (...) nunca permitiram o apetrechamento laboratorial e bibliográfico indispensável a um verdadeiro incremento cultural do país*" (Gonçalves, 1998). Igualmente, as condições económicas e/ou o tempo disponível dos estudiosos não eram as mais adequadas

---

<sup>19</sup> A tese que Manuel Valadares defendeu em Paris, em 1933, com orientação de Mme Curie intitula-se: «*Contribution à la spectrographie, par diffraction cristalline, du rayonnement gamma*» e foi publicada nos *Annales de Physique*, 2 (1934) 197 (Salgueiro e Carvalho, 2001).

para a investigação, já que os artigos publicados, na altura, sobre radioatividade correspondem a trabalhos realizados por investigadores portugueses enquanto estiveram em estágio no estrangeiro, nomeadamente no laboratório Curie.

## 2.6 Conclusão

Numa estratégia editorial que pretende divulgar o que fazem os investigadores portugueses nas universidades e nos laboratórios nacionais, a *RCPA*, que é, desde 1927, o órgão científico da Sociedade Portuguesa de Química e Física, mostra interesse em divulgar produção portuguesa ainda que não seja de grande fôlego. As comunicações nas sessões científicas da Sociedade Portuguesa de Química e Física dinamizam a atividade dos químicos portugueses, cumprindo a publicação consecutiva na *RCPA* a função de divulgação das investigações efetuadas.

Sobressaem os trabalhos dos químicos nacionais. Parece surgir nesta época alguma especialização: António Pereira Forjaz -hidrologia e análise de águas; Kurt P. Jacobsohn - cinética enzimática; Giovanni Costanzo - radioatividade e mineralogia; Charles Lepierre - química analítica e química industrial, ainda que o trabalho de equipa não estivesse verdadeiramente instalado e portanto não seja possível falar de "escolas".

A revista não se afirma internacionalmente, são publicados poucos autores estrangeiros e ainda menos da época. Os contactos dos investigadores portugueses com o trabalho científico estrangeiro eram feitos por participações em conferências, visitas de estudo e estágios internacionais, denotando grande interesse em atualizarem-se.

As temáticas mais abordadas estão maioritariamente associadas à química analítica, assumindo particular relevância as análises de águas efetuadas nos diferentes laboratórios. Concorda-se, por isso com (Gil *et al.*, 2011): "*Em Portugal, durante as primeiras décadas do século XX, o desenvolvimento da Química esteve quase sempre ligado às suas aplicações.*" Não sendo de admirar, portanto, que tenha sido ligada à análise de águas que apareceram as primeiras investigações/aplicações em radioquímica em Portugal.

Associados à radioatividade ressaltam, no universo português, quatro nomes: O Professor, P. Oliveira Pinto, do Colégio de Campolide e António Pereira Forjaz, Professor da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, mais tarde Catedrático daquela mesma faculdade, quase sempre associados à determinação da radioatividade nas águas minerais; Francisco Martins de Sousa Nazareth, Professor Assistente da Faculdade de Ciências de Coimbra também apresenta trabalho sobre as águas mas sobressai o seu estudo dos aparelhos de medida; e, finalmente, Giovanni Costanzo apresenta trabalhos de análise da radioatividade de minerais mas é também autor de um curso e de uma conferência sobre o tema, portanto de cariz mais teórico. Há divulgação dos aspetos teóricos associados ao tema, desde a história da descoberta e propriedades dos corpos radioativos ao modo de funcionamento dos aparelhos de medida utilizados. Nos estudos, essencialmente de cariz analítico, manifesta-se o interesse pelas aplicações terapêuticas da radioatividade.

Não havia em Portugal, na altura, um laboratório que se dedicasse exclusivamente à radioatividade, nomeadamente à radioquímica, apesar das aplicações práticas desenvolvidas. Verificava-se, no entanto, a influência do laboratório Curie no trabalho dos investigadores, já que vários escolhiam aquele laboratório para se atualizar.

As condições dos laboratórios portugueses, ou as condições pecuniárias dos estudiosos, ou o tempo de que estes dispunham, não eram as mais adequadas para a investigação em radioatividade já que os artigos publicados, na altura, sobre o tema correspondem a trabalhos realizados por investigadores portugueses mas enquanto estiveram em estágio no estrangeiro, nomeadamente no laboratório Curie.

## 3. O Laboratório Curie e a investigação na Química dos elementos radioativos

### 3.1 Introdução

Neste capítulo pretende-se ilustrar o trabalho realizado no Laboratório Curie desde a oficina na École Municipale de Physique et Chimie Industrielles ao Institut du Radium de Paris.

Define-se radioatividade atendendo às interpretações do fenómeno estabelecidas por Marie Curie e Ernest Rutherford e traçam-se os contornos da descoberta e das primeiras pesquisas em radioatividade desenvolvidas por Henri Becquerel e por Marie Curie.

Descrevem-se os três métodos fundamentais de deteção de radioatividade: 1 -Método radiográfico; 2 - Método fluoroscópico; 3 - Método elétrico, reservando-se para este último uma descrição mais pormenorizada por se tratar do único quantitativo e ser, por isso, o mais utilizado em medições de radioatividade no Laboratório Curie. Descrevem-se, também, as operações químicas realizadas pelos esposos Curie que conduziram à descoberta do polónio e do rádio.

Segue-se o percurso da investigação no Laboratório Curie para melhor compreender como se dedicou a esta atividade. Para o reconhecimento dos novos elementos é indispensável a sua caracterização: é importante a determinação do peso atómico, a identificação do espectro característico e encontrar as outras propriedades químicas.

Procura-se analisar como fontes, sempre que possível, textos da época, cujos autores são os próprios cientistas envolvidos nas investigações (Becquerel e Marie e Pierre Curie): nomeadamente as publicações nos *Comptes Rendus*, após apresentação de comunicações na Académie des Sciences de Paris, os seus

discursos Nobel ou ainda obras suas publicadas em livros ou revistas; utilizam-se igualmente obras de colaboradores destes cientistas como J. Danne (Danne,1904). Há por vezes a necessidade de recorrer a fontes secundárias, escolhendo-se preferencialmente as que têm a autoria de investigadores sobre os Curie e o seu laboratório, como seja Soraya Boudia (Boudia,2001) ou obras gerais de radioatividade (Choppin *et al*,1995).

### 3.2 Radioatividade: o Conceito

Define-se radioatividade atendendo às interpretações do fenómeno, estabelecidas por Marie Curie e Ernest Rutherford.

O termo radioatividade foi utilizado pela primeira vez por Marie Curie (1867-1934) numa sua comunicação à Académie des Sciences de Paris, aparecendo logo no título da nota apresentada por Henri Becquerel (Curie e Curie, 1898b), onde divulgava a descoberta de um novo elemento, o polónio.

Marie Curie definiu radioatividade como a propriedade da matéria que consiste na emissão espontânea de radiação capaz de ionizar o ar, impressionar chapas fotográficas e atravessar materiais sólidos opacos. Tendo sido observada pela primeira vez no urânio, está ligada a determinadas espécies de átomos, pelo que é manifestada apenas por certas substâncias (Curie, 1910).

Em 1899, Ernest Rutherford (1871-1937) publica um estudo detalhado sobre as radiações do urânio, referindo que não se trata de uma radiação homogénea mas que é composta por, pelo menos, dois tipos de raios, os alfa, facilmente absorvidos, e os beta, mais penetrantes. Verificava-se que ambos eram desviados por um campo magnético, embora de forma diferente. Em 1900, Paul Villard (1860-1934) afirma que existe um terceiro tipo de raios que não podem ser desviados pelo campo magnético mas são mais penetrantes, os quais designou por gama (Boudia, 2001).

Segundo Rutherford, no fenómeno radioativo há a destruição de átomos e a conseqüente formação de outros, designando-se este fenómeno por decaimento radioativo: corresponde a uma transição de um estado quântico de energia de um

núcleo mãe para um outro estado quântico do núcleo filho. A diferença de energia envolvida, energia de decaimento, surge na forma de radiação eletromagnética, especialmente no decaimento  $\gamma$ , ou energia cinética, no decaimento  $\alpha$  e  $\beta$  (Choppin, Liljenzin *et al.*, 1995).

Em conclusão:

Hoje, radioatividade é um capítulo importante das ciências Física e Química e designa não só o fenómeno que corresponde a um decaimento, mas também a intensidade da radiação observada (Choppin, Liljenzin *et al.*, 1995).

### 3.3 Radioatividade: A descoberta e o contexto da descoberta

Traça-se os contornos da descoberta e das primeiras pesquisas em radioatividade desenvolvidas por Henri Becquerel e por Marie Curie.

Foi Henri Becquerel (1852-1908) quem primeiro reportou, numa comunicação à Académie des Sciences de Paris, em 1896, a descoberta do novo fenómeno que observou num sal de urânio (Becquerel, 1896b). Os trabalhos de Becquerel desenvolveram-se poucos meses após a divulgação da descoberta de Wilhelm Röntgen (1845-1923).

Röntgen, em 1895, verificara que uma placa coberta com platinocianeto de bário, próximo de um tubo de Crookes, mantido no escuro, se tornava fluorescente. Verificara que este fenómeno se dava mesmo se se interpusessem materiais de diferentes espessuras entre a fonte e a placa. Mostrara que um novo tipo de raios surgia quando do impacto dos raios catódicos nos materiais, nomeadamente nas paredes de vidro do tubo de raios-catódicos. Como desconhecia a sua natureza

designou-os por raios-X (Nobelprize.org, 1901)<sup>20</sup>. Röntgen divulgou rapidamente o seu trabalho enviando o seu artigo para diversos cientistas.

Em França, foi Henri Poincaré (1854-1912) que, na Académie des Sciences, primeiro falou da descoberta de Röntgen (Boudia, 2001). É perante a chamada conjectura de Poincaré:

« Assim, é o vidro que emite raios Röntgen e emite-os quando se torna fluorescente. — Não poderemos nós perguntar: se todos os corpos, cuja fluorescência é suficientemente intensa, emitirão, além dos raios luminosos, raios X de Röntgen, qualquer que seja a causa da fluorescência? Os fenómenos não estariam ligados a uma causa elétrica. Isto não é muito provável, mas é possível e, sem dúvida, fácil de verificar.» (Poincaré, 1896) (TN)<sup>21</sup>

que Henri Becquerel decidiu investigar se existia alguma relação entre a fosforescência natural e as emissões de raios-X (Nobelprize.org, 1903). A família Becquerel dedicava-se ao estudo da fosforescência, desde que o avô de Henri visitara Veneza e ficara intrigado com a fosforescência do mar, e ele estava familiarizado com estes compostos, nomeadamente com os sais de urânio (Boudia, 2001). Nas suas pesquisas, recorreu a um sal fosforescente de urânio, o sulfato duplo de urânio e potássio. Envolveu uma chapa fotográfica Lumière, "*au gélatino-bromure d'argent*" em papel preto, de modo que não fosse afetada pela luz solar, ainda que a ela fosse sujeita (Becquerel, 1896c). Sobre a chapa colocou uma camada da substância fosforescente e expô-la ao Sol durante algumas horas. Verificou, depois, que a placa ficava impressionada, reconhecendo-se a silhueta da substância fosforescente a negro e concluiu:

"Devemos concluir, a partir destas experiências, que a substância fosforescente em questão emite radiações que atravessam o papel opaco à luz e reduzem os sais de prata." (Becquerel, 1896a) (TN)

Constatou que o fenómeno se verificava ainda que se entepusesse entre a chapa e a substância uma lâmina de vidro, o que excluía a possibilidade de uma ação química devido a vapores emanados da substância aquecida pelos raios solares, tendo-se, assim, evidenciado uma radiação invisível emitida pelo sal fosforescente (Becquerel, 1896a).

---

<sup>20</sup> (Nobelprize.org, 1901) De ora em diante serão representadas por Nobelprize.org seguido do ano de que são referenciadas as biografias publicadas nas páginas daquela organização.

<sup>21</sup> TN (Tradução Nossa), de ora em diante, assinalar-se-á deste modo as traduções que se fizerem dos textos originais.

Becquerel entrepôs, entre a chapa e a amostra de sal de urânio, vários materiais, reconhecendo que a impressão da chapa se faz mesmo se for usada uma lâmina de alumínio ou de cobre, dependendo da espessura destas. Relata que, não tendo aparecido o Sol durante alguns dias, colocou o aparato experimental, que tinha preparado, numa gaveta, na obscuridade. Mais tarde, ao revelar as chapas, encontrou a silhueta da amostra registada com grande intensidade. Constatou, assim, embora inadvertidamente, que não era necessária a exposição solar para o fenómeno se dar. Ensaiou esta situação e confirmou o fenómeno, concluindo que este não deve, por isso, ser atribuído à ação da luz solar (Becquerel, 1896b) .

Becquerel observou que as radiações invisíveis emitidas têm a propriedade de descarregar corpos eletrizados, o que verificou num eletroscópio de folhas de ouro. Para comparar quantitativamente os efeitos das radiações, mediu a velocidade com que as folhas do eletroscópio perdem a sua carga ou o tempo de descarga do aparelho para um mesmo potencial inicial. Verificou, ainda, que outros sais de urânio, mesmo não sendo fosforescentes, têm o mesmo comportamento. Fez, também, estudos sobre as propriedades de reflexão e refração daquelas emissões, tendo concluído, ensaiando com o auxílio de um espelho, que, apesar de o registo ser fraco, as possuíam, o que se revelou errado, acabando por concluir mais tarde que, no que respeita a estas propriedades, os raios de urânio são diferentes dos raios X (Becquerel, 1896c).

Todos os seus trabalhos foram divulgados na Academia, onde era titular de um lugar, tendo sido publicados nos *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*.

Becquerel explorou o fenómeno que descobriu, utilizando os recursos do "laboratoire du Muséum", onde lecionava, tendo esporadicamente recorrido ao laboratório de física de l'École Polytechnique, usando todas as técnicas que conhecia, após o que, não aprofundando mais, regressou à sua atividade anterior, estudando o efeito de Zeeman (Boudia, 2001).

Mesmo aceitando, como Pierre Curie que,

"No início os estudos desta matéria [radioatividade] em 1898, eramos apenas nós, com Becquerel, os interessados nesta questão; mas desde então muito mais trabalho foi desenvolvido e hoje [6 de junho de 1905] não é possível falar em radioatividade sem atribuir resultados da investigação a um grande número de físicos como Rutherford, Debierne, Elster e Geitel, Giesel, Kauffmann, Crookes e Soddy,

mencionando apenas os que contribuíram de modo importante para o progresso do nosso conhecimento das propriedades radioativas.” (Curie, 1905)<sup>22</sup>(TN)

pode considerar-se que a partir de então a história da descoberta da radioatividade acaba por se confundir com a história de Marie Curie, Sklodowska de nascença, polaca de naturalidade, já que são os seus trabalhos de investigação que mais fazem emergir este campo do conhecimento.

Marie Curie e o seu marido Pierre Curie (1859-1906), ao tomarem conhecimento da descoberta de Becquerel, dedicam-se ao estudo desta nova propriedade, começando por questionar se outros elementos, que não o urânio, a exibiam. Utilizam um eletrómetro e um quartzo piezoelétrico de precisão, criado por Pierre e seu irmão Jacques Curie (1855-1951), aparelhos que detetam correntes elétricas muito fracas que surgem quando a radiação emitida pelos sais de urânio ioniza o ar (André e Sá, 2011). Encontra-se alguma polémica sobre as razões que poderão ser responsáveis pela decisão do casal Curie se dedicar ao estudo deste fenómeno: seria por não se tratar de um tema que tivesse atraído muitas atenções? Seria por ninguém, até então, ter encontrado a explicação para o fenómeno? Pode considerar-se que

“são os trabalhos com o eletrómetro, particularmente a medida da intensidade da corrente em função da tensão aplicada que lhe interessou. No início foram os instrumentos.” (….) “O objetivo de Marie Curie é quantificar a corrente de saturação no ar, exposto aos raios, entre os pratos do condensador; esta corrente é o limite para o qual tende a intensidade quando se aplica uma diferença de potencial crescente entre os pratos.” (Boudia, 2001)(TN).

Não será estranho a este interesse o trabalho prévio desenvolvido por Jacques Curie sobre o poder indutor específico e a condutibilidade dos corpos cristalinos. As primeiras investigações do casal realizam-se numa oficina na École Municipale de Physique et Chimie Industrielles, onde Pierre Curie era professor. Soraya Boudia realça que as primeiras atividades desenvolvidas por Marie Curie envolvem a aprendizagem e o domínio dos instrumentos que vai utilizar, nomeadamente o eletrómetro de grande sensibilidade que vai acoplar ao quartzo piezoelétrico.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> Extrato do discurso do Nobel de Pierre Curie que não tendo tido oportunidade de se deslocar a Estocolmo em 1903 a quando da atribuição do Prémio Nobel foi pronunciado em 6 de junho de 1905.

<sup>23</sup> Curiosamente, este é também o primeiro passo no percurso de Branca Edmée Marques: familiarização e controlo dos aparelhos de deteção e medida.

Se a problemática escolhida por Marie Curie não é inteiramente nova, parecia que Becquerel a havia esgotado, ela vai abordá-la com um grande rigor, realizando um trabalho sistemático, analisando vários materiais, o que lhe permite obter dados quantitativos, pelo que pôde quantificar a atividade de cada substância em relação às outras. (Boudia, 2001)

Nas suas investigações Marie Curie verificou que sais de tório também apresentavam atividade.<sup>24</sup> Ao testar sais diferentes (de tório e de urânio) concluiu que esta era uma propriedade atômica e não da substância, já que surgia sempre que estes elementos estavam presentes; não importava sob que forma ou estado físico ou químico, a atividade era sempre proporcional à quantidade de urânio (ou tório) presente no composto.

Nos seus apontamentos "*Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium*" apresentados por Becquerel à Académie des Sciences, regista:

"Estudei a condutividade do ar quando sob a influencia dos raios de urânio, descobertos por M. Becquerel, e investiguei se outros corpos, que não os compostos de urânio, tornavam o ar bom condutor da eletricidade. Utilizei neste estudo um condensador de pratos; um dos pratos estava coberto de uma camada uniforme de urânio ou de outra substância finamente pulverizada. (Diâmetro dos pratos, 8 cm; distância 3 cm.) Estabelece-se entre os pratos uma diferença de potencial de 100 volts. A corrente que atravessava o condensador foi medida em valor absoluto por um eletrómetro e um quartzo piezoelétrico." (Curie, 1898a)(TN).

Marie Curie examina grande número de metais, sais, óxidos e minérios e apresenta a seguir um quadro com os resultados obtidos, que se reproduz na Figura 2.

Como se verifica, ao testar dois minerais de urânio, pechblenda e calcólita, descobriu que a intensidade da propriedade era cerca de quatro vezes mais intensa no primeiro e duas vezes mais intensa no segundo do que no próprio urânio. Marie Curie preparou calcólita artificial que sujeitou a ensaios semelhantes aos dos minérios naturais, tendo comprovado que apresentava o nível de atividade prevista, de acordo com o seu conteúdo em urânio. Perante este facto inesperado e questionando-se sobre a sua causa, pressupôs a existência de outra (ou outras) fonte(s) de radiação que não o urânio ou o tório, ou seja outro (ou outros)

---

<sup>24</sup> Este fenómeno tinha sido independentemente determinado por Gerhard Schmidt (1865-1949) dois meses antes, contudo não há registo de que os Curie tenham tido conhecimento prévio deste facto (Friedlander, Kennedy *et al.*, 1981).

elemento(s) ainda desconhecido(s), considerando a possibilidade de o(s) conseguir isolar por processos de análise química (Curie, 1911).

	Ampères.
Fluoxytantalate de potassium .....	$2 \times 10^{-12}$
Fluoxyniobate de potassium et oxyde de cérium.....	0,3 »
Pechblende de Johannegeorgenstadt .....	83 »
» de Cornwallis.....	16 »
» de Joachimsthal et de Pzibran.....	67 »
Chalcolite naturelle.....	52 »
Autunite .....	27 »
Thorites diverses .....	de 2 à 14 »
Orangite .....	20 »
Samarskite .....	11 »
Fergusonite, monazite, xénotime, niobite, æschinite.....	de 3 à 7 »
Clèveite très active.	
	Ampères.
Uranium légèrement carburé.....	$24 \times 10^{-12}$
Oxyde noir d'uranium $U^2O^5$ .....	27 »
Oxyde vert d'uranium $U^3O^8$ .....	18 »
Uranates d'ammonium, de potassium, de sodium, environ .....	12 »
Acide uranique hydraté .....	6 »
Azotate d'uranyle, sulfate uraneux, sulfate d'uranyle et de potassium, environ.....	7 »
Chalcolite artificielle (phosphate de cuivre et d'uranyle).....	9 »
Oxyde de thorium en couche de 0 <sup>mm</sup> , 25 d'épaisseur.....	22 »
Oxyde de thorium en couche de 6 <sup>mm</sup> d'épaisseur.....	53 »
Sulfate de thorium.....	8 »

Figura 2 - Registo das intensidades de corrente medidas por Marie Curie (Curie, 1898a).

Ainda na mesma comunicação, constatava:

“Os minerais que se mostram ativos contêm todos elementos ativos. Dois minerais de urânio: pechblenda (óxido de urânio) e a calcolita (fosfato de cobre e urânio) são muito mais ativos que o próprio urânio. Produzi calcolita pelo processo Debray com produtos puros; esta calcolita artificial não é mais ativa que outro sal de urânio.” (Curie, 1898a)(TN)

A pechblenda tem na sua composição cerca de 30 elementos, tendo Marie Curie estimado que o(s) responsável(eis) por aquelas propriedades se encontrava(m) em quantidades ínfimas.

Em conclusão:

A descoberta e compreensão da radioatividade beneficiaram, em França, das condições de divulgação que a Académie des Sciences de Paris e os *Comptes Rendus* proporcionavam, e da curiosidade e dedicação à investigação de uma mulher, Marie Curie.

Identificado o fenómeno e suspeitando da existência de novos elementos, Marie e Pierre Curie dedicaram-se, a partir de então, a sujeitar a pechblenda ao processo de extração. Os ensaios iniciais foram realizados no seu laboratório na École de Physique et Chimie Industrielles.

Qualquer que fosse o processo de análise química escolhido, para a extração das substâncias que se anteviam e, eventualmente, para isolar os novos elementos, revelou-se muito importante dominar os métodos de deteção da radioatividade. Estes métodos mostraram-se determinantes no desenrolar das investigações, pelo que o próximo subcapítulo é dedicado ao seu estudo, já que foram aplicados e desenvolvidos no Laboratório Curie os aparelhos de cuja sensibilidade e exatidão dependiam os resultados das investigações.

### 3.4 Radioatividade: Métodos de deteção

Descrevem-se os três métodos fundamentais de deteção de radioatividade: 1 -Método radiográfico; 2 - Método fluoroscópico; 3 - Método elétrico, reservando-se para este último uma descrição mais pormenorizada por se tratar do único quantitativo e ser, por isso, o mais utilizado em medições de radioatividade.

Foram os métodos de deteção e de medição das emissões radioativas que permitiram todo o trabalho químico envolvido na descoberta dos novos elementos; também eles sofreram desenvolvimento em função das características deste fenómeno.

“As radiações emitidas pelas substâncias radioativas têm a propriedade de impressionar chapas fotográficas, de produzir fluorescência em diversos corpos e tornar os gases condutores de eletricidade. Todas estas propriedades das radiações foram utilizadas para estudar a radioatividade e os métodos de pesquisa podem ser

nomeados de forma resumida como: método radiográfico, método fluoroscópico e método elétrico (Curie, 1910)(TN).”

O método radiográfico (fotográfico) consiste na exposição, às emissões radioativas, de chapas fotográficas protegidas da radiação solar. Foi este o método usado por Becquerel nos seus estudos<sup>25</sup>. O tempo de exposição necessário para impressionar as chapas fotográficas depende da substância radioativa em causa: há as que necessitam de tempos curtos mas outras exigem vários dias de exposição. O método pode ser útil no estudo qualitativo de diversos materiais pois é aplicável na deteção do fenómeno radioativo. Da exposição da chapa fotográfica pode obter-se uma mancha negra cujo contorno corresponde à amostra ou à distribuição do componente radioativo, Figura 3. Os resultados podem ser afetados de erro pois, para além da possibilidade de “contaminação” pela radiação solar, há materiais que impressionam chapas fotográficas por ação química; além disso, este método não fornece qualquer indicação quantitativa em relação à intensidade do fenómeno, tendo, por isso, sido substituído, na maior parte dos casos, pelo método elétrico.



Figura 3 - Registo obtido, por método radiográfico, de uma amostra do minério pechblenda (Curie, 1910).

O método fluoroscópico recorre à capacidade dos materiais radioativos excitarem, através das radiações emitidas, a fluorescência de diversas substâncias como o sulfureto de zinco ou o platinocianato de bário. Trata-se de um método muito limitado já que, para além de ser apenas qualitativo, exige um nível de radioatividade elevado para obter resultados apreciáveis. Tem a particularidade de

---

<sup>25</sup> Branca Edmée Marques também o veio a utilizar quando estudou a distribuição do rádio nos cristais obtidos na cristalização fracionada.

permitir contar partículas  $\alpha$ , pois cada partícula individual pode produzir um efeito luminoso num ecrã.

O método elétrico ou eletrométrico baseia-se na propriedade que as emissões radioativas possuem de produzir condutibilidade em gases, nomeadamente no ar. Mede-se a intensidade de correntes elétricas muito fracas assim produzidas. Foi o método de eleição de Marie e Pierre Curie, tendo este último desenvolvido, em conjunto com o seu irmão Jacques, uma técnica que efetuava estas medições com bastante precisão. Foi este método que possibilitou a descoberta de novos elementos radioativos como o rádio e o polónio e o seu isolamento. O processo envolve um circuito do tipo do esquematizado na Figura 4: no prato B do condensador, colocado a um potencial elevado por uma fonte (pilha de vários elementos), é colocada a amostra; ao prato A é feita uma ligação ao solo. Nestas condições pode medir-se a corrente que atravessa o circuito. Se a diferença de potencial entre os pratos for suficiente, a corrente toma o valor máximo: corrente de saturação, a qual pode ser de muito baixa intensidade. O valor da corrente de saturação corresponde à melhor definição da radioatividade de uma substância.

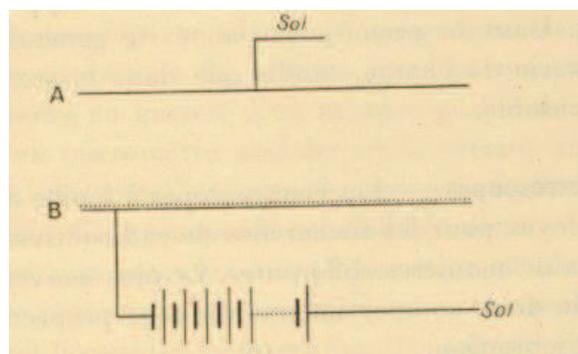


Figura 4 - Esquema de um condensador ligado a uma fonte (Curie, 1910).

Para medir a intensidade da corrente pode utilizar-se um aparelho do tipo do eletroscópio ou do tipo do eletrómetro de quadrantes. O aparelho que utiliza o eletroscópio de folha de ouro tem, também, na sua constituição, uma câmara de ionização. Por exemplo, no esquematizado na Figura 5, trata-se da câmara que contém as placas A e B, encontrando-se o eletroscópio na caixa metálica S que está ligada ao solo. O eletroscópio descarrega de forma progressiva, o que é observado

através de um microscópio que tem adaptado um micrómetro, e a velocidade de descarga permite uma medição da intensidade da corrente de forma relativa.

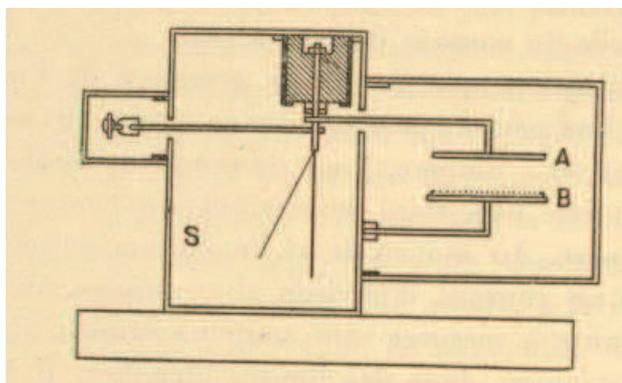


Figura 5 - Esquema de dispositivo para medir a radioatividade com eletroscópio (Curie, 1910).

O eletrómetro de quadrantes, esquema da Figura 6, foi dos mais utilizados para medir a radioatividade no laboratório. O modo mais simples de medir a corrente que chega ao quadrante isolado é observar a velocidade do movimento da agulha, que é tão mais rápida quanto mais intensa for a corrente, o que se faz através de um dispositivo ótico: um espelho que reflete um raio de luz. Estes aparelhos são muito sensíveis e têm de ser calibrados (Boudia, 2001).

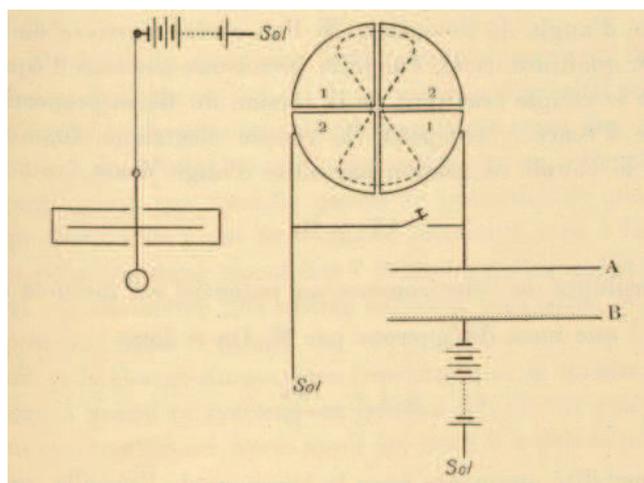


Figura 6 - Esquema de dispositivo para medir a radioatividade com eletrómetro de quadrantes (Curie, 1910).

O método, para medir correntes muito fracas antes mencionado, desenvolvido por Pierre e Jacques Curie, consiste em associar ao eletrómetro um quartzo piezoelétrico, Figura 7, cuja peça fundamental é um cristal de quartzo

polarizável através de uma tração segundo um determinado eixo. O princípio, de acordo com J. Danne, que foi colaborador dos Curie, é o seguinte:

«se exercermos sobre um cristal de quartzo uma tração simultaneamente normal ao eixo ótico e ao eixo binário, o cristal polariza-se eletricamente no sentido do eixo binário, e as duas faces que lhe são normais são carregadas por quantidades de eletricidade de nome contrário. Cobrindo estas duas faces por folhas de estanho, forma-se um condensador que se carrega de eletricidade quando se exerce uma tração, se, a seguir a descarregar as folhas de estanho, se cessa a tração, o condensador carrega-se de novo mas, desta vez, as cargas de cada uma das faces são iguais e de sinal contrário às obtidas na primeira experiência.» (Danne, 1904) (TN)

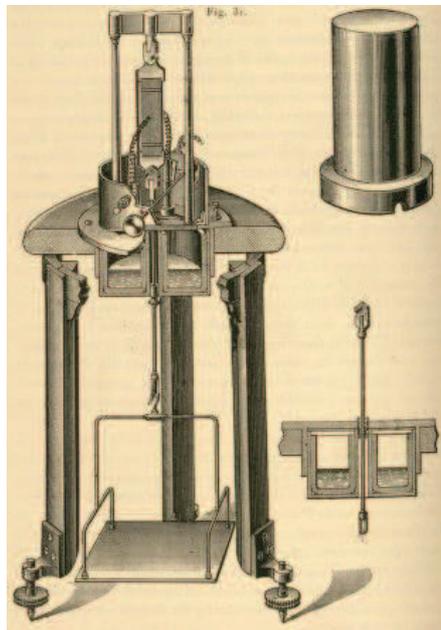


Figura 7 - Quartzo piezoeletrico (Curie, 1910).

O esquema do dispositivo total é apresentado na Figura 8: A e B são os pratos do condensador, sendo B colocado a um potencial elevado através da bateria de pilhas P que tem um pólo ligado à terra; o prato A é mantido ao potencial da terra pelo fio CD. Quando a amostra radioativa é colocada sobre o prato B, estabelece-se uma corrente elétrica entre os pratos. O potencial do prato A é indicado pelo eletrómetro, E. Quando se interrompe a comunicação com a terra, o prato A carrega-se - esta carga faz desviar o eletrómetro. A velocidade do desvio é proporcional à intensidade da corrente e as cargas em questão podem ser compensadas por um quartzo piezoeletrico Q (Danne, 1904).

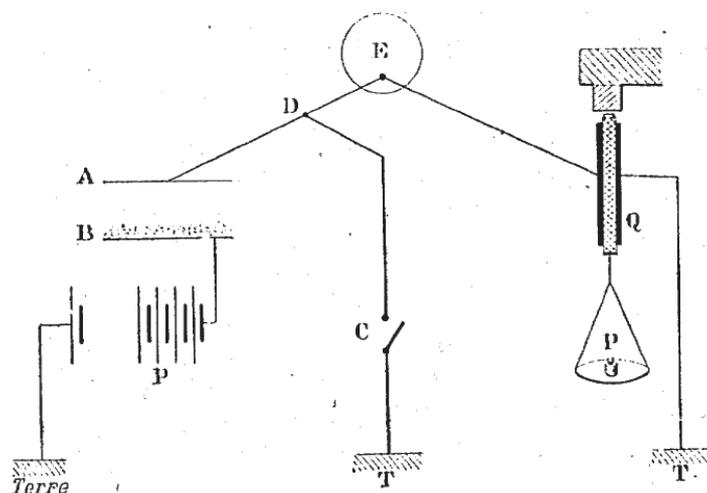


Figura 8 - Esquema de dispositivo para medir a radioatividade com eletrómetro e quartzo piezoelétrico (Danne, 1904).

Há uma dificuldade prática na utilização deste dispositivo: é necessário que seja aplicado ao cristal piezoelétrico um peso variável que vá crescendo de zero até um valor máximo, e com uma rapidez de aumento que compense exatamente a carga elétrica transmitida à placa superior do condensador (Martins; sem data). De acordo com Marie Curie:

“Chega-se facilmente a esse resultado sustentando-se o peso com a mão, e deixando-o pressionar apenas progressivamente o prato P, e isso de modo a manter a imagem do eletrómetro no zero.” Citada em (Martins; sem data).

A facilidade afirmada só pode ser concedida pela experiência. Estes aparelhos muito sensíveis que necessitam ser aferidos e calibrados foram certamente utilizados pelos cientistas dos diversos laboratórios<sup>26</sup>.

É repetidamente referido por investigadores o método de doseamento de rádio pela emanção libertada, método este com resultados muito precisos. A técnica mais utilizada consiste em recolher, por ebulição, durante um certo intervalo de tempo, a emanção acumulada num recipiente fechado com uma solução de rádio. Marie Curie propõe uma outra técnica com resultados mais precisos que se resume no aprisionamento da emanção libertada por uma solução que contém rádio, com ajuda de uma corrente de ar frio que borbulha no seu

---

<sup>26</sup> Exemplares destes aparelhos encontram-se expostos no Museu Nacional de História Natural e da Ciência, tendo sido pertença do Laboratório de Radioquímica. Foi certamente este tipo o trabalhado por Branca Edmée Marques no seu estágio e provavelmente foi ela que os adquiriu quando instalou aquele Laboratório.

interior. A emanação é posteriormente colocada num aparelho de medida. O aparelho de medida da atividade da emanação é um condensador para gás, Figura 9, e a corrente é normalmente medida pelo método do quartzo piezoelétrico (Curie, 1910; Curie, 1910b).

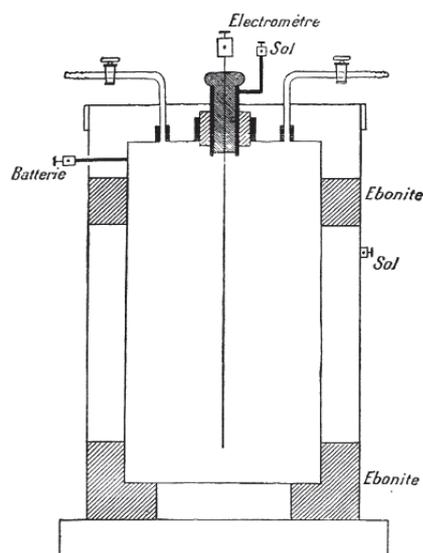


Figura 9 - Esquema de condensador a gás (Curie, 1910b)

Em conclusão:

Dos três métodos fundamentais de deteção da radioatividade apenas há um que corresponde à medição quantitativa, o método eletrométrico.

Os três métodos foram utilizados no Laboratório Curie onde tanto os aparelhos como as técnicas sofreram desenvolvimentos.

### 3.5 O trabalho no laboratório radioquímico: As descobertas

Descrevem-se as operações químicas realizadas pelos esposos Curie que conduziram à descoberta do polónio e do rádio.

Poderá dizer-se que o estágio de evolução da Química e da Física, aquando da descoberta da radioatividade, proporcionava as condições adequadas ao desenvolvimento do trabalho experimental que deu origem às descobertas a que esta conduziu, no curto intervalo de tempo em que aconteceu. Por exemplo, em química analítica estava, então, publicado um manual: "*Traité élémentaire d'analyse qualitative des matières minérales*" de Alfred Ditte, de 1893 (Martins; sem data).

Se os métodos da química analítica vão ser usados continuamente na extração de substâncias radioativas a partir dos minerais que as contêm, os métodos físicos, em particular os eletrométricos, serão utilizados para estudar e identificar estas substâncias.

Como foi referido, Marie e Pierre Curie dedicaram-se a sujeitar a pechblenda ao processo de extração, já que verificavam que este minério apresentava níveis de radioatividade muito mais elevados que qualquer sal de urânio, e mesmo que o urânio quando considerado puro. A sua ideia era a possibilidade da existência de uma outra substância (ou substâncias), até então não identificada(s), com propriedades radioativas. Atuaram sobre resíduos de pechblenda de Joachimsthal, cedidos pelo governo austríaco, a que tinha sido extraído o urânio. O processo de tratamento por fracionamento dos resíduos constituiu a primeira atividade em radioquímica e conduziu, em primeiro lugar, à descoberta do polónio (Friedlander, Kennedy *et al.*, 1981).

O tratamento da pechblenda é muito complicado dada a sua composição bastante complexa, tendo presente um grande número de elementos:

"Soluções de diversas concentrações eram levadas à ebulição. Depois das separações, o procedimento seguido era a cristalização fracionada. Depois de cristalizada, a fração era submetida ao eletrómetro e ao quartzo piezoelétrico, para investigar da existência das propriedades radioativas." (Ham, 2003)(TN)

O método baseou-se numa sequência de operações em que se mede a atividade de um material, realiza-se uma separação química e mede-se a radioatividade de todos os produtos obtidos, verificando-se se a substância ativa foi separada ou dividida pelas diversas partes e, sendo assim, em que proporção (Curie, 1910).

De acordo com Marie Curie, o procedimento experimental desenvolveu-se tendo por base a medição da atividade radioativa:

“Fomos levados a criar um novo método para procurar novos elementos, um método baseado na radioatividade considerada como uma propriedade atômica da matéria. Cada separação química é seguida da medição da atividade do produto obtido, assim, é possível determinar como a substância ativa se comporta do ponto de vista químico. (...) Devido à grande variedade de radiação emitida o método pode ser alargado pois torna possível não só a descoberta de materiais radioativos mas também distingui-los uns dos outros.” (Curie, 1911) (TN)

A análise química deu, numa primeira fase, origem a duas frações com atividade; a fração do bismuto apresentava atividade elevada, o mesmo acontecia para a fração do sulfato de bário, pelo que surgiu a hipótese, ponto de partida para os trabalhos seguintes, da existência de dois novos elementos radioativos. Marie e Pierre Curie em 1898, numa comunicação apresentada por Becquerel à Académie des Sciences, propõem o nome de polónio para o elemento que acompanhava o bismuto, em homenagem ao país de onde Marie era natural (Curie e Curie, 1898b). O nome de rádio é proposto para o elemento que acompanhava o bário noutra comunicação, também apresentada por Becquerel, de que os Curie são coautores com Gustave Bémont (1867-1932) (Curie, Curie *et al.*, 1898c).

#### Segundo Marie Curie:

“Os sulfuretos precipitados contêm uma substância muito ativa para além de chumbo, bismuto, cobre, arsénio e antimónio. Esta substância é completamente insolúvel em sulfureto de amónio, o que a separa do arsénio e do antimónio. Os sulfuretos, insolúveis em sulfureto de amónio, são dissolvidos em ácido nítrico, a substância ativa pode ser parcialmente separada do chumbo usando ácido sulfúrico. Ao lavar o sulfato de chumbo com ácido sulfúrico diluído, grande parte da substância ativa, arrastada com o sulfato de chumbo, é dissolvida.

A substância ativa presente na solução com o bismuto e o cobre é completamente precipitada com amónia o que a separa do cobre. Finalmente, a substância ativa fica com o bismuto.

Não encontrámos um método húmido exato para separar a substância ativa do bismuto (...)

Finalmente, obtivemos uma substância cuja atividade é 400 vezes maior que a do urânio (...)

Se a existência deste novo metal se confirmar, propomos que se chame polónio, homenagem ao nosso país de origem (...)” (Curie and Curie, 1898b)(TN)

“(...) no decurso das nossas investigações, encontrámos uma segunda substância fortemente radioativa e inteiramente diferente da primeira nas suas propriedades químicas (...)

A nova substância radioativa que encontramos, tem o comportamento químico semelhante ao do bário: não precipita nem pelo sulfureto de hidrogénio, nem pelo sulfureto de amónio, nem pelo amoníaco; o sulfato é insolúvel em água e em ácidos; o carbonato é insolúvel em água; o cloreto, muito solúvel em água, é insolúvel em ácido clorídrico concentrado e em álcool. (...)

(...) um elemento novo ao qual propomos se dê o nome de radium.” (Curie, Curie *et al.*, 1898c)(TN)

O tratamento da pechblenda exigia uma área de trabalho que a oficina de que dispunham não oferecia, e o espaço laboratorial foi alargado para um armazém cedido pela mesma escola.

A ação, sobre os diversos fragmentos assim obtidos, mostrou que se podia retirar, das respetivas frações, partes do bismuto e do bário inativas, e obter-se um material muito ativo. Pelo que Marie Curie obtém uma parcela de bismuto cada vez mais rica em polónio, através do processo que mais tarde descreveria:

« 1º Sublimação dos sulfuretos no vazio; o sulfureto ativo é muito mais volátil que o sulfureto de bismuto.

2º Precipitação das soluções nítricas por água. O “sous-nitrate” precipitado é muito mais ativo que o sal que fica dissolvido.

3º Precipitação por sulfureto de hidrogénio de uma solução clorídrica extremamente ácida; os sulfuretos precipitados são consideravelmente mais ativos que os que ficam dissolvidos.» (Curie, 1910)(TN)

Auxiliado por Gustave Bémont, o casal Curie procurou, também, obter a fração de bário cada vez mais rica em rádio (tendo estimado, para este, uma atividade 900 vezes superior à do urânio), de acordo com Marie Curie no seu tratado:

«(...) submetendo a mistura de cloretos a uma cristalização fracionada em água ou numa mistura de água e ácido clorídrico, ou ainda realizando precipitações fracionadas por álcool na solução de cloretos. Nos dois casos, o cloreto de rádio mostra-se menos solúvel que o de bário, (...)

Formam-se, então, aderentes ao fundo, lindos cristais e a solução saturada sobrenadante pode ser facilmente decantada. Ao evaporar à secura uma amostra desta solução, verifica-se que o cloreto obtido é cerca de cinco vezes menos ativo que o que cristalizou. Dividimos, assim, o cloreto em duas frações: A e B, a fração A muito mais ativa que a fração B. Reinicia-se em cada um dos cloretos, A e B, a mesma operação, e obtém-se, de cada um, duas porções novas. Quando a cristalização termina, reúne-se a fração menos ativa do cloreto A à fração mais ativa do cloreto B, estes dois materiais têm sensivelmente a mesma atividade. Obtém-se assim três porções que se voltam a submeter ao tratamento.» (Curie, 1910)(TN)

Este processo repete-se várias vezes de acordo com o esquema da Figura 10, retirando-se a "cauda" ao fim da sexta operação, bem como a porção mais concentrada<sup>27</sup>.

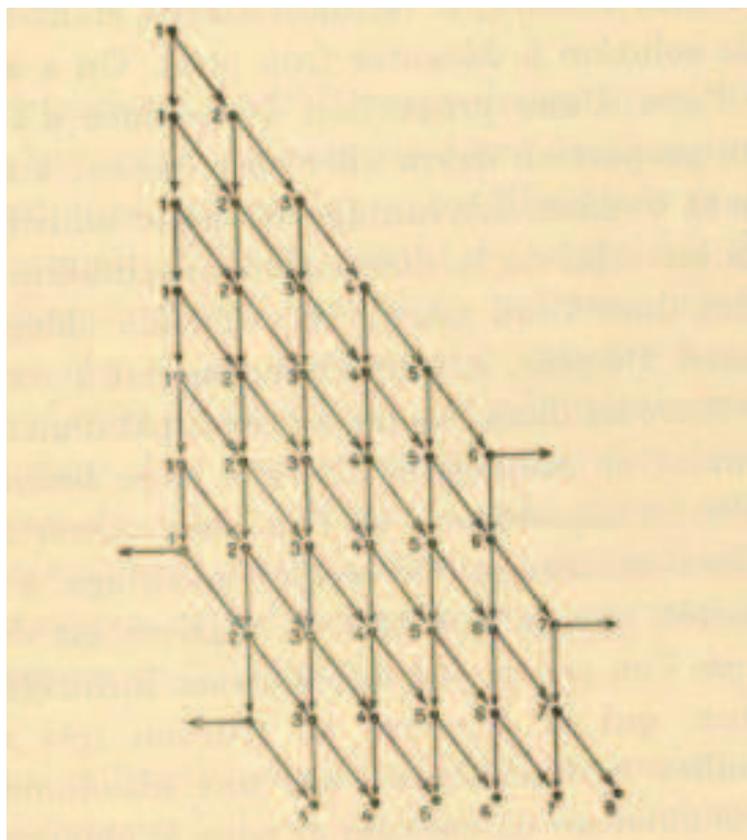


Figura 10 - Esquema do processo de fracionamento (Curie, 1910).

Qualquer das novas substâncias encontrava-se na pechblenda em quantidades ínfimas, sendo necessário tratar várias toneladas daquele minério.

O material, que era concentrado e purificado pelos Curie, resultara de um tratamento prévio da pechblenda, feito, a nível semi-industrial, em colaboração com a Société Centrale des Produits Chimique, que também construía e comercializava os instrumentos de Pierre Curie. A Société, em contrapartida, ficava com parte das substâncias radioativas extraídas. André-Louis Debierne (1874-1949), um colaborador de longa data do casal, é o responsável pela adaptação dos métodos aplicados em laboratório à escala industrial. Verifica-se, assim, que se estabeleceu uma relação de colaboração entre o Laboratório Curie e a indústria.

---

<sup>27</sup> Este método é designado por Branca Edmée Marques, na sua tese, por método clássico, para o qual apresenta um método alternativo para isolar o rádio a partir de sais de bário radífero.

O terceiro elemento encontrado na pechblenda foi descoberto por Debierne, em 1899, que lhe deu o nome de actínio. Encontrou-o numa fração que continha óxidos de elementos do grupo do ferro. Colocou-o entre os elementos da série das terras raras. A sua extração verificou-se complicada e era de certa forma incompleta, o que tornou muito difícil a sua caracterização (Curie, 1910).

Em 1900, Friedrich Dorn (1848-1916) identificara, com o nome de emanção, um outro elemento radioativo, gasoso, a que hoje chamamos rádon. Verificava-se que uma placa metálica, próxima de uma fonte de radioatividade intensa, adquiria características radioativas. Quando afastada da fonte, a placa rapidamente perdia estas propriedades. Inicialmente este fenómeno foi identificado por Pierre e Marie Curie (erradamente) como radioatividade induzida, já que a placa, mesmo se lavada após a ação da fonte radioativa, mantinha o fenómeno (Cabral, 2011)<sup>28</sup>.

Em conclusão:

A confirmação da existência dos dois elementos descobertos pelos Curie implicou uma atividade química de separação por fracionamento e cristalização fracionada, gigantesca, no verdadeiro sentido da palavra: trataram-se toneladas de minério para obter miligramas dos novos compostos.

O Laboratório Curie estabelece uma relação de parceria com a indústria, na medida em que os métodos de extração o exigiam, pelas quantidades de minério a processar.

---

<sup>28</sup> É interessante referir a propósito dos diversos elementos descobertos no decorrer das investigações sobre radioatividade que, em 1939, Marguerite Perey (1909-1975) que se especializara no actínio por proposta de Marie Curie, descobre um novo elemento, de número atómico 87, obtido do decaimento do actínio, a que chamou francium (Adloff and Fauffman, 2005). Branca Edmée Marques refere, no seu Curriculum, que Marie Curie desejara entregar-lhe este trabalho do estudo das leis de separação do actínio a partir de terras raras actiníferas (Marques, 1954).

### 3.6 O trabalho no laboratório radioquímico: A investigação

Para o reconhecimento dos novos elementos é indispensável a sua caracterização. É importante a determinação do peso atómico e a identificação do espectro característico, procurando-se conhecer também outras propriedades químicas. Descreve-se como o Laboratório Curie se dedicou a esta atividade.

A análise espectral das amostras é pedida, por Marie Curie, a Eugène-Anatole Demarçay (1852-1904), muito experiente neste campo. Na amostra correspondente à fração mais ativa de cloreto de bário radífero, Demarçay encontra, em 1898, conjuntamente com o espectro do bário, uma nova risca tão mais intensa quanto mais ativa é a amostra, na região do ultravioleta, nos 381,47<sup>29</sup>, podendo assim ser confirmada a existência deste elemento. O espectro apresentado pelo rádio é semelhante ao dos outros alcalino-terrosos, o que reforça o seu posicionamento naquele grupo da tabela periódica (Curie, 1910). O seu espectro de chama apresenta uma cor vermelho carmim.

Para a fração que continha a parte mais ativa do bismuto não foi possível, naquela altura, encontrar uma nova risca que pudesse caracterizar o polónio devido à dificuldade em obter uma fração suficientemente concentrada. Em 1910, no seu tratado, Marie Curie já atribui ao polónio entre outras, mais fracas, a risca a 4170,5<sup>30</sup> (Curie, 1910).

Do ponto de vista químico, Marie Curie supôs que os dois novos elementos, tanto o polónio como o rádio, teriam propriedades análogas às dos elementos com os quais eram extraídos, o bismuto para o primeiro e o bário para o segundo.

Soube-se então que as propriedades dos sais de rádio são semelhantes às dos sais de bário. Os cloretos de ambos os elementos são isomorfos, cristalizando juntos em todas as proporções, e distinguindo-se, no entanto, pela maior solubilidade do cloreto de bário. As solubilidades dos diversos sais de rádio foram

---

<sup>29</sup> Mme Curie não identifica a unidade em que se expressa este comprimento de onda, sendo do ultravioleta é possível que seja o nm.

<sup>30</sup> Este comprimento de onda também não tem identificada a unidade, considera-se a hipótese de se encontrar em angströms.

cuidadosamente ensaiadas e comparadas com as dos sais de bário, para estes poderem ser identificados e separados<sup>31</sup> (Curie, 1910).

Marie Curie dedicou-se com persistência à determinação do peso atómico do rádio. Em 1902, tratou-o com nitrato de prata obtendo o valor próximo de 225, o que o colocava por baixo do bário na tabela periódica (Danne, 1904; Afonso, 2010). Como controlo do método, determinou do mesmo modo o peso atómico do bário. Mais tarde, Marie Curie retificou aquela determinação, tendo obtido o valor  $226,45 \pm 0,5$ . Utilizou uma amostra de sal de rádio, especialmente purificado, e, considerando o rádio um metal bivalente, determinou o seu peso atómico:

“O sal foi pesado, dissolve-se em água num copo de precipitação, e adiciona-se a quente a uma solução quente de nitrato de prata (purificado por cristalização), contendo muito pouco ácido nítrico purificado. O cloreto de prata junta-se por agitação e com aquecimento moderado. Quando a solução está límpida, recolhe-se o cloreto de prata por filtração, e lava-se a com água quente muito ligeiramente nítrica. Seca-se o precipitado e separa-se do filtro. Este é queimado num cadinho; as cinzas são evaporadas com uma gota de ácido nítrico, depois com uma gota de ácido clorídrico. O resíduo no cadinho deve ser muito pouco importante em relação à totalidade do precipitado. Aquele é adicionado no cadinho e aquecido até à fusão, mas não mais que o necessário para obter a fusão. Deixa-se arrefecer o cadinho no exsiccador e pesa-se.” (Curie, 1910) (TN)

Nesta altura as matérias radioativas utilizadas já eram provenientes da Société Centrale des Produits Chimiques. O Laboratório Curie também era fornecedor destas matérias a outros investigadores. Entretanto, as quantidades de polónio e a pureza das frações, que o continham, não foram suficientes para permitir a determinação do seu peso atómico.

Enquanto isso, Pierre Curie interessava-se pelas propriedades dos “*raios urânicos*”, utilizando as substâncias radioativas concentradas e purificadas no seu laboratório. Afirmando, no seu discurso do Nobel de 1903, proferido em 1905:

“Os raios- $\beta$ , semelhantes aos raios catódicos, comportam-se como projéteis carregados negativamente, de massa 2000 vezes menor que a do átomo de hidrogénio (elétron). Verificámos, Mme Curie e eu, que os raios- $\beta$  possuem carga negativa. Os raios- $\alpha$ , semelhantes aos raios canal de Goldstein comportam-se como projéteis 1,000 vezes mais pesados e carregados com electricidade positiva. Os raios- $\gamma$  são semelhantes aos raios Röntgen” (Curie, 1905) (TN).

---

<sup>31</sup> Neste campo inserem-se, mais tarde, os trabalhos da tese de Branca Edmée Marques levados a cabo no *Institut du Radium*.

É em consequência da atribuição do Prémio Nobel da física, em 1903, que Pierre e Marie Curie partilharam com Henri Becquerel, em reconhecimento do seu trabalho na investigação dos fenómenos radiativos por este descobertos, e da notoriedade que ele causou, que os Curie acabam por ter verdadeiramente um laboratório, na "Rue Cuvier", o primeiro em França inteiramente dedicado à radioatividade (Boudia, 2001).

No projeto de funcionamento de um laboratório de radioquímica, Marie Curie tem por objetivo fundamental as pesquisas científicas puras mas propõe também o estabelecimento de relações com a indústria<sup>32</sup>, preconizando a cooperação no seu desenvolvimento, bem como contribuir para o progresso nas pesquisas das aplicações médicas e biológicas.

A boa relação da investigação com a indústria é estabelecida logo de início, quando o casal Curie se recusa a tirar dividendos da sua descoberta, publicando sem qualquer reserva todos os seus resultados. A estrutura industrial, como se verificou, é indispensável no tratamento dos minérios tendo em atenção a necessidade de separar e concentrar as substâncias ativas. Para uma tonelada de resíduo de pechblenda são necessárias 5 toneladas de produtos químicos e 50 toneladas de água, fornecendo 30 g de brometo de bário radífero. É a partir deste brometo que se procede ao fracionamento para obter 1 a 2 mg de brometo de rádio, o que já se faz no laboratório (Boudia, 2001).

O fornecimento de pechblenda de Saint Joachimsthal é assegurada aos Curie pela boa relação que mantêm com o presidente da Académie des Sciences de Vienne, mesmo quando o governo austríaco declara um embargo às exportações daquele minério.

O tratamento prévio da pechblenda passa, em 1904, a ser assegurado por uma indústria criada especificamente para o efeito por Émile Armet de Lisle. São os Curie, que com ele estabelecem uma colaboração regular, que facultam os conhecimentos necessários ao funcionamento dessa indústria e disponibilizam instrumentos de medida. É de entre os seus colaboradores que saem os técnicos que possibilitam o aperfeiçoamento dos métodos utilizados e proporcionam o controlo instrumental e a análise dos minerais e dos produtos obtidos. Mais tarde,

---

<sup>32</sup> Branca Edmée Marques também dá conta desta necessidade de salvaguardar a ligação à indústria nos seus relatórios à JEN.

em 1910, também a indústria fundada por Henri de Rothschild, médico, faz uso desta mais-valia (Boudia, 2001).

Émile Armet de Lisle interessa-se pelas aplicações da rádio na medicina, talvez porque outra fábrica que possuía era de quinino. Desde cedo são procuradas capacidades curativas na atividade radioativa. Também Pierre Curie se tinha interessado pelas possibilidades terapêuticas da radioatividade, tendo testado a ação desta no próprio braço, comprovando que origina inflamações difíceis de cicatrizar e prevenindo para os seus efeitos. Divulga os resultados e alerta:

“Em determinados casos a sua ação torna-se perigosa. Quando se deixa, numa caixa de cartão ou de madeira, uma pequena ampulheta de vidro com alguns centigramas de sal de rádio, num bolso, por algumas horas, não se sente absolutamente nada. Mas, 15 dias depois, surge uma vermelhidão na epiderme, depois uma inflamação muito difícil de sarar. Uma ação mais demorada pode causar paralisia e morte. O rádio deve ser transportado numa fina caixa de chumbo.

Eu também penso que o rádio pode ser muito perigoso em mãos criminosas. E surge a questão: serão suficientes os benefícios recolhidos do conhecimento das leis da natureza ou a sua utilização perniciosa sobrepor-se-á?” (Curie, 1905) (TN)

As aplicações terapêuticas abrem um novo mercado ao comércio do rádio. O rádio surge, para o público em geral, como elemento milagroso a utilizar na medicina, na agricultura ou mesmo na cosmética. A maior procura deste elemento reforça a necessidade, expressa pelos Curie, da existência, em França, de um laboratório do rádio. A criação de um instituto do rádio em França começa a tomar forma, até pela necessidade de competir com a investigação que se faz pela Europa e na América.

Com a morte de Pierre Curie, em 1906, o laboratório abandona os estudos mais relacionados com a física e dedica-se inteiramente à investigação das propriedades das substâncias radioativas e dos seus processos de produção/isolamento. O projeto do novo instituto toma forma prevendo-se, na sua constituição, o pavilhão Curie totalmente dedicado à investigação sobre os radioelementos, nomeadamente o rádio. As relações com a indústria multiplicam-se. A pedido de Marie Curie, em 1908, Armet de Lisle instala na sua indústria um laboratório de pesquisa que vai ser dirigido por Debiérne e orientado para os processos químicos de separação (Boudia, 2001).

Marie Curie dedicou-se, também, à medição de constantes de decaimento. Esta grandeza, que caracteriza os elementos radioativos, surge na lei que traduz a

diminuição da sua atividade com o tempo<sup>33</sup>. Empenhou-se sobretudo em obter uma forma de identificar o polónio, conseguindo terminar a controvérsia que se estabelecera com Willy Marckwald (1864-1942). Este afirmava ter descoberto um novo elemento que Marie proclamava, e mais tarde confirmou, ser o polónio (Boudia, 2001).

O rádio metálico só foi obtido em 1910, por Marie Curie em cooperação com Debierne, por eletrólise de cloreto de rádio (Boudia, 2001; Afonso, 2010). E só nesse ano estes mesmos investigadores conseguem isolar polónio suficiente para começar a estudar as suas propriedades.

Em 1911, Marie Curie recebe o Prémio Nobel da Química como reconhecimento do seu serviço para o progresso da química, pela descoberta dos elementos rádio e polónio, pelo isolamento do rádio e estudo da sua natureza e compostos. No seu discurso Nobel, afirma:

“(…) pode dizer-se que a tarefa de isolar o rádio é a pedra angular do edifício da Ciência Radioatividade. Além disso, o rádio continua a ser a ferramenta mais útil e poderosa nos laboratórios de radioatividade.” (Curie, M, 1911) (TN)

O laboratório Curie também foi decisivo nos avanços da metrologia aplicada aos processos radioativos, já que a utilização das substâncias radioativas em geral,

---

<sup>33</sup> Foi Rutherford quem primeiro estabeleceu a dependência da atividade radioativa de uma espécie,  $A$ , que mede a rapidez de desintegração de uma amostra constituída por  $N$  núcleos, como o número de átomos que se transforma por unidade de tempo. Esta dependência é traduzida pela relação:  $A = -\frac{dN}{dt}$

A atividade pode ser expressa em desintegrações por segundo, dps, no SI de unidades chama-se becquerel (Bq) a 1 desintegração por segundo, a unidade mais antiga é o curie (Ci) verificando-se ser  $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$ .

Constata-se que, em cada instante, a atividade de uma amostra é diretamente proporcional ao número de núcleos presentes, sendo a constante de proporcionalidade  $\lambda$ , designada constante de decaimento, específica para cada espécie:  $A = \lambda N$  O que traduz uma lei exponencial para o decaimento:

$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$  em que  $N_0$  é o número de núcleos inicial.

Do mesmo modo a atividade varia exponencialmente no tempo:  $A(t) = A_0 e^{-\lambda t}$

O tempo necessário para que a amostra se reduza a metade é também característico da transformação, verificando-se que se relaciona com a constante de decaimento:  $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

Há elementos cujos tempos de meia vida são muito breves, no entanto, para outros, pode ser maior que a idade da própria Terra.

Designa-se tempo médio de vida,  $\tau$ , o inverso da constante de decaimento, outro valor característico da transformação que corresponde ao tempo necessário para que o número de núcleos da amostra se reduza a 37 %. (Curie, 1910; Cabral, 2011).

e do rádio em particular, exigia uma série de regras comuns para certificar as amostras, nomeadamente as usadas em radioterapia. A nível industrial e na prospeção de minérios, foi necessário preparar instrumentos de medida mais fáceis de usar que o eletrómetro, e facilmente transportáveis. A diversificação da utilização das substâncias radioativas colocava o problema da certificação. Era necessário saber qual a quantidade e qual a qualidade dos elementos que circulavam, nomeadamente do rádio, porquanto a sua medição é uma operação delicada e difícil, mesmo no laboratório; constatando-se, sobretudo quando se pretendia dosear para radioterapia, mas também na indústria, a necessidade de criar um padrão e estabelecer uma unidade. Mesmo os diversos laboratórios tinham dificuldade em comparar resultados, uma vez que os processos utilizados e as fontes de matéria-prima eram diferentes. Várias soluções foram ensaiadas, os padrões de urânio foram utilizados em várias situações, não se verificando, todavia, sempre eficazes: era necessário um padrão com uma atividade mais elevada. Concluiu-se, assim, em 1910, que seria adequado um padrão de brometo de rádio, por o rádio ser o elemento radioativo sobre o qual se tinha mais conhecimentos e por, tendo em atenção o seu tempo de meia vida, de 1600 anos, ser admissível considerar que se encontrava em equilíbrio radioativo, podendo a sua atividade ser considerada constante durante anos. Enquanto padrão cumpre, o brometo de rádio, com as propriedades de ser duplicável e transportável. A dosagem do rádio é feita, para este efeito, pelo método da emanção libertada.

É a Marie Curie, considerada então a maior especialista na purificação das substâncias radioativas, que é confiada a tarefa de criar um padrão internacional pela comissão criada no âmbito do segundo congresso internacional de eletricidade e radiologia, que teve lugar em Bruxelas em setembro de 1910. Esta comissão tinha como objetivo elaborar o projeto de criação do referido padrão a apresentar na sessão de encerramento. Ao padrão, decidiu-se, corresponderia uma massa de rádio metálico de cerca de 20 mg. A unidade de radioatividade foi, também, então definida de acordo com a sugestão de Marie Curie: 1 curie é a quantidade de emanção em equilíbrio com 1 g de rádio o que correspondia às necessidades do seu laboratório. É o padrão de rádio que vai permitir, a partir desta data, calibrar os instrumentos de medida. O padrão é finalmente adotado em 1912 e é depositado no Bureau International des Poids et Mesures de Sèvres, apesar de Marie Curie manifestar o desejo de o guardar no seu laboratório (Boudia, 2001).

Em consequência deste trabalho Marie Curie estabelece, no seu laboratório, um serviço de metrologia, atestando sobre o teor em rádio dos produtos sobre os quais lhe fosse solicitada a análise, reforçando assim os laços do laboratório com os diversos domínios de utilização dos elementos radioativos e reafirmando-o na certificação dos radioelementos.

É a partir de 1914 que funciona o *Institut du Radium*. Projetado para ser constituído por duas secções, uma destinada à pesquisa físico-química sobre os elementos radioativos, outra destinada ao estudo das aplicações médicas e biológicas destes elementos, constitui um centro de estudos da radioatividade e das suas aplicações. A estrutura do laboratório Curie é constituída por técnicos que se dedicam à investigação, nomeadamente sobre a purificação das fontes radioativas e os métodos de doseamento, e outros ainda que se dedicam à medição, disponíveis para responderem, sempre que solicitados, designadamente na determinação da radioatividade de águas naturais. O serviço de medidas no novo instituto, autorizado oficialmente pela Universidade de Paris, é gerido, depois da guerra, por Hélène Galabert, ajudada por Sonia Cotelle e Catherine Chamié<sup>34</sup>. Neste serviço serão certificados os padrões secundários produzidos em Viena, fazendo-o corresponder, por isso, a um selo de garantia (Boudia, 2001).

Marie Curie lutou pela criação de um laboratório industrial - para tratar grandes quantidades de matéria -, que considerava importante para a ciência pura: poderia ser obtida maior quantidade de radioelementos para a investigação e para a medicina, já que se obteria rádio a um preço mais acessível. A indústria seria, deste modo, beneficiada pelo desenvolvimento que sofreriam os processos, mas este laboratório só é conseguido nos inícios da década de 1930 (Boudia, 2001).

É no laboratório Curie que Irène Curie (1897-1956), filha de Marie Curie, e o seu marido Frédéric Joliot (1900-1958), investigaram e, em 1934, estudaram os efeitos do bombardeamento de certos elementos, entre eles o alumínio, com partículas alfa provenientes do polónio, descobrindo a radioatividade artificial e abrindo o caminho à síntese artificial de novos nuclídeos, pelo que receberam o Prémio Nobel da Química em 1935.

---

<sup>34</sup> Estas duas últimas senhoras são mencionadas por Branca Edmée Marque enquanto suas tutoras no *Institut du Radium*.

Em conclusão:

No laboratório Curie trabalha-se em radioatividade, faz-se investigação em ciência pura mas, e também, de uma forma mais alargada em química industrial e em metrologia.

### 3.7 Conclusão

O termo radioatividade foi atribuído, por Marie Curie, ao fenómeno de emissão radiativo interpretado, por Rutherford, como a transmutação de um átomo noutra.

Hoje, radioatividade é um capítulo importante das ciências Física e Química e designa não só o fenómeno que corresponde a um decaimento, mas também a intensidade da radiação observada (Choppin, Liljenzin *et al.*, 1995). Permitindo, a sua manipulação, o conhecimento da estrutura atómica, abriu caminho à Física Nuclear.

A descoberta e compreensão da radioatividade beneficiaram, em França, das condições de divulgação que a Académie des Sciences de Paris e os *Comptes Rendus* proporcionavam, e da curiosidade e dedicação à investigação de uma mulher, Marie Curie.

A confirmação da existência dos dois elementos descobertos pelos Curie implicou uma atividade química de separação por fracionamento e cristalização fracionada num laboratório que o casal criou e desenvolveu.

Maria Curie, em 1911, no seu discurso do Nobel concluiu:

“Eu gostaria de realçar a natureza da nova química dos corpos radioativos. Toneladas de materiais têm de ser tratados para a extração do rádio do minério (...) temos métodos de medida tão perfeitos e tão sensíveis que temos capacidade para reconhecer de forma exata as pequenas quantidades de rádio que usamos. (...) também estamos habituados a tratar diariamente no laboratório com substâncias cuja presença apenas nos é revelada pelas suas propriedades radioativas mas que, todavia, podemos encontrar, dissolver, re-precipitar das suas soluções e depósitos eletrolíticos. Isto significa que estamos perante um tipo de química distinto para o qual a ferramenta utilizada é o eletrómetro, não a balança, e a qual podemos designar como química do imponderável.” (Curie, 1911) (TN)

Segundo Dominique Peste<sup>35</sup>, com quem se concorda, no laboratório Curie as atividades desenvolvidas compreendem a produção, a purificação e a análise das várias propriedades (não só as físicas) das substâncias radioativas, com grande atenção aos procedimentos e processos quer laboratoriais quer industriais. É dotado de equipamentos de qualidade e de uma equipa de cientistas marcante, características que mantém ao longo dos anos (Boudia, 2001).

No Institut du Radium de Paris foi preparado o padrão internacional de medida, tendo essa tarefa sido confiada a Mme Curie por ser a maior especialista na purificação das substâncias radioativas. Neste instituto passou a funcionar o serviço de medidas para certificação de padrões secundários.

Todo o processo de descoberta e separação das novas substâncias implicou o conhecimento das leis das solubilidades e da precipitação fracionada. A otimização destes procedimentos era uma preocupação, sobretudo na purificação, nomeadamente a forma como se efetua a repartição do rádio pelas duas fases, a sólida e a líquida. É aqui que se insere o trabalho desenvolvido por Branca Edmée Marques, no seu estágio, com os sais de bário radífero, no Laboratório Curie, entre 1931 e 1935, que será objeto do próximo capítulo.

---

<sup>35</sup> Diretor do *Centre Alexander Koyré*.



## 4. Branca Edmée Marques em Paris

### 4.1 Introdução

Neste capítulo, após apresentar Branca Edmée Marques, procura-se conhecer a sua ação investigativa enquanto esteve no *Institut du Radium* de Paris.

Com a análise da correspondência que Branca Edmée Marques estabelece com a JEN, nomeadamente nas diversas diligências que desenvolve para obter as várias prorrogações da bolsa de que usufrui, descrevem-se as relações que estabelece com o Laboratório Curie, em particular com Mme Curie, e com a JEN.

O percurso de Branca Edmée, enquanto cientista, é delineado nos resultados das pesquisas que dá a conhecer à *Académie des Sciences de Paris*, e que são posteriormente publicados nos *Comptes Rendus*, bem como na tese que defende no seu doutoramento.

As fontes a que se recorre são os documentos dos processos da JEN que o Instituto Camões<sup>36</sup> tem arquivado. Para Branca Edmée Marques a JEN tem dois processos<sup>37</sup>: o primeiro, com início em novembro de 1929, termina rapidamente quando desiste da sua pretensão à bolsa; o segundo agrega correspondência de 3 anos. É constituído por ofícios, cartas, recibos, resumos de atividade, relatórios, entre outros documentos, que trocou com aquela instituição, incluindo, também, quatro<sup>38</sup> cartas de Mme Curie que certificam o trabalho desenvolvido por Branca Edmée Marques nos seus laboratórios (Anexo B).

---

<sup>36</sup> (AIC.0407.05.000.00). De ora em diante os documentos do Arquivo do Instituto Camões serão representados pelas iniciais AIC, a que se seguem quatro grupos de dígitos, separados por pontos, representando: caixa, processo, documento e página.

<sup>37</sup> (AIC.0455.06.000.00) e (AIC.0407.05.000.00).

<sup>38</sup> 2 originais e 2 cópias autenticadas.

No processo de Branca Edmée não há qualquer testemunho do último ano que esteve em Paris (1935). Este ano é monitorado com o auxílio dos documentos do seu espólio científico, à guarda do Departamento de Química e Bioquímica da Faculdade de Ciência da Universidade de Lisboa (Anexo C) e do espólio existente no Arquivo Histórico dos Museus da Universidade de Lisboa. Recorre-se também ao livro de atas da Comissão executiva da JEN e aos relatórios dos anos escolares do Laboratório Curie onde é sintetizada a sua atividade, três deles ainda são "Raport de Madame P. Curie" (1930/31, 1931/93 e 1932/33).

São igualmente recurso as diversas publicações de Branca Edmée Marques dos anos de bolsa, designadamente nos *Comptes Rendus* (Anexo D), a sua tese e os *Curricula Vitae* que posteriormente publica.

## 4.2 Apresentação de Branca Edmée Marques

Branca Edmée Marques de Sousa Torres é o nome completo da cientista portuguesa conhecida como Branca Edmée Marques. Nasceu a 14 de Abril de 1899, na freguesia dos Anjos em Lisboa, e faleceu em 19 de Julho de 1986, aos 87 anos, na mesma cidade. Foi sua mãe Berta Rosa Marques e seu pai Alexandre Théodor Roux que possuía um diploma da "École des Beaux Arts" de Paris, cujo falecimento, quando Branca tinha apenas 8 anos, ocasionou que fosse educada apenas pela mãe (Ferreira, 2001).

Iniciou o seu percurso escolar no Colégio Luso-Brasileiro e frequentou, após conclusão do ensino primário, o Liceu Maria Pia e o Liceu Pedro Nunes, tendo-se destacado pelos bons resultados obtidos. No Liceu Pedro Nunes teve professores que na altura tinham também a função de Assistentes na Faculdade de Ciências de Lisboa, como foi o caso de Armando Cyrillo Soares, da secção de química entre outros de outras secções (Marques; s.d.). Ingressou na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, na licenciatura em Ciências Físico-Químicas, curso que concluiu em Dezembro de 1925 com a classificação de 17,4 valores - Bom com distinção. Na sua licenciatura teve como Professores os Doutores Achilles Machado nas cadeiras de Química Inorgânica, Química Orgânica e Análise Química Qualitativa e A. Pereira Forjaz nas cadeiras de Análise Química Quantitativa e Química Física (Marques, 1949).

No ano letivo 1923-24, ainda estudante, estagiou, no Laboratório de Química Analítica do Instituto Superior Técnico, sob orientação de Charles Lepierre (Marques, 1949).

Por proposta do Professor Achilles Machado, registada em Ata do Conselho Escolar de 31 de Julho de 1924, foi nomeada Segundo Assistente, em Química, na Faculdade de Ciências da U.L., sem ainda ter concluído a licenciatura. Na altura, a grande preocupação com a sua contratação prendia-se com a sua capacidade para manter a disciplina num universo de alunos, professores e funcionários quase totalmente masculino. Quando efetuou o convite, o Professor ter-lhe-á dito “E de si, minha senhora, espero que consiga manter a disciplina nas aulas” (Marques; s.d.).

Branca Edmée Marques foi um dos bolseiros portugueses a trabalhar sob orientação de Mme Curie, na década de 30 do século passado, numa época em que o Institut du Radium de Paris

“era mais do que um estabelecimento de investigação científica; pairava nele uma agradável atmosfera de constante inovação e descoberta, espécie de fluido forte, poder dinâmico que parecia querer impelir-nos para mais elevados destinos. Era esse imponderável que dava o ânimo e o estímulo para cada um se ultrapassar a si próprio (...)” (AHMUL,2733)<sup>39</sup> (Anexo E),

nas suas próprias palavras pronunciadas em 1958 na “Primeira Reunião de Técnicos Portugueses de Energia Nuclear”. Cruzou-se em Paris, por exemplo, com Manuel Valadares e Arnaldo Peres de Carvalho. Tendo subscrito, em 1934, um abaixo-assinado, que se pensa ser da iniciativa Aniceto Monteiro, também assinado por outros cinco bolseiros, em que se expunha as dificuldades financeiras que sofriam:

“vêm muito respeitosamente trazer ao conhecimento de V.V Exas. as circunstâncias precárias em que se encontram para bem cumprir o plano de trabalhos que se impuseram, em obrigação moral e contratual perante si próprios e perante a Junta.” *In* (Fitas, 2008)

registando-se a sua interação com colegas compatriotas com os quais partilhava adversidades.

---

<sup>39</sup> (AHMUL, xxxx), de ora em diante os documentos do espólio de Branca Edmée Marques no Arquivo Histórico dos Museus da Universidade de Lisboa serão assim referidos já que não se encontra catalogado cada documento mas apenas a caixa onde se encontram arquivados, o que corresponde a um conjunto de 4 algarismos. Poder-se-á seguir a indicação (Anexo) se for apresentada uma reprodução em anexo.

### 4.3 Branca Edmée Marques bolsreira da JEN

Faz-se uma resenha da atividade de Branca Edmée Marques vista pelos seus olhos, já que são os seus relatórios e demais correspondência que estabelece com a JEN, bem como os cadernos diário onde regista observações, que a guiam.

A correspondência da bolsreira com a JEN far-se-á, de início, com o doutor Simões Rapôso, Secretário Geral, e, depois do seu falecimento, com o presidente, Celestino Costa.

Branca Edmée Marques solicitou, em novembro de 1929, em carta endereçada ao Presidente da Liga de Educação Nacional<sup>40</sup>, um subsídio para duas épocas consecutivas, uma em França outra em Inglaterra, para especialização científica em radioatividade, com duração não inferior a 8 meses. Como resposta é-lhe solicitado, pelo secretário da JEN, um comprovativo de idoneidade científica para os estudos a que se propõe, o plano de trabalho, o nome das personalidades com quem pretende estudar e as possibilidades de aplicar posteriormente os conhecimentos que pretende adquirir. Em consequência, Branca Edmée, que considera este pedido uma forma de recusa, comunica, em Março de 1930, que, por motivos de serviço oficial na Faculdade de Ciências, onde é assistente, não mantém, nesse ano, o pedido (AIC.0455.06.000.00).

Em julho de 1931, volta a solicitar uma bolsa, desta vez já à JEN, pois pretende realizar no estrangeiro um estágio que lhe possibilite "*efetivar trabalhos especiais*" no ramo científico a que se dedica, e apresenta como hipótese o Laboratório de Madame Curie mas também, o Laboratório do Professor Soddy<sup>41</sup>, em Oxford, para "*O estudo da química dos elementos radioactivos*" e, como uma possibilidade alternativa, o "*Estudo da catálise (preparação de compostos orgânicos e velocidade das reações químicas, no Laboratório do Professor P. Sabatier, em Toulouse ou o do Professor J. Philip (do Imperial College of Science and Technology)*", alegando que a escolha dependerá da resposta que aqueles

---

<sup>40</sup> Associação dedicada à educação das massas, de que tinha sido cofundador, em 1907, Celestino Costa. Em 1929 deu lugar à Junta de Educação Nacional.

<sup>41</sup> Mme Curie tinha descoberto o polónio e o rádio, dedicando-se aos processos de extração, purificação e caracterização dos elementos radioativo, enquanto Soddy se dedicava ao estudo do processo radioativo, trabalhara com Rutherford e com ele estabelecera a teoria de desintegração radioativa, tendo chegado à noção de isótopo.

laboratórios derem ao seu pedido. Branca Edmée aspirava, então, atingir um adestramento científico que, concluía, traria também vantagens para a Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (AIC.0407.05.001.01).,

A bolsa, por 8 meses, em Paris, Toulouse, Oxford ou Londres, no valor de dezassete mil escudos, atribuída em 25 julho de 1931, é depois sujeita a aprovação pelo Ministro da Instrução Pública, para que lhe seja assegurada a manutenção de todos os vencimentos e garantias. O subsídio para despesas de viagem e de instalação é de 1000\$00 (AIC.0407.05.002.01).

Os termos da atribuição da bolsa determinam que seja cumprido o plano de trabalho proposto, e outros desde que aprovados pela JEN; a elaboração de um relatório trimestral e comunicação de outras informações solicitadas; além de que se comprometa a continuar a exercer funções remuneradas, na sua especialidade, durante cinco anos, após o seu regresso (AIC.0407.05.005.01).

Depois de ser notificada da concessão da bolsa, escreve a Mme Curie solicitando-lhe que a receba como estagiária, a partir de novembro desse ano, no laboratório de investigação científica do "*Institut du Radium*", alegando que em Lisboa se está a pensar instalar um "*Institut radiologique*", e que o seu pessoal deve ser diplomado e com uma especialização em radioatividade adquirida com as autoridades competentes na matéria, pelo que deseja estudar os processos de medição utilizados em radioatividade e a química dos elementos radioativos. Em outubro, recebe a resposta, pela secretária de Mme Curie, assegurando-lhe a admissão, sem necessidade de cumprir qualquer outra formalidade (EsCieBEM, FCUL) (Anexo C). Naquele laboratório sempre houve espaço para novos investigadores: o grupo permanente contava com apenas cerca de 10 elementos. No ano letivo 1931-32, 32,5 % eram investigadoras<sup>42</sup>, Branca Edmée Marques viria a ser uma delas (Boudia, 2011).

Branca Edmée Marques vai para Paris, acompanhada pela mãe, única exigência imposta pelo esposo (Marques, s.d.), instala-se no Hotel Vitorie, no n.º 14 - Rue de Gay-Lussac, e aí permanece até ao final do seu tirocínio. Afirma que Mme Curie a recebeu com afabilidade, facultando-lhe todas as informações úteis para cumprir o seu empreendimento laboratorial, e tendo considerado conveniente que primeiro se adestrasse nos diferentes "*processos de medição utilizados em*

---

<sup>42</sup> No ano 1934, trabalhavam 47 investigadoras no Laboratório Curie, o que correspondia a 27,7 % do total (Boudia, 2011).

*radioactividade*". Este trabalho preliminar será demorado pois as medições são delicadas e morosas; refere que no laboratório só os estagiários têm pressa (AIC.0407.05.007.01).

Compreende-se a importância da aprendizagem dos processos de medição, a realizar com a maior precisão e segurança, pois do seu rigor vai depender o êxito dos estudos que pretende realizar no âmbito "*da química dos elementos radioactivos*", onde serão constantemente empregues (AIC.0407.05.014.03).

Num seu caderno de anotações, escreve, com a data de 3/11/931:

"Recomendações gerais

Nunca deixar uma substância radioativa num aparelho depois de terminadas as medições.

Evitar cuidadosamente espalhar substâncias radioativas nas câmaras de ionização ou nos eletroscópios; mesmo alguns traços de poeira ativa pode prejudicar gravemente o funcionamento do aparelho.

Lavar as mãos se tocar nas substâncias radioativas antes de tocar um aparelho, qualquer que ele seja.

Para preparar os recipientes com as substâncias ativas a medir, deve-se ir para a sala de química e manipulá-los sobre uma grande folha de papel que será posteriormente descartada, com os traços de pó que aí tenham caído.

Os recipientes contendo as substâncias ativas serão colocados no aparelho de medida, sobre um disco de papel próprio.

Os fios de ligação do sistema isolado, entre as hastes e os aparelhos devem ser muito curtos.

Não tocar a rolhas das hastes ou das câmaras de ionização." (EsCiBEM; FCUL)  
(TN) (AnexoC)

Depois, dedica algumas páginas a esboços dos instrumentos com que vai trabalhar, Figura 11, e regista o funcionamento, entre outros, do quartzo piezoelétrico, Figura 12.

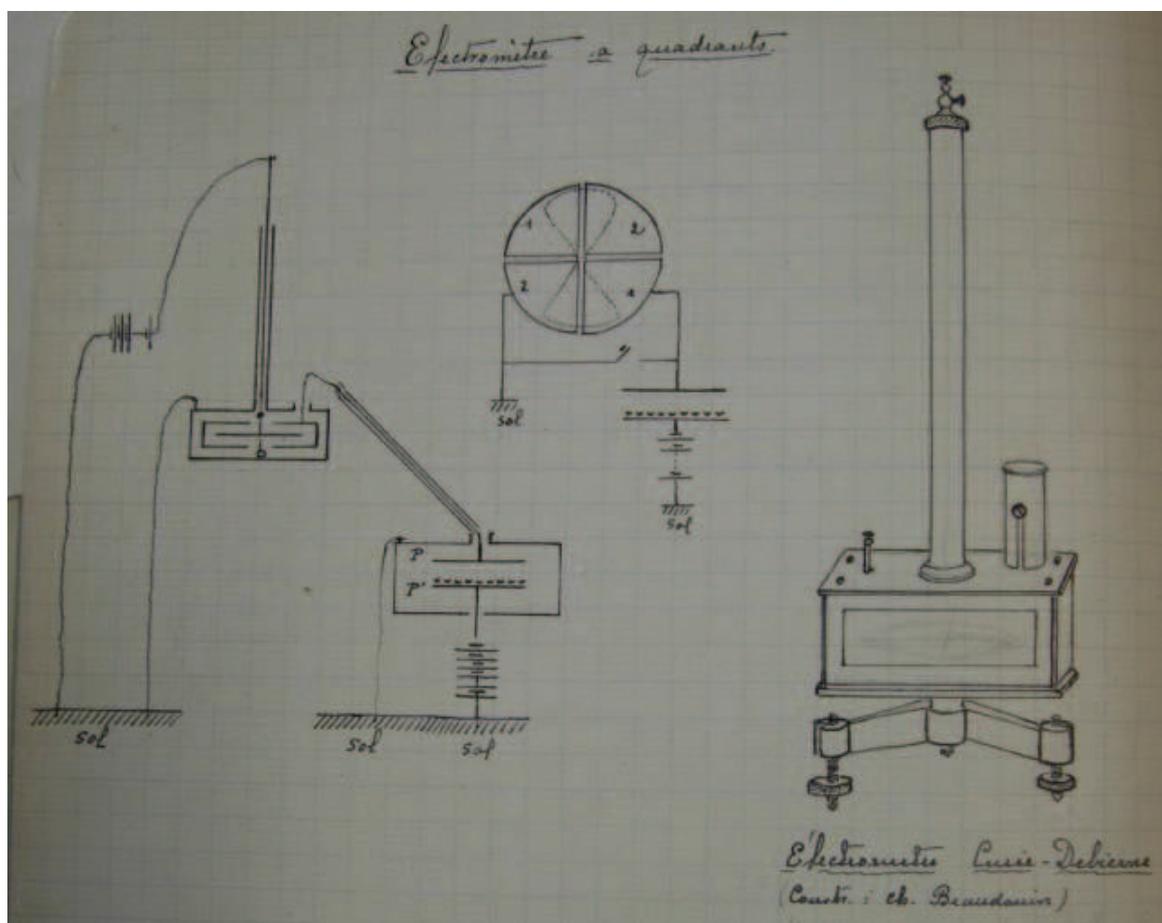


Figura 11 - Esquema, traçado por Branca Edmée Marques, do eletrómetro de quadrante e do eletrómetro de Curie-Debierne (EsCiBEM, FCUL)

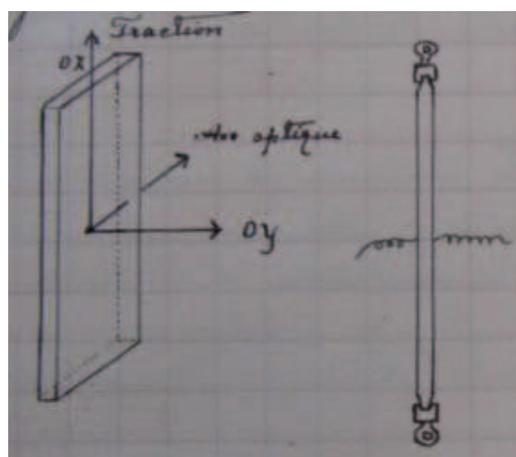


Figura 12 - Esquema, traçado por Branca Edmée Marques, da lâmina de quartzo e do quartzo piezoelétrico (EsCiBEM, FCUL)

De acordo com os registos da bolsaira,

"o quartzo piezoelétrico foi criado por Pierre e Jacques Curie em 1881. A peça principal do aparelho é uma lâmina de quartzo de 10 cm de comprimento por 1,5 cm de largura e 0,5 cm de espessura, esta lâmina é cortada no cristal de modo que o seu plano seja perpendicular a um dos três eixos binários  $Oy$ , o eixo ternário (eixo ótico) está contido no plano paralelamente à sua largura." (EsCiBEM, FCUL) (TN).

Continua, depois, com apontamentos sobre os métodos usados em radioatividade. Começa pelo método eletrométrico (método do zero ou da compensação pelo quartzo piezoelétrico) e apresenta os resultados de medições com compostos de urânio e da diminuição da atividade de um depósito ativo de actínio. Em 7/11/931, tem notas sobre a teoria associada ao dosear do rádio pelo método de emanação, que continuam no dia seguinte com esboços do equipamento para a toma da emanação, Figura 13.

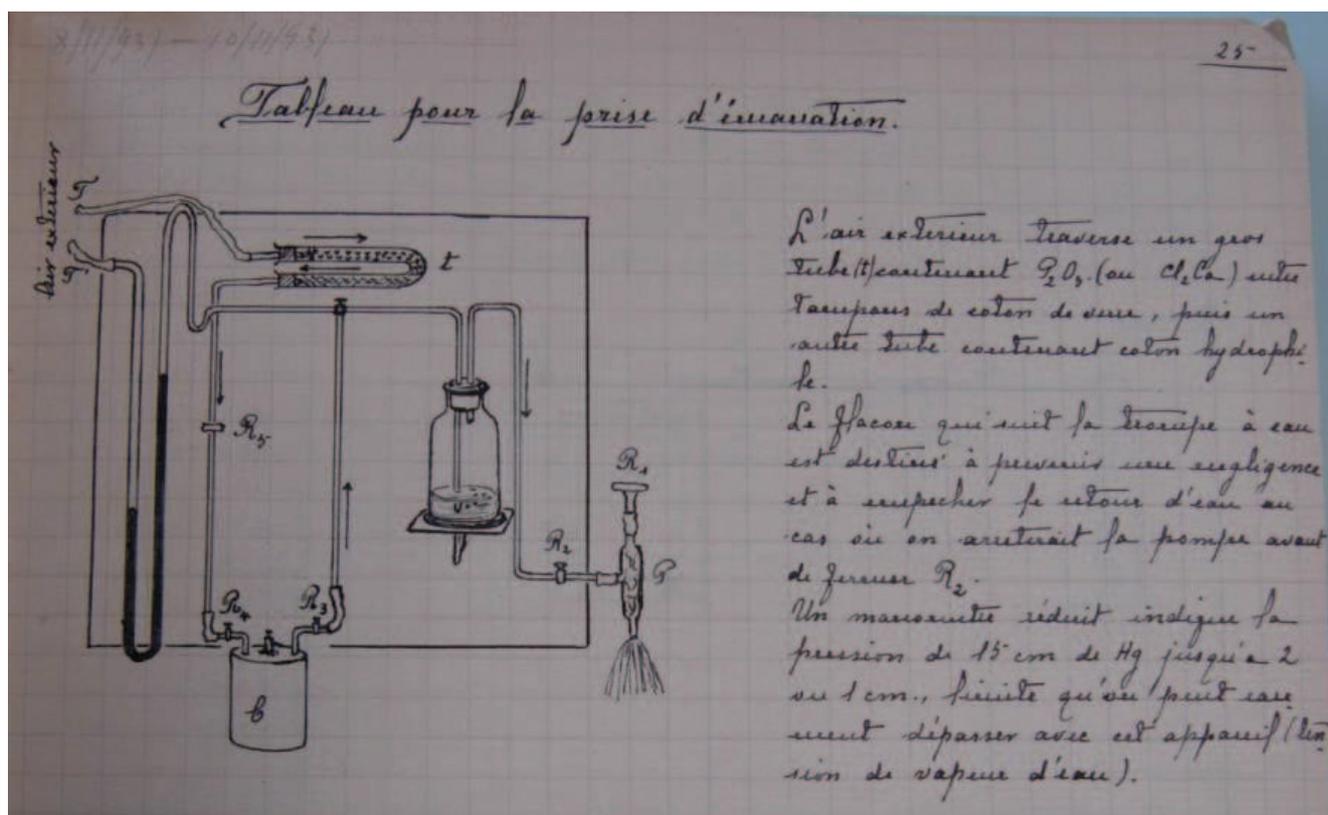


Figura 13 - Esboço, traçado por Branca Edmée Marques, da montagem para recolha da emanação (EsCiBEM, FCUL)

Entretanto faz esquemas dos processos de cristalização, por exemplo para o caso do brometo de bário radífero, Figura 14, e mais tarde (em dezembro) dedica um esquema ao processo químico de doseamento do rádio, Figura 15.

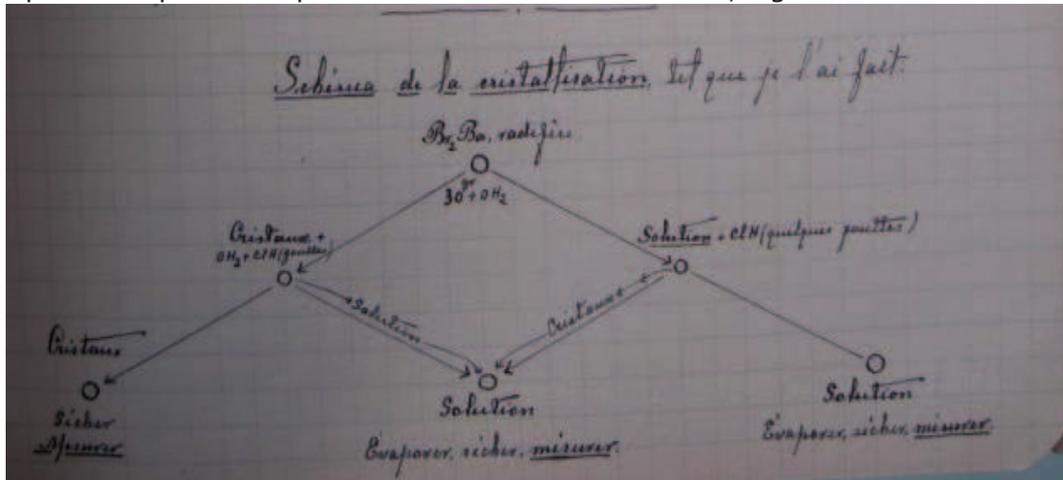


Figura 14 - Esquema, traçado por Branca Edmée Marques, do processo de cristalização do brometo de bário radífero (EsCiBEM, FCUL)

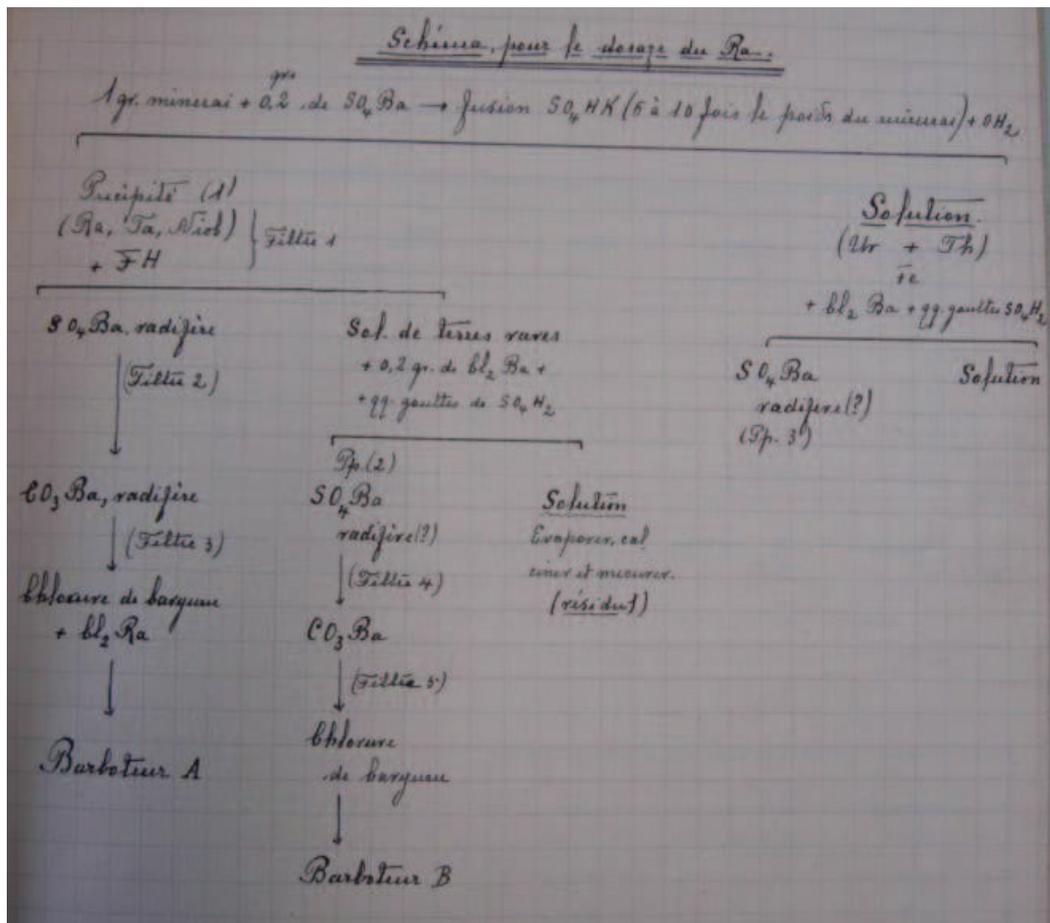


Figura 15 - Esquema, traçado por Branca Edmée Marques, do processo de cristalização (EsCiBEM, FCUL)

De acordo com Branca Edmée Marques "é necessário fazer medidas todos os dias, durante uma semana, porque a atividade máxima (depósito ativo em equilíbrio com o sal radífero) não se atinge logo." (ESCiBEM, FCUL)

A bolseira tem um caderno de rascunho onde parece recolher, de forma menos cuidada e por vezes muito criativa, alguma da informação, nomeadamente dados quantitativos, que depois "passa a limpo", e que é o caso da Figura 16.

5/11/931

M<sup>re</sup> Phamie m<sup>re</sup> ~~com~~ confie un s'ebantillon de "terres rares" contenant de l'Actinium.  
 Je l'ai essayé par la méthode électrochimique avec un quartz piézoélectrique, en obtenant les résultats ci-dessous indiqués:  
 Chambre à rayons B et F

Mouvement journalier	(montée) Temps en minutes	Relectures au chronométré	(Mètre) Temps en minutes	Relectures au chronométré	
	0 <sup>m</sup> (2 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup> )	27,0	35 <sup>m</sup> (3 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup> )	12,4	67 <sup>m</sup> (3 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup> )
	1 <sup>m</sup> (40)	26,6	36	12,8	70
	2 <sup>m</sup> (44)	25,6	37	13,1	71
	4 <sup>m</sup> (54 43)	28,1	38 <sup>m</sup> (3 <sup>h</sup> 17 <sup>m</sup> )	13,2	72 (3 <sup>h</sup> 50)
	6 <sup>m</sup> (54 45)	28,7	43 (3 <sup>h</sup> 22)	14,1	75 (3 <sup>h</sup> 53)
	7 <sup>m</sup> (54 45)	29,9	44	13,9	77
	12 <sup>m</sup> (54 44)	32,4	45	14,3	79
	14 <sup>m</sup> (54 44)	33,8	46	14,4	
	16 <sup>m</sup> (54 44)	34,4	50	15,6	
	17 <sup>m</sup> (54 46)	34,8	54	15,8	
	24 <sup>m</sup> (3 <sup>h</sup> 57 <sup>m</sup> )	19,7	52	16,8	
	25 <sup>m</sup> (40)	19,9	55 <sup>m</sup> (3 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> )	18,6	
	26 <sup>m</sup> (40)	20,5	60 (3 <sup>h</sup> 58)	19,2	
	27 <sup>m</sup> (40)	21,2	64	19,3	
	28 <sup>m</sup> (40)	21,6	63	19,9	
	30 <sup>m</sup> (40)	22,2	65	20,1	
	33 <sup>m</sup> (40)	24,0			

En employant 200 grammes

En employant 100 grammes

En employant 50 grammes

En employant 25 grammes

Figura 16 - Folha do caderno de rascunho de Branca Edmée Marques (ESCiBEM, FCUL)

Em determinada altura (não datada), faz um esquema do dispositivo para dosear o rádio numa água mineral pelo método da emanção libertada pelo processo de ebulição e "barbotage", Figura 17.

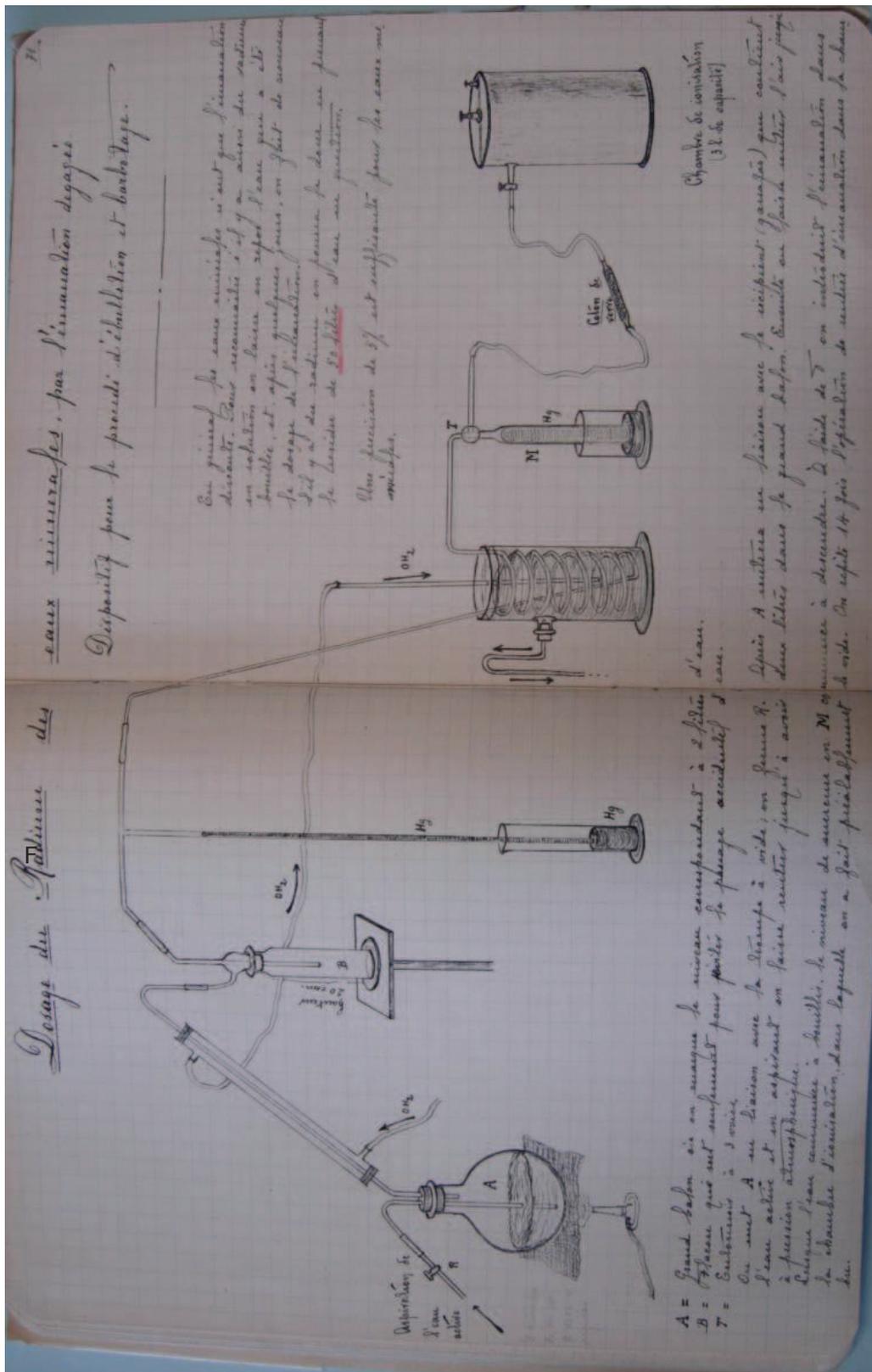


Figura 17 - Esquema, traçado por Branca Edmée Marques, da montagem para doseamento de rádio nas águas minerais (ESCIBEM, FCUL).

Realiza, nessa época, vários ensaios para dosear o urânio e o rádio na autunite de Tonkin e em betafite de Madagáscar, e surgem, nas folhas do caderno, várias tabelas de registos, Figura 18.

Mouvement propre (5 grs)	Autunite Disque de 3 cm. de diamètre. (200 grs)	Oxyde d'uranium Disque de la même surface (100 grs)
46,4	24,4	16,2
46,3	24,1	15,9
46,1	24,4	16,1
46,2	24,1	15,8
46,3	24,2	16,1
46,0	24,3	15,9
46,1	24,1	16,0
46,2	24,2	16,1
46,1	24,3	15,9
46,3	24,1	16,0
$\text{Moy. } \frac{5}{46,2} = 0,108$	$\frac{200}{24,2} = 8,264$	$\frac{100}{16,0} = 6,250$

L'activité de l'autunite est donnée par:

$$\frac{8,264 - 0,108}{6,250 - 0,108} = \frac{8,156}{6,142} = 1,327$$

Figura 18 - Tabela de resultados de medição da atividade da autunite, registo de Branca Edmée Marques, (EsCiBEM, FCUL).

Assim, depende muito tempo no Laboratório Curie (das 9h às 12h e das 14h às 18h), confessando não ter oportunidade de cumprir outro tirocínio, que não identifica, a que se propunha no Instituto Químico. Depois desta menção não volta a fazer referência à possibilidade de ter atividade em qualquer outro laboratório. Estabelece, então, relações de camaradagem com outras bolsieras: uma holandesa, uma suíça e uma francesa, sendo esta a única alusão que se encontra a relações pessoais/sociais no Laboratório (AIC.0407.05.007.02).

Refere que a disciplina do Laboratório é curiosa: há plena liberdade de trabalho e confiança nos estagiários, permitindo-se-lhes o manuseamento de todo o valioso material. Quando de qualquer irregularidade de funcionamento de um instrumento surgiam então "senhoras" que remediavam o assunto e que "com

*amáveis expressões, novamente se oculta[va]m nos seus gabinetes”*  
(AIC.0407.05.007.03).

Nestes primeiros trabalhos, é orientada por Mlle Chamié<sup>43</sup>, como testemunha o seu caderno, ver Figura 16, que lhe *“proporcionou todas as facilidades”* para que pudesse habilitar-se em todas as manipulações de substâncias radioativas. Enumera, no seu relatório de fevereiro de 1932, todos os trabalhos desenvolvidos na primeira fase da sua atividade no âmbito da familiarização com as técnicas e métodos utilizados no Laboratório Curie:

- “Estudar pormenorizadamente os preceitos gerais a seguir em todas as medições de radioatividade, e em todas as manipulações de substâncias radioativas;
- Estudar a constituição dos acumuladores empregados no Institut du Radium de Paris: o modo da sua associação; o seu aproveitamento; a grandeza das voltagens utilizadas nas medições por processos eletrométricos;
- Observar o modo de constituição das câmaras de raios  $\alpha$ , das câmaras de raios penetrantes, e das câmaras para medições da atividade de gases.
- Preparar discos de diversas substâncias, mas com diferentes superfícies;
- Eletroscópios: medições de radioatividade das substâncias contidas em alguns dos discos anteriormente preparados;
- Montagem e regulação de um dispositivo para medições de radioatividade pelo processo eletrométrico (eletrómetro de quadrantes Curie-Debiere e quartzo piezoelétrico) - Método zero;
- Observação sistemática do que se faria no método do desvio constante;
- Estudo prático das leis de transformação das substâncias radioativas (estudo do decrescimento da atividade do depósito ativo do actínio, existente, este último, numa porção de terras raras: construção das curvas e dedução das leis);
- Determinação da constante de uma câmara de ionização para dosagem da radioatividade de gases, servindo-se de uma solução de cloreto de bário contendo uma quantidade conhecida de bário, por si preparada. Simultaneamente observou e utilizou os dispositivos para a colheita da emanação, realizando também o estudo experimental da transformação da emanação no seu depósito ativo.  
(AIC.0407.05.014.04).

---

<sup>43</sup> Catherine Chamié, de origem russa, colaboradora no Laboratório Curie a partir de 1921, fazia parte do grupo de investigadores permanente do laboratório (Boudia,2011).

Numa segunda fase, é Mme Cotelle<sup>44</sup>, especialista em química, que a elucida em relação às técnicas:

- “Cristalização fracionada. Execução de cristalizações sucessivas, a partir de um brometo de bário radífero, medindo a atividade de cada um dos produtos de fracionamento;
- Técnicas das operações químicas para levar à forma de cloreto de rádio o rádio existente numa autunite (mineral constituído principalmente por um fosfato duplo de urânio e cálcio hidratado);
- Dosagem do rádio e também do urânio existente na referida amostra de autunite (procedente de Tonkin). Cálculo da relação Ra/Ur que é de grande importância do ponto de vista científico;
- Determinação da radioatividade numa amostra de betafite.” (AIC.0407.05.014.05).

Ao visitar o laboratório em que havia instalado Branca Edmée, Mme Curie detém-se, observando os seus registos e apreciando apontamentos e esquemas químicos, questionando-a sobre o modo como conduzia as manipulações. É Mme Cotelle que lhe transmite as boas impressões que causou à diretora do Instituto. Mme Curie propôs que executasse trabalho análogo sobre uma amostra para comprovar os valores obtidos e, numa nova visita, examina os resultados dos mais recentes trabalhos da bolsista da JEN, o que ocasiona também referências elogiosas. Branca Edmée é convidada a acompanhar o processo de doseamento da radioatividade de uma água portuguesa, o que considera uma deferência para consigo (AIC.0407.05.014.07).

Mais tarde, concluiria que o trabalho no “Institut du Radium” *“incita à metódica perseverança, os procedimentos são demorados e exigem delicadeza e cuidado nas operações.”* (AIC.0407.05.022.02).

Faz uma primeira menção ao mundo industrial de extração do rádio, referindo a fábrica fundada por Armet de l’Isle (de 1904) em Nogent-sur-Marne. Afirma que, antes da descoberta dos jazidos do Tokin e de Madagáscar, a França importou minério para as suas fábricas de Portugal, mencionando as autunites e as torbernites das regiões de Viseu e Guarda<sup>45</sup> que, segundo conta, tinham a

---

<sup>44</sup> Sonia Née Slobodkine Cotelle, de origem polaca, colaboradora no Laboratório Curie a partir de 1919, fazia parte do grupo de investigadores permanente do laboratório (Boudia,2011)

<sup>45</sup> Maurice Curie, em 1925, interessara-se em particular pela autunite do massivo granítico situado na Beira, na região do interior norte de Portugal. Dedicou-lhe um estudo no *“Le Radium et les Radio-Éléments”*. Além de localizar geograficamente os depósitos, apresenta o resultado de análises do mineral de urânio, fala dos aspetos físicos da prospeção, estabelece os valores da atividade e apresenta três

vantagem de ter um preço pouco elevado e de facilmente serem criadas concessões de áreas circulares de mil metros. Estes minérios portugueses eram, na altura, considerados entre os que tinham um teor de urânio mais elevados (0,9 a 1,25%)<sup>46</sup>, indiciando um bom teor em rádio; os tratamentos químicos a aplicar dependeriam da origem do minério<sup>47</sup> (AIC.0407.05.022.02 a 04). Reforçando a importância da relação do Laboratório Curie com o mundo industrial e o papel atribuído a Branca Edmée, encontra-se, num rascunho de uma carta desta ao Doutor Amorim Ferreira, datado de 21/06/1933, portanto posterior à época do relatório que se trata, a informação de que Mme Curie lhe terá concedido o "título honorífico de "verificadora" das análises feitas em Arcueil", passando a executar o controlo da extração e dosagem dos elementos radioativos no "pequeno" Laboratório do Instituto do Rádio. A intensão era manter como principal ocupação as investigações a que se entregava, deslocando-se, no entanto à fábrica algumas vezes por mês, sendo coadjuvada por uma analista (EsCiBEM, FCUL) (Anexo C). Cerca de um mês antes, em 20/05/1933, no rascunho de uma carta endereçada ao Senhor Presidente da JEN, falava da hipótese, levantada por Mme Curie, de a acompanhar algumas vezes à fábrica para que se inteirasse das adaptações sofridos pelos minuciosos processos laboratoriais quando tinham de ser adaptados à escala industrial, tendo Mme Curie afirmado:

"para que seja uma pessoa inteiramente útil à sua Universidade e ao seu País, quando regressar definitivamente e retomar o seu posto e dirigir trabalhos no campo da radioatividade no seu aspeto físico ou químico." (EsCiBEM, FCUL) (Anexo C).

Só no relatório de maio de 1932 informa ter-lhe sido confiado, por Mme Curie, um estudo, de elevado interesse científico, para solucionamento de um problema da química do rádio, envolvendo realizações laboratoriais, uma "investigação original". Descreve as principais fases da investigação: concentração; purificação e conversão em cloretos de outros sais de bário radífero. Branca Edmée Marques coloca várias questões que definem o tema de estudo: 1- Como devem conduzir-se as cristalizações fracionadas para se atingir o máximo rendimento? 2- Serão os cristais grandes garantia de mais elevado teor em rádio? 3- Encontrar-se-á o cloreto de rádio e o de bário, regularmente disseminados por toda a massa do

---

formas diferentes de dosear analiticamente o urânio e como dosear o rádio numa autunite, sempre a propósito dos minérios portugueses (Curie, 1925).

<sup>46</sup> Valor indicado por Branca Edmée Marques e confirmado em (Curie, 1925).

<sup>47</sup> Como foi mencionado anteriormente, o processo preconizado, por Maurice Curie, para dosear analiticamente o urânio nos "minerais negros de Portugal" utiliza um fosfato de urânio verde transformado em pirofosfato amarelo (Curie, 1925).

cristal ou depositar-se-á o cloreto de rádio mais na zona central ou na zona periférica do cristal? 4- Obtendo um grande número de centros de cristalização, conseguir-se-á um mais alto teor em rádio? 5- Quais as melhores condições de temperatura e acidez? Mme Curie, que a superintende em maio de 1932, entretanto, ter-lhe-á transmitido que considera oportunos os métodos por ela empregues, bem como a exatidão dos resultados obtidos, manifestando curiosidade e interesse no desenvolvimento da investigação (AIC.0407.05.022.06).

Em 10 de maio de 1932, requer, ao presidente da JEN, o prolongamento da bolsa por mais 12 meses. Como resposta a este pedido, o Secretário Geral da JEN solicita um certificado de aproveitamento passado por Mme Curie para a tomada de decisão sobre prorrogação da bolsa. No processo encontra-se uma declaração de Mme Curie como resposta a este pedido. Segundo ela, "*Mme Marques*" trabalha de forma "*muito útil*" no seu laboratório desde o início de novembro, tendo-se posto ao corrente das técnicas de medida e dos métodos utilizados para dosear o rádio nos minerais. Considerando o seu modo de desempenho das tarefas, declara ter-lhe confiado, após 3 meses, uma pesquisa sobre as condições em que se efetua o fracionamento dos sais de bário radífero. A investigação tem como objetivo precisar a noção de coeficiente de fracionamento e de partição, considerados em estudos anteriores. Pensa que o trabalho está no bom caminho e que terá resultados interessantes. Assim, considera desejável o prolongamento da bolsa de que Branca Edmée Marques usufrui por mais 12 meses (Curie, 1932) (AIC.0407.05.024.02) (Anexo B). A 9 de junho reforça esta opinião através de outra carta, onde se refere também a Manuel Valadares, regozijando-se pela presença destes dois bolseiros no seu laboratório e pela colaboração deste com a JEN, reafirmando o interesse no prolongamento das bolsas daqueles dois investigadores (AIC.0407.05.028.01) (Anexo B). A comissão executiva concede, sob reserva de cabimento orçamental, a ampliação da bolsa por um ano.

O Ministro da Instrução Pública apenas autoriza a prorrogação por três meses, apesar de ter sido concedida pela JEN por mais um ano. Após contactos com a Faculdade de Ciências, cujo diretor considera que o conhecimento adquirido pelos bolseiros "*aproveitará também àquela faculdade, assegurando o progresso do país e o prestígio da nacionalidade e declarando que a sua ausência não resultará, assim, em prejuízo irremediável*" para aquela instituição, o Sr. Ministro deferiu o pedido do prolongamento por um ano (AIC.0407.05.040.03), (AIC.0407.05.043.01).

No terceiro relatório (outubro de 1932), a bolsa apresenta a investigação a que se dedica. Descreve pormenorizadamente procedimentos laboratoriais e comenta resultados obtidos, que mais tarde vamos encontrar relatados na sua tese e nas suas publicações. Sobressai a sua capacidade criativa. Perante a necessidade de ultrapassar deficiências do processo, modifica a técnica laboratorial estabelecida e faz construir um aparelho novo, nas oficinas do Instituto, que posteriormente aperfeiçoa com perseverança. Mme Curie continua a mostrar deferência para com Branca Edmée, facultando-lhe bibliografia que lhe poderá ser útil nos seus trabalhos (AIC.0407.05.044.09).

De acordo com o relatório de fevereiro de 1933, dá continuidade à sua investigação: a procura da lei matemática que rege a repartição do rádio entre a fase líquida e a fase sólida cristalina, no fracionamento dos sais de bário radífero. Desenha no relatório o esquema do dispositivo que faz construir e que utiliza com êxito, Figura 19, explicando minuciosamente o seu modo de funcionamento.

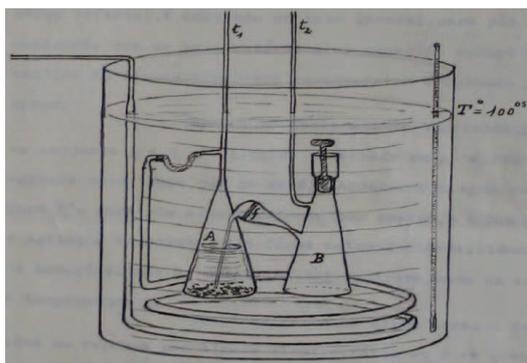


Figura 19 - Desenho do aparelho que Branca Edmée Marques fez construir e utilizou na sua investigação (AIC.0407.05.044.09)

Mme Curie entretanto tinha-lhe proposto um novo trabalho na química do actínio, cuja aceitação estava dependente do novo prolongamento da bolsa. Relata ter Mme Curie afirmado:

“Conheço muito bem a soma de trabalho que essa investigação envolve e agrada-me plenamente o critério com que tem orientado as diversas operações que executa com método e escrupulo. Gosto de tê-la entre as minhas colaboradoras e até quero confiar, aos seus cuidados, uma outra investigação que consistirá em aplicar, a um sal de actínio, uma parte do método que tem ido apropriando (“mis au point”) para o cloreto de bário radífero” (AIC.0407.05.51.04 a 07).

Apoia, assim, a prorrogação da bolsa por mais uma vez.

Era frequente, no Institut du Radium, dinamizarem-se encontros entre os investigadores promovendo a discussão científica, facultando o intercâmbio de ideias e permitindo, através de apresentação e argumentação, a validação de técnicas e resultados. Branca Edmée Marques é solicitada, por Mme Curie, para realizar um desses encontros e expor, perante cientistas especializados em radioatividade, os processos seguidos e os factos constatados no decurso da sua investigação. Mme Curie declarou-se satisfeita pelo modo como ela encarara os problemas e os solucionara (AIC.0407.05.51.05). Estes encontros eram descritos nos relatórios daquele Instituto como Reuniões de laboratório: *“verificou-se oportuno reunir os trabalhadores do laboratório e o pessoal científico, para que cada um pudesse expor os trabalhos em que esteve envolvido”*. A exposição era seguida de uma discussão em que todos podiam participar. Estas são reuniões de formação mútua (foram 13 no ano letivo 1930/31 e no 1931/32 e 3 em 1932/33), tendo como tema as diversas linhas de pesquisa em curso no laboratório (Relatório IR).

Ainda em maio de 1933, no seu 5º Relatório, relembra que o seu espaço laboratorial foi, em grande parte, criado por ela, que teve de imaginar e dirigir a construção de dispositivos que facultassem as condições necessárias ao desenvolvimento das operações experimentais. Conta que o trabalho que realiza suscita alguns conselhos, por exemplo, do Professor Urbain que, no entanto, verificou não serem adequados. Continua também a descrever as suas atividades laboratoriais, já havia uma nota sua, apresentada (no dia 1 de maio), por Jean Perrin na Académie des Sciences, e estava a preparar outras - no processo há cópia das duas primeiras notas de Branca Edmée nos *Comptes Rendus*. As 4 comunicações que acaba por publicar, enquanto está em Paris, são referenciadas nos relatórios do Institut du Radium, correspondentes aos anos 1932/33 e 1933/34, na secção Lista de Publicações<sup>48</sup>. De acordo com a bolseira, Mme Curie continua a elogiar o seu trabalho *“cotando-o como um valioso subsídio, para o exacto conhecimento das leis que regem o fenómeno de fraccionamento do cloreto de bário radífero.”* (AIC.0407.05.066.05).

Nas diligências para obtenção, mais uma vez, da prorrogação da bolsa, Mme Curie afirma, apoiando o pedido, em maio de 1933, que “Mme Marques” já obteve resultados que, apesar de confirmarem em parte os obtidos por outros autores,

---

<sup>48</sup> As publicações de Manuel Valadares em 1930/31, 1931/32, 1932/33 também aparecem listadas.

provam que os coeficientes anunciados por estes, apesar de não serem constantes, apresentam um desvio regular. Resultado que considera muito interessante na discussão sobre a possibilidade da existência de um equilíbrio da distribuição relativa do rádio e do bário entre as fases sólida e líquida (Curie, 1933) (AIC.0407.05.054.01) (Anexo B).

A prorrogação é concedida por seis meses (AIC.0407.05.060.01). Ao agradecer, Branca Edmée refere que Mme Curie lhe confiou em julho um novo trabalho: procurar obter um método de aplicação mais simples para o tratamento do lantânio actínífero, com o objetivo de isolar o actínio, o que lhe permitiria ampliar mais ainda os seus conhecimentos. Receia, contudo, não conseguir realizar este trabalho no intervalo de tempo que lhe foi concedido (AIC.0407.05.063.01) (Anexo B).

Em agosto do mesmo ano, no 6º relatório, somos postos a par da situação da investigação sobre o modo como se distribui o rádio na massa cristalina, informação que sobressairá na análise da tese que defendeu mais tarde (AIC.0407.05.066.12 a 19).

A prorrogação da bolsa é cada vez mais difícil, chega a equacionar a hipótese de recorrer à Fundação Rockefeller, verificando que aquela instituição só apoiava doutorados com passado científico de valor comprovado (AIC.0407.05.074.01).

Em novembro, são-lhe concedidos outros 6 meses de bolsa (até Junho de 1934) quando, de acordo com Branca Edmée Marques, Mme Curie já ponderava a hipótese do Institut du Radium participar nas suas despesas (AIC.0407.05.078.01). Entretanto Mme Curie torna a certificar, a 7 de março de 1934, o trabalho realizado não só por Branca Edmée mas também por Manuel Valadares, garantindo que o trabalho desta lhe dá grande satisfação, que só tem bem a dizer, e que o seu trabalho é muito apreciado por M. Joliot, que então a orienta (AIC.0407.05.080.01) (Anexo B).

Em maio de 1934 dá-se o falecimento do então Secretário-geral da JEN, Simões Rapôso. A bolseira passa a corresponder-se com o Presidente, Celestino Costa. Em junho recebe a notícia de que a bolsa será prorrogada por um mês, até final de julho, portanto (AIC.0407.05.084.01).

Intercalados com os relatórios, vai redigindo resumos de atividade, em formato oficial. No de 1933-1934, em junho de 1934, menciona pela primeira vez o

doutoramento. Este resumo é o último documento que consta no processo de Branca Edmée Marques na JEN. Sobre o derradeiro ano em que esteve em França não existe qualquer registo, no entanto, no espólio científico na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, encontra-se um rascunho de outro resumo de atividades, este respeitante ao ano 1934-1935. Neste último ano, já após o falecimento de Mme Curie, trabalha com A. Debierne, colaborando nas suas investigações (EsCiBEM, FCUL) (Anexo C).

Quando redige o resumo de atividades respeitante ao ano 1934-1935, tinha depositado um "*brevet d'invention*" no "*Office de la Propriété Industrielle*" com o n.º 379 952, a conselho do então diretor do "*Intitut du Radium*", M. A: Debierne, sobre o novo método de separação do rádio que defende na sua tese (EsCiBEM, FCUL) (Anexo C).

Em Conselho Escolar da Faculdade de Ciências de 14 de julho de 1934, é dado parecer favorável à prorrogação da bolsa de Branca Edmée Marques. Na ata de 18 de julho de 1934 da Comissão executiva da JEN é registado que, após troca de impressões lhe foi concedido o subsídio de matrícula e despesas de doutoramento (3.000\$00). Em 8 de dezembro é, uma vez mais, discutido o requerimento de prorrogação da bolsa por seis meses, e é comunicado que Branca Edmée receberá do Governo Francês um subsídio de 1.000 francos. A proposta aprovada, dada a impossibilidade financeira de se conceder a prorrogação pedida, determinava que se conseguisse autorização ministerial para que se conservasse no estrangeiro pelos meses pedidos e fosse auxiliada com um subsídio extraordinário a continuação do estágio. Em 2 de janeiro, o Secretário Geral interino, que ficara de fixar o quantitativo do subsídio, uma vez conhecida a disponibilidade de verba, participa que, após troca de impressões com as entidades interessadas, se convencera de que a prorrogação se podia reduzir a quatro meses, propondo um subsídio mensal de 1.500\$00 a ser completado com o que receberia do Governo Francês<sup>49</sup>, - o que levaria a bolseira a afirmar na "Primeira Reunião de Técnicos Portugueses de Energia Nuclear" em 1958 que o "*estágio [tinha sido] subsidiado pelo Instituto de Alta Cultura e, em parte, pelo próprio Instituto do Rádio de Paris*" (AHMUL,2733) (Anexo E). Branca Edmée Marques esteve em Paris, pelo menos até final do mês de novembro de 1935.

---

<sup>49</sup> Na altura também foi discutido o pedido de Arnaldo Peres de Carvalho para quem a resolução foi idêntica, apenas este não possuía um subsídio do Governo Francês pelo que o subsídio atribuído foi mais elevado e para um período mais curto.

Na correspondência, entre os relatórios e resumos de atividade, há, no arquivo, os documentos correspondentes à troca mensal de avisos de receção e recibo de bolsa, entre boas notícias, aumento do valor da bolsa devido a agravamento cambial, também há informação de redução do valor desta e das dificuldades em satisfazer os pedidos da bolseira das diversas prorrogações, as propostas de JEN e as autorizações do ministro.

Durante todo o tempo que esteve em Paris, Branca Edmée Marques frequentou cursos e assistiu a conferências de diversos cientistas, nomeadamente:

- Sessões do curso teórico dirigido por Mme Curie;
- As aulas do curso de Química-Física do Professor Jean Perrin: "*La structure de la matière*"; "*La mécanique chimique*" e "Radioquímica";
- Aulas dos cursos de Química Biológica; e Química Aplicada do Institut de Chimie;
- Lições do curso do Professor George Urbain
- Conferências:
  - M. Urbain - Teorias atómicas;
  - Professor Guichard - Análise química e medições em química;
  - Professor Javillier - Funcionamento químico dos orgânicos;
  - Professor Debiere - Propriedades dos eletrólitos;
  - M. Laporte: Os gases raros;
  - Professor Picard - Métodos de medições utilizados em radioatividade;
  - Mme I. Curie e M. Joliot - Fenómenos de projeção de núcleos leves, por uma radiação muito penetrante. Hipótese do neutrão;
  - Professor Victor Henry, no Instituto Poincaré;
  - Professor Gamow, no Instituto Poincaré;
  - Professor Paul Langevin, no Collège de France;
  - Professor Blackett, no Collège de France.

Em conclusão:

Com a JEN, nos três primeiros anos de bolsa, Branca Edmée Marques cumpre com a obrigação de escrever relatórios trimestrais, acrescentando os resumos de atividade, em impresso próprio, onde pormenorizadamente dá conta das investigações a que se dedica. Os aspetos burocráticos são cumpridos, apresenta todos os documentos necessários à prorrogação da bolsa, incluindo as declarações de Mme Curie que certificam o trabalho desenvolvido, e declarações do Conselho da Faculdade de Ciências que garantem não haver prejuízo para aquela instituição do prolongamento da bolsa. A JEN tem dificuldade em responder positivamente, estando condicionada sobretudo pelo "cabimento orçamental" e a aceitação por parte da tutela.

Num laboratório de investigação científica, como é o Laboratório Curie, os processos são delicados, demorados e exigem um grau de precisão e ponderação que rege a ação investigativa mas também as relações interpessoais. Branca Edmée estabeleceu uma relação de cordialidade com Mme Curie, sente-se apreciada por ela e valorizada, já que, para além de lhe dispensar elogios, lhe atribuiu um trabalho de investigação pura, que a conduz ao doutoramento e pretendeu atribuir-lhe outro na química do actínio.

Branca Edmée Marques é organizada e criativa, dedicada ao estudo, e pratica sistematicamente métodos e técnicas que estão na base dos estudos desenvolvidos e dos resultados que acaba por obter.

#### 4.4 Branca Edmée Marques: o trabalho científico

Este subcapítulo é dedicado à investigação científica de Branca Edmée Marques realizada no Laboratório Curie, entre novembro de 1931 e novembro de 1935, que deu origem ao seu "Doctorat d'Etat".

A estrutura do Laboratório Curie é constituída por técnicos que se dedicavam à investigação, nomeadamente sobre a purificação das fontes radioativas e os métodos de doseamento e ainda por outros que se dedicavam à medição em radioatividade (Boudia, 2001). Os estrangeiros eram uma percentagem considerável dos colaboradores, muitos deles preparavam teses de doutoramento

(Kabzinska, 1989). Branca Edmée é um destes elementos que faz investigação no citado laboratório entre novembro de 1931 e novembro de 1935, desenvolvendo o trabalho que culminaria na sua tese.

O tema que a orienta é o que posteriormente dá origem à tese de doutoramento que apresenta à *Faculté des Sciences de L'Université de Paris* para obter o grau de "*Docteur ès Sciences Physiques*": o estudo das leis que regem a repartição do rádio entre a fase sólida e a líquida no fracionamento de sais de bário radífero.

O trabalho científico que Branca Edmée Marques desenvolve em Paris pode ser seguido através das suas diversas apresentações/publicações na *Académie des Sciences* e nos *Comptes Rendus*, onde surgem os pormenores de cada série de experiências, e pela tese, "*Nouvelles recherches sur le fractionnement des sels de baryum radifère*", que prepara. Deste modo, serão estas as fontes que suportam o presente subcapítulo, embora, por vezes, também se recorra a apontamentos encontrados no espólio científico da investigadora, bem como à documentação dos processos da JEN no arquivo do Instituto Camões.

Branca Edmée Marques é muito minuciosa nos apontamentos que recolhe no laboratório, nomeadamente nos cadernos onde regista, como num diário, as suas atividades, Figura 20<sup>50</sup>. Muito organizados, estes cadernos parecem ser o resultado de rascunhos, que também se encontram no seu espólio, Figura 21. O trabalho que realizou foi muito diversificado, apresenta-se, como exemplo, um rascunho de um certificado de análise de uma amostra de minério de Urgeiriça, Figura 22; contudo interessa seguir, sobretudo, a linha de trabalho que conduziu à tese que defendeu.

De acordo com a investigadora, esta organização e as notas com que descrevia os ensaios interessaram a Mme Curie, a ponto de ela própria lhe sugerir o trabalho que, posteriormente, lhe indicou ter qualidade para tese de doutoramento.

---

<sup>50</sup> Apesar de haver no espólio de Branca Edmée Marques cadernos de vários anos, não cobrem a totalidade do tempo de estágio.

A investigação em Química no Portugal dos anos trinta do Séc. XX  
 - o estudo de caso da Professora Doutora Branca Edmée Marques

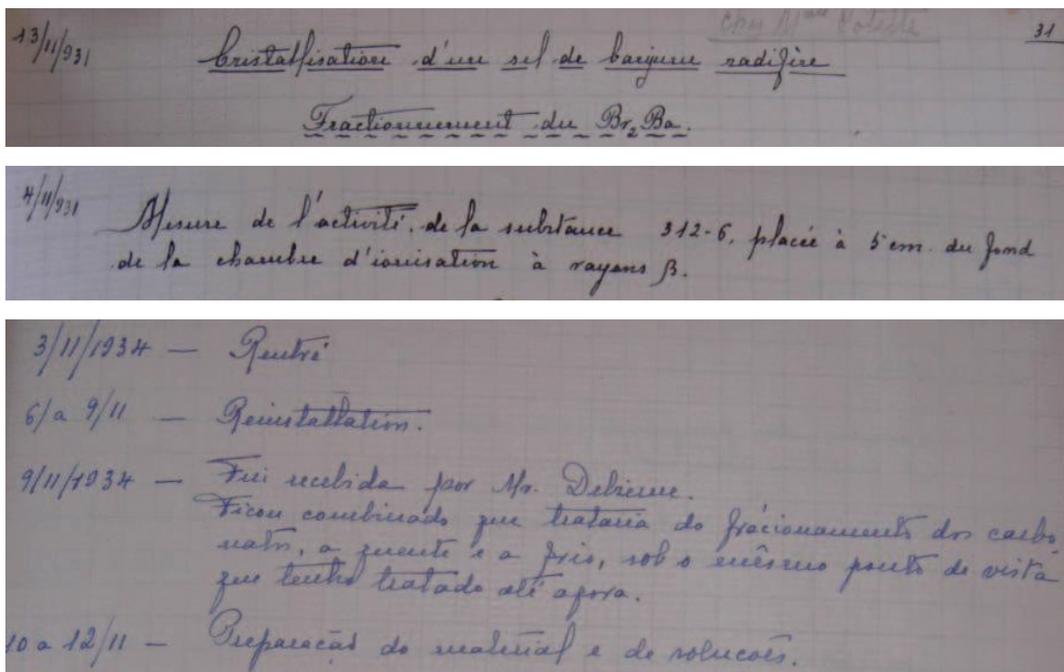


Figura 20 - Fragmentos de algumas folhas dos cadernos de Branca Edmée Marques (ESCiBEM; FCUL).

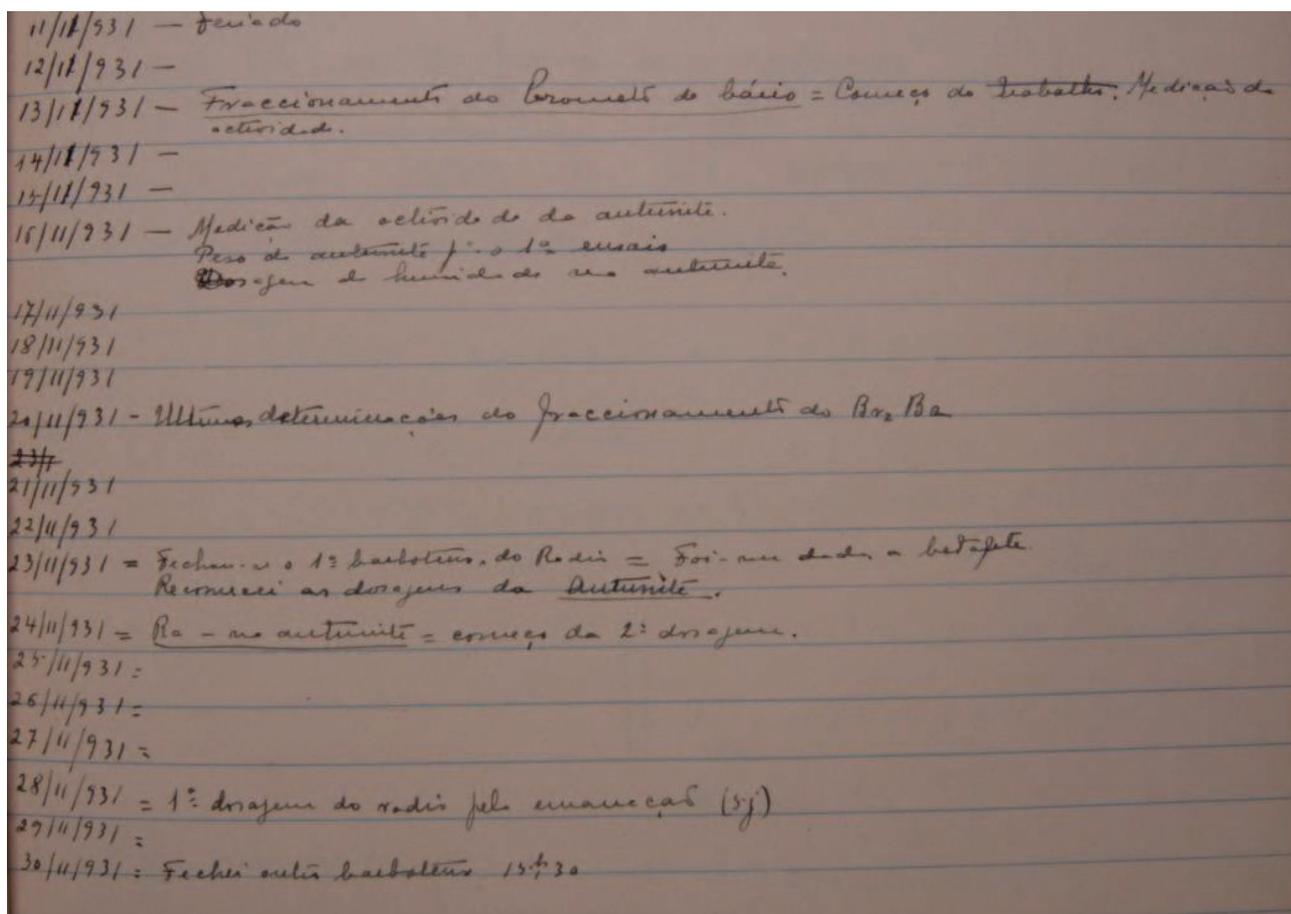


Figura 21 - Fragmento de uma folha do caderno de rascunho (ESCiBEM; FCUL).

Objecto do certificado  
Dosagem de radis num producto solido, pela medição da  
emissão de desvio de radis.

Substancia submetida ao exame  
Amostra de radis de radis, radifera, enviada da Legação  
Banco de Hamburgo, Henis de Lisboa - Portugal.  
O frasco trazendo o radis de radis tipo - indicações  
seguinte: "Echantillon 1X" A". Fabricado a 8 de Setembro -

A matéria prima submetida ao exame, foi submetida  
a um tratamento químico que tinha em vista  
transformar o radis insolúvel em radis solúvel de  
radis.

A solução foi em seguida colocada pelo processo de  
emissão de desvio de radis.

Resultados:

- 1) Humidade: A perda de peso por secagem a  $110^{\circ}$   
é de 0,06%.
- 2) A dosagem, pela emissão de desvio de radis indi-  
ca, por 1 Kgr. da matéria analisada resulto  
do seguinte:  
1,53 mgr. de radis - elemento.  
(Miligramas = cinquenta e três centesimos)

A precisão das medições é avaliada em 2%.

O presente certificado não se aplica nem ao  
producto submetido a medição, e não poderá, em  
nenhum caso, servir para a publicidade comercial.

Paris 7 de Janeiro 1932

A Química

Figura 22 - Rascunho de certificado da análise de minério de Urgeiriça (EsCiBEM; FCUL)

Há um trabalho árduo antes da primeira comunicação sobre os resultados obtidos, que a bolsreira vai relatando à JEN, a começar pela preparação das condições que permitam concluir com êxito a “*investigação original de que [a] incumbiu Mme Curie*” (AIC.0407.05.022.02). Estabelecidos os objetivos:

“a) Colher os muitos dados necessários para serem estabelecidos preceitos que, pela sua aplicação prática, permitam obter-se um máximo rendimento em rádio, quando este haja de separar-se, como é uso corrente, por cristalização duma parte do cloreto de bário, existente num soluto radífero do mesmo sal;

b) Reunir os subsídios d’investigação bastantes para que fiquem definidas, com toda a precisão, as expressões “coeficientes de fracionamento” e “coeficientes de repartição” apresentadas, sem concordante significado, por diferentes autores e publicações da especialidade.” (AIC.0407.05.044.03)

dedica algumas semanas a preparar o sal radífero padrão em quantidade suficiente e com a qualidade adequada às suas pesquisas e, numa primeira série de experiências, procura determinar o “coeficiente ou fator de enriquecimento”, ou seja, a razão entre a quantidade de rádio e a de bário da fase sólida, expressas em percentagem das quantidades totais daqueles elementos (AIC.0407.05.044.06).

É no dia 1 de maio de 1933 que Jean Perrin expõe, à Académie des Sciences de Paris, uma primeira nota da autoria de Branca Edmée Marques, que foi depois publicada nos *Comptes Rendus*: “*Sur la répartition du radium dans la précipitation fractionnée du chlorure de baryum radifère*”, apresentando o trabalho que teve por objetivo estudar o fracionamento, por precipitação do cloreto de bário radífero, por ação de ácido clorídrico concentrado (Marques, 1933a)<sup>51</sup> (Anexo D).

Em 20 de julho do mesmo ano, é apresentada na Academia de Ciências de Lisboa, pelo Professor Pereira Forjaz, uma nota intitulada “*A precipitação fracionada do cloreto de bário radífero*”. Nesta, a investigadora faz uma pequena revisão bibliográfica e compara os estudos de diversos autores que se debruçaram sobre o fenómeno da cristalização ou da precipitação fracionada dos sais de bário radífero. Retoma o estudo dos coeficientes (anteriormente referidos) definidos por estes

---

<sup>51</sup> Curiosamente o primeiro artigo de Branca Edmée Marques é publicado em Portugal e surge com data de edição posterior ao seu estabelecimento em Paris. Trata-se da comunicação que apresentara à XIIIª Sessão do Congresso Internacional de Hidrologia e Climatologia e de Geologia Médicas, em Lisboa, em 1930, “*A água termal do Estoril - Contribuição para o seu estudo físico-químico, acompanhada duma breve notícia geo-hidrológica*”; o trabalho não envolve qualquer medição da radioatividade da água mas, sobretudo, para além do estudo geológico, a reflexão sobre os métodos de medição do pH e os resultados obtidos. (Marques, 1932).

autores. Relata também que doseara o rádio, fazendo medições da ionização, produzida pela emanção, segundo o processo eletrométrico de compensação pelo quartzo piezoelétrico (método desenvolvido no laboratório Curie) (EsCiBEM,FCUL) (Anexo C).

No decurso do seu estágio, tem mais três apresentações na Académie des Sciences, que são publicadas nos *Comptes Rendus*:

- «*Sur la cristallisation fractionnée du chlorure de Baryum radifère* ». Nota apresentada por Jean Perrin em 27 de novembro de 1933; que descreve o resultado das observações da repartição, em meio neutro, de cristalizações rápidas de cloreto de bário radífero, provocadas por agitação forte da solução. (Marques, 1933b) (Anexo D).
- «*Sur la distribution du radium dans les cristaux de bromure de baryum radifère*». Nota apresentada por George Urbain em 28 de fevereiro de 1934; onde é mostrado o estudo que fez da distribuição do rádio nos cristais mistos preparados a temperatura constante e com velocidade de evaporação também constante. (Marques, 1934a) (Anexo D).
- «*La précipitation fractionnée du sulfate de baryum radifère*». Nota apresentada por George Urbain em 14 de Maio de 1934, cujo objetivo é divulgar o estudo do comportamento do sistema sulfato de bário-rádio em condições de precipitação diferentes. (Marques, 1934b) (Anexo D).

#### 4.4.1 A tese

A tese de Branca Edmée Marques faz-se sob orientação de Mme Curie e, por morte desta, de M. A. Debierne. No decorrer dos seus trabalhos, foi aconselhada por Mlle C. Chamié e acompanhada por Mme S. Cotelle nas técnicas da química dos radioelementos (Marques, 1935) (Anexo C).

A radioatividade trouxera um novo método de estudo à química, permitindo a investigação das situações em que o elemento em questão se encontra em quantidade microscópicas em relação ao elemento que o acompanha, cuja concentração é muito mais elevada: nestas condições o problema da partição é mais fácil de tratar. Branca Edmée Marques estudou o sistema rádio-bário.

Apresentando o bário propriedades químicas vizinhas das do rádio, há situação de isomorfismo e, portanto, sincristalização do bário com o rádio. O trabalho pode ter aplicação mais ampla, noutros sistemas, seja no caso dos isótopos de rádio seja no caso mais geral da cristalização fracionada das misturas de sais isomorfos.

Os objetivos deste trabalho sobre o fracionamento dos sais de bário radífero foram:

1. "O estudo experimental e teórico da cristalização e precipitação fracionadas de elementos radioativos que conduza a 3 respostas:
  - 1.1 Escolha de uma lei geral que interprete a repartição do rádio entre a fase sólida e a líquida.
  - 1.2 Definição precisa de coeficiente de partição ou de fracionamento ou de repartição e determinação dos valores deste coeficiente para os sais mais utilizados.
  - 1.3 Investigação sobre os sais mistos para verificar diretamente se são, ou não, homogéneos.
2. As aplicações práticas dos resultados deste estudo à separação do rádio."  
(Marques, 1935)

Verificando-se, assim, que esta investigação é importante, não só para estabelecer as leis que governam a distribuição do rádio entre a fase sólida e a fase líquida, mas também para encontrar a melhor técnica de separação deste elemento.

As três teorias que interpretavam, até então, a distribuição do rádio pelas duas fases, em condições experimentais diversas, não eram concordantes:

1. Equação de Berthelot Nernst:  $\frac{C_s}{C_l} = K_f$  em que  $C_s$  e  $C_l$  são as concentrações do rádio nas fases sólida e líquida e  $K_f$  o coeficiente de partição ou de fracionamento;
2. Equação de H. Schlundt:  $Q = e^{-kp}$  em que  $Q$  representa a fração do rádio que fica em solução,  $p$  é a fração de bário nos cristais e  $k$  o coeficiente de partição ou repartição.
3. Equação de Doerner e Hoskins:  $\frac{dy}{dx} = \lambda \frac{y}{x}$ , sendo  $y$  e  $x$  respetivamente as quantidades de rádio e de bário na solução inicial e  $\lambda$  o coeficiente de partição ou de repartição.

As equações 2 e 3 aplicam-se a distribuições de rádio, quando da formação dos cristais mistos de rádio e bário, não uniformes na massa cristalina. A equação 1 exige, se aplicada, que o teor de rádio nos cristais seja uniforme por toda a massa cristalina.

Os variados coeficientes,  $K_f$ ,  $k$  e  $\lambda$ , assim definidos são impossíveis de comparar uma vez que não há uma lei única que traduza todas as situações possíveis. Como nenhuma das definições era adotada por unanimidade, os diversos valores dos coeficientes encontrados, para um mesmo sal, eram diferentes, o que deixava um campo de investigação em aberto.

Para determinar qual das três equações, antes referidas, melhor se adequa ao sistema em estudo, em condições experimentais precisas, analisou os resultados numéricos de um grande número de experiências de cristalização e precipitação fracionada, fazendo variar quer o método de fracionamento quer o anião do sal de bário radífero.

Identificando um problema tão complexo, compreende-se o interesse em estabelecer uma lei geral, com expressão matemática precisa, que possibilitasse obter resultados reprodutíveis, quaisquer que fossem as condições experimentais de preparação da fase sólida e o anião do sal. O coeficiente de repartição deveria surgir naturalmente na equação da lei estabelecida, que permitiria, igualmente, concluir se os cristais obtidos eram homogêneos, ou não, na distribuição do teor de rádio.

A comparação dos valores do coeficiente de repartição definido deveria conduzir ao método cujo rendimento é maior. Pretendia-se atingir o máximo enriquecimento em rádio nos cristais obtidos no fracionamento, reduzindo ao mínimo a quantidade de rádio restante na solução. Nos ensaios, a efetuar com toda a precisão para eliminar erros acidentais, cada resultado apresentado foi obtido pela média de três ensaios. Realizaram-se experiências preliminares para eliminar causas de erro e determinar quais as condições a escolher. Cada experiência demorou pelo menos 5 dias, incluindo a aplicação do método da emanação libertada, para dosear o rádio.

A temperatura, a ser mantida constante, considerada mais conveniente para o desenvolvimento destas experiências foi 20 °C. Como o controlo da temperatura do sistema, durante as diversas operações, é fundamental, a investigadora escolhe

um termóstato, aconselhada por M. P. Chevallier, cujas indicações permitiram a sua construção nas oficinas do Institut du Radium (Marques, 1935).

Do mesmo modo, o *“aparelho de preparação de soluções saturadas, a temperaturas elevadas, com extração automática de amostras, sem variação da concentração da solução em sal”*, também é minuciosamente descrito na tese. Este aparelho, imaginado e desenhado por Branca Edmée Marques, que o menciona nos seus relatórios e de que faz um esquema (ver Figura 19), permite realizar, em condições precisas, as experiências de cristalização por arrefecimento de soluções saturadas a  $100 \pm 0, n$  °C, sendo  $n$  um valor conhecido. A investigadora dá grande atenção a todo o equipamento de que se rodeou para trabalhar. Assim, a agitação prolongada das soluções a temperatura constante foi assegurada por um dispositivo, cuja composição conhecia em pormenor, que permitia obter uma mistura perfeita (Marques, 1935).

Confronta-se, várias vezes, com a necessidade de reconhecer e *“remediar deficiências”*, modificar técnicas, criar aparelhos e aperfeiçoá-los, como já foi referido (AIC.0407.05.044.07):

“(…) deparou-se-me a necessidade de organizar convenientemente algumas instalações, sempre difíceis de completar, tanto mais que, no indicado instituto, não haviam sido feitos desde há muitos anos quaisquer trabalhos, acerca dos assuntos de que faço menção. Fui por isso obrigada a reunir, quase peça por peça, todo o material de que eu carecia e que atualmente forma a instalação ao meu serviço.

Também tive de imaginar, dirigindo a sua construção, certos dispositivos que me facultassem uma plena satisfação, quanto às condições laboratoriais previamente fixadas, e consentissem um futuro labor sem descontinuidades, embora houvesse ainda que regular e afinar o funcionamento de toda a aparelhagem, por forma a conseguir um máximo rendimento.” (AIC.0407.05.066.04)

A vertente prática englobava a escolha dos sais de bário e das condições de fracionamento que garantissem o rendimento máximo na separação do rádio. Os métodos de fracionamento são agrupados em dois grupos:

1. os métodos de cristalização fracionada onde a fase sólida é obtida:
  - quer por arrefecimento de soluções saturadas a quente;
  - quer a temperatura constante nas soluções sobressaturadas;
  - quer por evaporação progressiva da água de soluções saturadas;

2. os métodos de precipitação fracionada onde a fase sólida se forma por adição do reagente conveniente à solução do sal de bário radífero.

1. Cristalização fracionada de sais de bário radífero a) Cristalização por arrefecimento de soluções saturadas: Cristalização por arrefecimento lento de soluções saturadas.

Nas primeiras experiências, de cristalização por arrefecimento lento de soluções saturadas, foi adotado o método utilizado por Mme Curie "*saturação das soluções de sal de bário radífero, a quente, seguido de arrefecimento progressivo até à temperatura ambiente*". Neste método, por evaporação da solução, torna-se difícil conhecer o momento exato em que ela fica saturada, é muito delicado retirar amostras da solução sem variar a concentração desta, pelo que, criativamente, estabelece uma nova técnica: "*técnica do escoamento quase automático de soluções*" que utiliza o aparelho de preparação de soluções saturadas a temperaturas elevadas, com extração automática de amostras, anteriormente mencionado, e que permite operar comodamente quer a 100 °C quer a 20 °C (Marques, 1935). Escolheu o sal cloreto de bário radífero.

"Uma vez o dispositivo carregado e colocado num banho de água destilada, aqueceu-se gradualmente a água até à ebulição que se prolongou por 4 h, mantendo constante o nível do banho. A solução de cloreto de bário radífero, agitada sem cessar, com o sal, fica saturada à temperatura de ebulição. Constatou-se que um intervalo de tempo de 4 h era suficiente para assegurar o estado de equilíbrio do sistema entre as fases presentes, tendo em atenção a quantidade máxima de sal que se pode dissolver à temperatura do banho-maria ( $100 \pm 0, n$  °C). (...)

Depois da solução descansar é filtrada e deixa-se arrefecer lentamente e em repouso (8 a 10 h) até à temperatura de 20 °C, quando esta temperatura é atingida coloca-se no termóstato ( $20 \pm 0,2$  °C) e aí permanece 3 a 4 h. É efetuada uma filtração a baixa pressão, mantendo a temperatura constante. A solução é levada à secura em banho-maria e os cristais são secos, até terem massa constante, numa estufa a 100 °C (...)" (Marques, 1935) (TN).

A preparação das amostras a dosear é importante já que há dificuldade em obter um sal radífero homogéneo na distribuição do rádio. O doseamento do rádio é feito, medindo o débito de emissão através da corrente de ionização produzida, segundo o processo eletrométrico de compensação pelo quartzo piezoelétrico.

Realizaram-se dois grupos de experiências: o primeiro corresponde ao método descrito com soluções saturadas a 100 °C; no segundo as soluções iniciais não estavam saturadas a 100 °C, embora fossem aquecidas a esta temperatura -

as concentrações foram escolhidas de modo a que relação entre a massa de cristal e a massa total de sal na solução fosse variável. Foram calculados os valores de  $\lambda$  da equação de Doerner e Hoskins e de  $K_f$  da equação de Berthelot Nernst.

Usando também cloreto de bário radífero, procurou-se saber se a velocidade de formação dos cristais tinha uma grande influência na distribuição do rádio entre a fase sólida e a líquida. As condições experimentais foram análogas às descritas anteriormente para o caso das soluções saturadas. Para as soluções não saturadas a 100 °C, introduziu-se no balão o cloreto e a água em quantidades suscetíveis de produzirem, por aquecimento da mistura, soluções com a concentração pretendida. Depois da amostragem, a solução foi rapidamente colocada no termóstato a 20 °C. *“A solução radífera foi fortemente agitada durante 2 h, o tempo necessário para se atingir o equilíbrio térmico.”* Os cristais foram isolados e analisados pelo processo anterior e os resultados dos dois conjuntos de dados para  $\lambda$  e  $K_f$  foram registados.

Verificou-se que os valores dos coeficientes não são constantes, variam em função da percentagem de sal de bário na fase sólida. No entanto, esperava-se um fenómeno muito regular e sempre reproduzível, pelo que considerou que as irregularidades fossem atribuíveis a variações nas condições experimentais no decurso do fracionamento. Apesar de inconclusivos, quanto à lei que rege o fenómeno, estes resultados dão uma informação importante: Os valores de  $K_f$  e  $\lambda$  variam com a temperatura à qual se dá a cristalização.

“Embora não exista proporcionalidade entre o abaixamento de temperatura e a diferença de solubilidades para as duas temperaturas extremas, verifica-se que em intervalos de tempo iguais, a quantidade de sal depositada é geralmente maior a temperaturas elevadas desde que a cristalização começa.” (Marques, 1935) (TN)

Na cristalização a temperatura não baixa o mesmo número de graus no mesmo intervalo de tempo, ao longo do processo, mas é mais acentuada quando próxima dos 100 °C. Pode-se concluir que cada nova camada de cristal demora mais tempo a formar-se. De acordo com a teoria de Doerner e Hoskins, é lógico admitir que as primeiras camadas não recebem, por troca cinética, a quantidade de rádio que receberiam ao contactar com a solução, se outras camadas as vão cobrir. Nas camadas que se encontram durante mais tempo em contacto com a solução radífera as trocas entre a solução e a superfície do cristal são favorecidas. O crescimento da superfície do cristal também beneficia aquelas trocas. À medida que a solução deixa de estar saturada, a quantidade de rádio na superfície cristalina afasta-se menos da correspondente à de equilíbrio com a solução. Se aquela teoria

for válida, o teor em rádio distribuir-se-á de forma mais ou menos uniforme, no arrefecimento muito lento, em que se estabelece o equilíbrio cristal - solução, sendo provável que o teor de rádio decresça do centro para a periferia. (Marques, 1935).

Se um equilíbrio, termodinâmico ou estável, se pode estabelecer, entre e em cada uma das fases, à medida que a fase sólida se separa, as experiências de cristalização rápida devem ser conformes com a equação de Berthelot Nernst. O arrefecimento rápido, acompanhado de agitação, contribui para o estabelecimento simultâneo de um grande número de centros de cristalização dispersos na solução que é homogénea - no entanto  $\lambda$  varia menos que  $K_f$  -; o fenómeno inverso dá-se na cristalização lenta. Como a variação da temperatura se dá entre os mesmos limites para os dois casos, não parece que a teoria de Berthelot Nernst traduza a repartição do rádio, ao contrário da teoria de Doerner e Hoskins que é aplicável aos resultados encontrados experimentalmente. Verifica-se que o abaixamento muito rápido de temperatura tem como efeito produzir diferenças de  $\lambda$  mais pequenos que os obtidos quando o processo de arrefecimento é lento (Marques, 1935).

1. Cristalização fracionada de sais de bário radífero b) Cristalização a temperatura constante de soluções sobressaturadas. I) Cristalização rápida das soluções sobressaturadas.

Esta técnica parece indicada para verificar se as considerações sobre  $\lambda$  são adequadas. O carbonato de bário radífero, homogéneo na distribuição do rádio, foi transformado em cloretos ou em nitratos. As soluções foram mantidas no termóstato até se atingir o equilíbrio térmico e, depois, agitadas fortemente. Os cristais, que precipitaram, foram separados a 20 °C. Registam-se os valores de  $K_f$  e de  $\lambda$ ;  $\lambda$  varia muito pouco quer para o sistema dos cloretos quer para o dos nitratos. (Marques, 1935).

Esta parte da investigação deu lugar a uma das notas apresentadas à Académie des Sciences por Jean Perrin, anteriormente mencionada, em 27 de Novembro de 1933, « *Sur la cristallisation fractionnée du chlorure de Baryum radifère* ». Submetia, assim, à apreciação da comunidade científica, os resultados que ia obtendo, num espírito de trabalho científico. Nesta comunicação mostra ter concluído que a constância de  $\lambda$ , na repartição do rádio entre a fase sólida e a fase líquida, não se atinge verdadeiramente na cristalização rápida, nas condições experimentais apresentadas, ainda que os pequenos cristais formados sejam muito

numerosos e constituam uma grande superfície em relação à massa de sal de bário cristalizada (Marques, 1933c).

A cristalização rápida em soluções constantemente agitadas dá lugar a uma repartição do rádio entre a fase sólida e a fase líquida que se traduz, em primeira aproximação, pela fórmula de Doerner e Hoskins. Verifica-se, no entanto, que os valores de  $\lambda$  decrescem à medida que aumenta a percentagem do sal de bário cristalizado; apesar de pequenas, estas variações são regulares. Considera-se normalmente que a agitação de uma solução salina sobressaturada provoca a precipitação instantânea da quase totalidade do sal; no entanto os cristais têm dimensões observáveis a olho nu, o que indica que esta demora pelo menos um pequeno intervalo de tempo. No início, o sistema da cristalização encontra-se num estado de grande instabilidade e grande número de cristais depositar-se-ão, a formação da fase sólida torna-se cada vez menos rápida à medida que a solução deixar de estar sobressaturada. É atendendo às considerações anteriores que se explica as diferenças encontradas nos valores de  $\lambda$ .

1. Cristalização fracionada de sais de bário radífero b) Cristalização a temperatura constante, em soluções sobressaturadas. II) Cristalização lenta das soluções sobressaturadas. As soluções são mantidas em repouso no termóstato, durante a cristalização.

A cristalização lenta, em soluções sobressaturadas não agitadas, conduz a uma repartição do rádio entre a fase sólida e a fase líquida que é traduzida, aparentemente, pela equação de Berthelot Nernst, atribuível ao efeito do decréscimo da velocidade de cristalização durante a formação dos cristais. No entanto, a equação de Doerner e Hoskins parece representar melhor o processo de repartição do rádio na cristalização fracionada.

1. Cristalização fracionada de sais de bário radífero c) Cristalizações a temperatura constante por evaporação progressiva de água das soluções saturadas. I) Soluções não agitadas

Pode-se controlar a velocidade de cristalização, durante toda a formação do cristal e seu crescimento, recorrendo-se, nesse caso, ao método de preparação da fase sólida em que se deixa evaporar progressivamente a água da solução saturada de sal que se pretende cristalizar.

As soluções saturadas são cuidadosamente colocadas no termóstato a  $20 \pm 0,2$  °C para evaporação gradual da água, durante 1 a 5 dias, de acordo com a percentagem de sal que se pretende recolher na fase sólida. Obtém-se, assim, um pequeno número de cristais bem desenvolvidos separáveis com a ajuda de uma pinça. Prepararam-se os sistemas: cloreto, brometo e nitrato de bário-rádio. Verificou-se que obedecem à equação de Doerner e Hoskins, não se encontrando qualquer variação sistemática no valor de  $\lambda$ , uma vez que a velocidade da cristalização se mantém constante. Se a repartição do rádio seguir aquela equação chega-se, necessariamente, ao esgotamento progressivo deste na solução, à medida que o cristal cresce. Procurou-se comprovar este facto: retirou-se da solução, com uma pinça, os primeiros cristais e deixou-se o processo continuar, mantendo-se sempre a solução a 20 °C, e retiraram-se os segundos cristais e mais tarde os terceiros. O sal contido nos três grupos de cristais bem como a solução foram secos em banho-maria e na estufa até atingir o peso constante, verificando-se que o esgotamento do rádio da solução de brometo de bário radífero acontecia muito rapidamente.

Uma vez que a velocidade de cristalização se mantém constante durante a formação dos cristais, uma evaporação mais lenta ou mais rápida não influencia a lei da repartição, mas o valor do coeficiente  $\lambda$  é maior, ou menor, quando esta evaporação se faz mais, ou menos, lentamente.

1. Cristalização fracionada de sais de bário radífero c) Cristalizações a temperatura constante por evaporação progressiva de água das soluções saturadas. II) Evaporação lenta de soluções lentamente e regularmente agitadas.

Se as soluções não são agitadas, os centros de cristalização, uma vez formados, dão origem a cristais que crescem, dependendo do sal existente em solução. Pode-se imaginar que se cria um vazio em torno do cristal devido ao crescimento, e que se dará o fenómeno de convecção cujas causas são as diferentes densidades estabelecidas; sendo o ião rádio mais pesado que o ião bário este chegará mais facilmente, pelo que se dará o enriquecimento no sal em bário. Pretendendo saber se este fenómeno seria importante estudou a situação da cristalização por evaporação lenta da água da solução, lenta e regularmente agitada.

A solução de brometo de bário radífero foi colocada num recipiente cilíndrico e mantida a  $20 \pm 0,2$  °C. Enquanto a água se evapora a solução é agitada constante

e uniformemente, verificando-se que os cristais formados lentamente em soluções agitadas têm um teor em rádio superior ( $\lambda = 6,33$ ) ao das soluções não agitadas ( $\lambda = 6,05$ ). As trocas de iões bário e rádio, entre a superfície cristalina e a solução vizinha dos cristais, devem dar-se com a chegada de novos iões da solução por difusão, o que justifica as pequenas diferenças.

2. Precipitação fracionada de sais de bário radífero: a) Precipitação fracionada de sulfato de bário radífero. I) Precipitação do sulfato de bário radífero nas soluções agitadas.

Verificou que a distribuição do rádio entre as fases sólida e líquida por cristalização rápida, em soluções agitadas, se faz de acordo com a fórmula de Doerner e Hoskins; no entanto diversos autores tinham apurado que a fórmula Berthelot Nernst traduz a repartição dos radioelementos entre duas fases quando os cristais muito pequenos são agitados com as soluções-mães. Seria natural admitir que, ao preparar cristais minúsculos (poeiras cristalinas) em soluções agitadas, se atingiria um equilíbrio rapidamente, em que a distribuição do rádio entre as duas fases seria traduzida pela equação de Berthelot-Nernst. No processo de confirmação de qual destas leis se verifica, recorreu-se ao método de precipitação fracionada de sulfato de bário radífero em soluções agitadas. A escolha do sistema sulfato de bário-rádio deve-se à formação, para este caso, de um precipitado em pó muito fino. Deve ter-se em conta que, em todos os métodos de precipitação, o reagente precipitante modifica progressivamente o meio onde se forma a fase sólida, à medida que se forma o precipitado.

Os processos:

- i. Precipitação rápida: Uma solução de cloreto de bário radífero longamente agitada foi dividida por vários balões que, depois de rolhados, foram colocados no termóstato a  $20 \pm 0,2$  °C e agitados longamente; depois adicionou-se, gota a gota, ácido sulfúrico 1 N e fez-se a agitação contínua durante a precipitação. O precipitado é separado por filtração.

O bário e o rádio foram doseados pelo método habitual.

- ii. Precipitação lenta: Neste caso utilizou-se um cloreto de bário radífero em que as massas de bário e de rádio eram conhecidas com precisão. Depois de uma agitação prolongada, adicionou-se a cada solução ácido sulfúrico N/100, muito lentamente gota a gota. A adição de ácido durou entre 20 e 30 min. As soluções são agitadas durante toda a precipitação.

O bário e o rádio foram doseados nas soluções separadas por filtração

2. Precipitação fracionada de sais de bário radífero: a) Precipitação fracionada de sulfato de bário radífero. II) Precipitação do sulfato de bário radífero nas soluções não agitadas.

A precipitação consegue-se evaporando progressivamente a água das soluções saturadas. Como a quantidade de cloreto de bário das soluções iniciais era da ordem das decigramas por litro de solução e os cristais eram muito finos, o que impedia a filtração, foi necessária uma técnica diferente: as soluções de cloreto de bário radífero foram preparadas com carbonato, com distribuição homogénea em rádio, e colocadas num recipiente de grande diâmetro (15 cm); juntou-se gota a gota ácido sulfúrico N/1000, sendo as soluções continuamente agitadas. Depois foram deixadas repousar, cobertas por uma folha de papel de filtro, durante vários dias a uma temperatura entre 18 e 21 °C. O sulfato de bário radífero depositou-se lentamente e deu-se a redução do líquido. Verteram-se as soluções para os tubos de uma centrifugadora, e por centrifugação o sólido aderiu às suas paredes, sendo fácil separá-lo do líquido por decantação. Procurou-se evitar a filtração já que os cristais são muito finos e atravessavam o papel de filtro, e o algodão de vidro poderia reter, por adsorção, uma percentagem elevada do radioelemento (Marques;1935).

Esta fração da investigação deu lugar a uma nota, anteriormente citada, na Académie des Sciences de Paris, apresentada por George Urbain, em 14 maio de 1934, «*La précipitation fractionnée du sulfate de baryum radifère*» onde a investigadora concluíu:

“A lei de Doerner e Hoskins é válida para o sistema sulfato de bário-rádio, no caso da precipitação lenta;  $\lambda$  é constante dentro dos limites dos erros experimentais, enquanto  $K_f$  varia sensivelmente.

Os valores de  $\lambda$ , calculados pelos resultados numéricos das experiências de precipitação extremamente lenta de alguns dias, são maiores que os obtidos depois das experiências de precipitação lenta demorando uma hora.

Os valores de  $\lambda$ , que encontrei, são sempre superiores aos de Doerner e Hoskins.

A precipitação fracionada do sal de bário radífero por ácido sulfúrico é menos eficaz do ponto de vista da separação do rádio que a cristalização fracionada dos brometos e dos cloretos.” (Marques, 1934b) (TN)

Verificava, assim, que comparativamente aos sistemas de brometo e de cloreto, os sistemas de sulfato de bário são pouco vantajosos do ponto de vista da separação do rádio. Continuava a divulgar resultados, que mais tarde constituiriam a sua tese, à comunidade científica.

2. Precipitação fracionada de sais de bário radífero: b) Precipitação fracionada de cloreto de bário radífero. I) Precipitação por ácido clorídrico; soluções radífera constantemente agitadas.

A necessidade de adicionar quantidades variáveis de ácido clorídrico às soluções de cloreto de bário radífero provoca, por vezes, uma variação muito grande das concentrações iniciais numa mesma série de experiências. Procurou estudar a influência deste fenómeno. As soluções neutras de cloreto de bário radífero, de concentrações iguais em bário e em rádio, foram agitadas a  $20 \pm 0,2$  °C durante várias horas. O ácido clorídrico puro, à mesma temperatura da solução, é de seguida adicionado gota a gota, muito lentamente, sempre com agitação forte de modo a que: 1- a quantidade de sal precipitado varie de experiência para experiência numa mesma série; 2- o volume final seja igual para todos os casos noutra série de experiências; 3- a precipitação fracionada ocorra em soluções de concentração em sal muito baixa mantendo, no entanto, as quantidades relativas entre o rádio e o bário; 4- se utilize soluções onde o teor em rádio do sal de bário radífero seja 1/10 do anterior.

Se a variação da acidez nos sistemas de sulfatos era uma preocupação, neste caso sê-lo-ia, ainda, mais acentuada, uma vez que se desconhecia como a acidez da solução afetava as solubilidades do cloreto de bário e do cloreto de rádio e, neste caso, a acidez varia muito.

Adotando valores pequenos para  $K_f$  e  $\lambda$ , pode determinar-se a percentagem de rádio correspondente a uma determinada percentagem de bário e traçar as curvas teóricas de % de rádio no cristal vs a % de bário no cristal; ao traçar a curva experimental, verifica-se que se encontra entre as anteriores, Figura 23. Para percentagens baixas as três curvas estão quase sobrepostas mas para percentagens elevadas afastam-se bastante, e a experimental toma uma posição intermédia. Se a solubilidade do cloreto de rádio no ácido clorídrico decresce menos que a do cloreto de bário, à medida que a sua concentração aumenta, os resultados são explicáveis recorrendo à repartição do rádio de acordo com a equação de Doerner e Hoskins. Mas se acontecer o contrário, o afastamento da curva

experimental em relação à teórica, a repartição é dada pela equação de Berthelot Nernst, e pode ser explicada pela diminuição cada vez mais acentuada da solubilidade do cloreto de rádio em comparação com a do cloreto de bário, à medida que a concentração em ácido clorídrico aumenta.

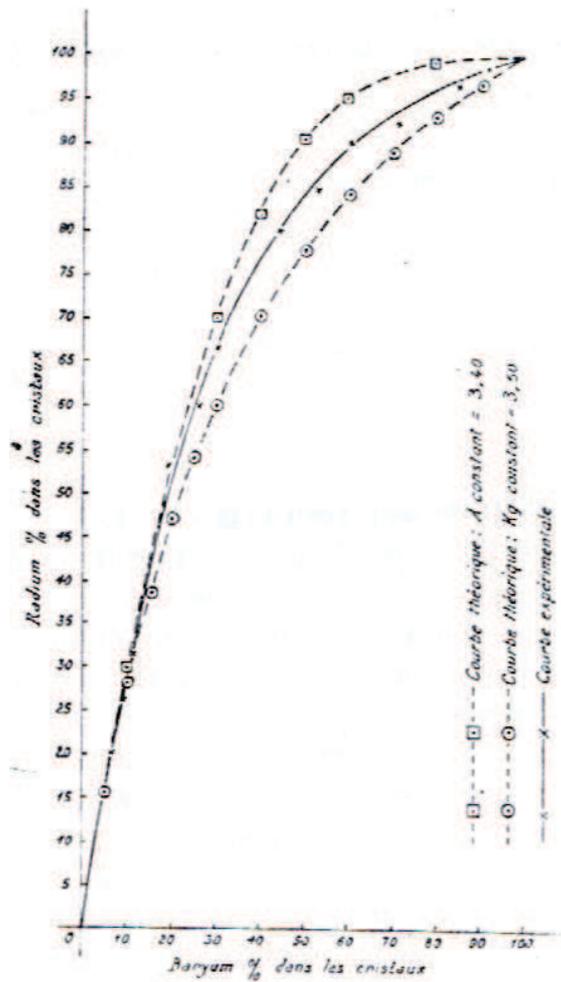


Figura 23 - % de rádio nos cristais em função da % de bário nos cristais -  $\square$  - curva teórica  $\lambda$  constante = 3,40;  $\circ$  - Curva teórica  $K_f$  constante = 3,50; -x- curva experimental (Marques, 1935).

Por analogia com o que acontece com os outros metais alcalino-terrosos, é razoável supor que é o cloreto de rádio que é cada vez mais insolúvel. As experiências sobre a precipitação do cloreto de bário radífero, por ácido clorídrico, não permitem tirar conclusões definitivas quanto à lei que verdadeiramente traduz o equilíbrio

Foi esta investigação que deu origem à primeira comunicação de Branca Edmée Marques, lida por Jean Perrin em 1 de Maio de 1933 na *Académie des Sciences*, "Sur la répartition du radium dans la précipitation fractionnée du chlorure de baryum radifère", onde define três coeficientes, Figura 24, pondo em evidência:

"1º o coeficiente de enriquecimento  $K_e$  diminui quando se precipitam quantidades crescentes de cloreto de bário; 2º os valores encontrados para  $K_f$  e  $\lambda$ , neste método de trabalho, não são constantes, variam um pouco com o teor em bário da fase sólida. Os resultados mostram que  $K_f$  cresce enquanto  $\lambda$  decresce quando o teor em bário na fase sólida aumenta; 3º Os resultados mostram que a concentração da solução não tem qualquer influência nos valores de  $K_e$ ,  $K_f$  e  $\lambda$ ." (Marques, 1933a) (TN)

$$K_e = \frac{\text{Ra } ^{90}}{\text{Ba } ^{90}} \text{ dans les cristaux, } K_f = \frac{\text{Ra } ^{90} \text{ dans les cristaux}}{\text{Ra } ^{90} \text{ dans la solution}} \quad (1),$$

$$\lambda = \frac{\log \frac{\text{Ra sol. avant la précipitation}}{\text{Ra sol. après la précipitation}}}{\log \frac{\text{Ba sol. avant la précipitation}}{\text{Ba sol. après la précipitation}}} \quad (2).$$

Figura 24 - Definição dos coeficientes  $K_e$ ,  $K_f$  e  $\lambda$  na nota publicada nos *Comptes Rendus*. (Marques, 1933a)

Foi esta nota que iniciou a divulgação dos resultados e conclusões que mais tarde seriam parte integrante da sua tese. Submetia à comunidade científica os resultados que ia obtendo.

2. Precipitação fracionada de sais de bário radífero: c) Precipitação fracionada de carbonato de bário radífero. I) Precipitação por carbonato de amónio; soluções radífera constantemente agitadas. É um exemplo de um sistema em que é aplicável o empobrecimento em rádio por precipitação fracionada de soluções radíferas constantemente agitadas.

Adiciona-se, a soluções neutras de cloreto de bário radífero, uma solução de carbonato de amónia puro, muito lentamente, gota a gota, mantendo-se uma forte agitação. A fase sólida é separada por filtração a 20 °C. Verifica-se que  $\lambda$  é aproximadamente constante ao contrário de  $K_f$  que varia de forma considerável.

Como a percentagem de cloreto de amónio é dependente da percentagem de carbonato de bário precipitado, adicionou cloreto de amónio à solução inicial

para estudar o efeito da sua presença, tendo verificado um ligeiro aumento dos valores de  $\lambda$  e de  $K_f$ . O estudo deste sistema mostrou que numa solução fortemente alcalinizada pelo amoníaco aumenta o valor de  $\lambda$ .

As conclusões teóricas gerais que a investigadora apresenta, após estes estudos, indicam que as curvas experimentais traçadas para a cristalização - % de rádio nos cristais = f (% bário nos cristais) -, diferem pouco dos previstos pela equação de Doerner e Hoskins:  $\frac{dy}{dx} = \lambda \frac{y}{x}$ , sendo  $y$  e  $x$  respetivamente as quantidades do micro e do macro componente na solução. Integrando-a obtém-se:  $y = kx^\lambda$ , onde  $k$  é uma constante obtida pelas condições iniciais. Designando por  $a$  e  $b$  respetivamente a quantidade de rádio e de bário na solução inicial antes da precipitação ou da cristalização, se  $0 < x < b$  obtém-se para as curvas:  $y = \frac{a}{b^\lambda} x^\lambda$ , verificada de forma muito precisa pelos dados experimentais. As curvas obtidas são isotérmicas. Conclui-se, assim, que a fórmula de Doerner e Hoskins é a que melhor se adequa ao fenómeno estudado (Marques;1935).

Em todos os casos examinados, salvo no sistema dos carbonatos, o rádio deposita-se na fase sólida mais rapidamente que o bário. Verifica-se que, assim que a solução apenas tem 40 % de bário da solução inicial, quase todo o rádio já precipitou no sistema brometo de bário-rádio. O mesmo se passa com os cloretos quando na solução existe 25 % do bário da solução inicial. *"Esta propriedade é importante porque permite separar numa cristalização fracionada todo o rádio de uma solução radífera com uma certa percentagem de bário existente em solução"* (Marques, 1935). A investigadora propõe que se considere a equação de Doerner e Hoskins aplicável a todos estes casos, considerando-a uma lei geral que interpreta o processo de repartição do rádio na precipitação fracionada de todos os sais de bário radífero, qualquer que seja o modo por que se realiza: cristalização por evaporação de soluções; cristalização em soluções sobressaturadas; cristalização por arrefecimento de soluções saturadas e precipitação pelos reagentes convenientes. Os resultados experimentais podem ser sempre interpretados por esta fórmula (Marques, 1935).

Assim, para uma certa temperatura, para um certo processo de preparação dos cristais, para uma velocidade constante de cristalização e para um certo sistema, verifica-se que o coeficiente de partição  $\lambda$  varia com a velocidade de formação dos cristais. Para definir um sistema pelo seu coeficiente de partição é

preciso indicar sempre o valor máximo de  $\lambda$ , no caso dos sistemas por enriquecimento por cristalização ou por precipitação.  $\lambda_{\max}$  corresponde, para o sistema e quando  $\frac{\text{solubilidade do sal de bário}}{\text{solubilidade do sal de rádio}} > 1$ , às melhores condições para formação do cristal. Estas condições exigem que, em cada instante, se estabeleça um equilíbrio entre a camada do cristal em crescimento e a solução, na concentração que ela tem no momento em que a camada se está a formar. Quando aquela razão é inferior a 1  $\lambda_{\max}$  corresponde às condições em que a formação dos cristais é mais rápida.

É apenas nestas condições que  $\lambda$  representa de forma adequada o coeficiente de partição para o sistema considerado. Caracteriza-se o sistema por  $\lambda_{\max}$ , no caso do enriquecimento (brometo de bário-rádio), ou  $\lambda_{\min}$ , no caso de um empobrecimento (carbonato de bário-rádio).

Sugere Branca Edmée Marques que a equação seja escrita:

$$\frac{dy}{dx} = \lambda_{\max} \frac{y}{x} \quad \text{ou} \quad \frac{dy}{dx} = \lambda_{\min} \frac{y}{x}$$

onde  $\lambda$  está perfeitamente definido para cada sistema e temperatura considerada. A equação pode assim caracterizar cada sistema sem ambiguidade.

Branca Edmée Marques provou que fatores secundários podem intervir nos resultados sem que o próprio mecanismo do fenómeno seja responsável. Sempre que as condições experimentais mudam de forma apreciável, durante a formação da fase sólida,  $\lambda$  também varia. Parece, no entanto, que estas variações de  $\lambda$  são a consequência de alterações exteriores ao sistema - o mecanismo de separação do sal de bário com o sal de rádio é sempre o mesmo e a repartição natural do rádio entre as duas fases dá-se sempre de acordo com a lei de Doerner e Hoskins. Só devido à ação de fatores secundários é que a equação de Berthelot Nernst poderá adequar-se à repartição no equilíbrio estável

Estudou a seguir a eficácia dos diferentes métodos de fracionamento na separação do rádio. As experiências efetuadas mostram que os brometos e os cloretos de bário radíferos são, entre os sais estudados, os mais vantajosos para a separação do rádio. O valor de  $\lambda_{\max}$  é obtido pelo método de evaporação rápida da água das soluções. Sabendo também como o esgotamento do rádio se dá numa solução de brometo de bário radífero à medida que os cristais crescem na solução, decidiu aplicar este método à separação do rádio.

O método proposto, que se passa a designar por “*método de separação do rádio por empobrecimento rápido em bário*”, usa as propriedades:

“1º Quando se deixa evaporar lentamente, a 20°C, a água das soluções saturadas de brometo de bário radífero até obter na fase sólida, aproximadamente 60 % da totalidade de brometo de bário da solução, os cristais formados contêm a quase totalidade do rádio que se encontrava em solução.

2º Quando se deixa evaporar lentamente, a 20°C, a água das soluções de cloreto de bário radífero até obter na fase sólida aproximadamente 75 % do cloreto de bário da solução, os cristais contêm a quase totalidade do rádio que se encontrava na solução. (...)

Depois de um pequeno número de cristalizações fracionadas sucessivas, o sal de bário radífero fica consideravelmente enriquecido em rádio, em relação ao início do fracionamento.” (Marques, 1935) (TN)

Por exemplo: dissolve-se o sal, brometo de bário radífero, e procede-se à evaporação lenta até obter cristais que tenham aproximadamente 60 % do bário presente. Retira-se estes cristais, que contêm cerca de 99,5 % do rádio da solução. Dissolvem-se os cristais em água pura e abandona-se a solução à evaporação até voltar a obter cristais que tenham aproximadamente 60 % do bário presente (cerca de 33% do inicial) com 99 % do rádio desta solução. Repete-se 9 vezes, o que significa obter cristais com 1 % do bário inicial e 95 % do rádio, Figura 25 e Figura 26.

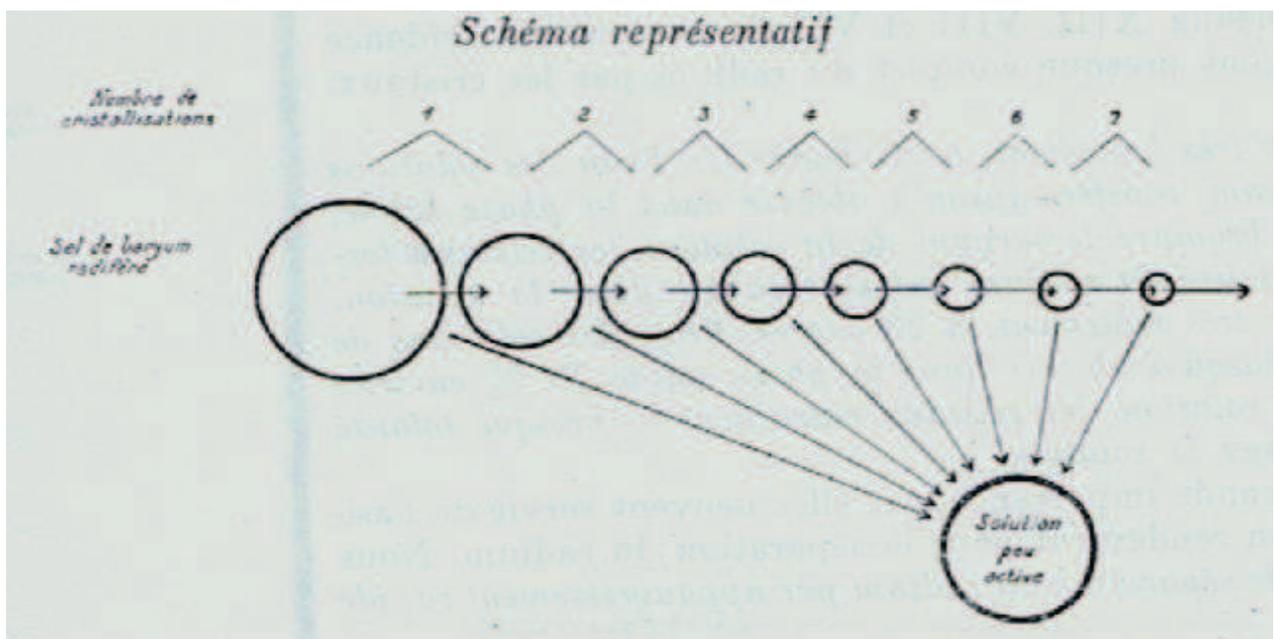


Figura 25 - Esquema representativo do método de separação do rádio por empobrecimento rápido em bário (Marques, 1935) .

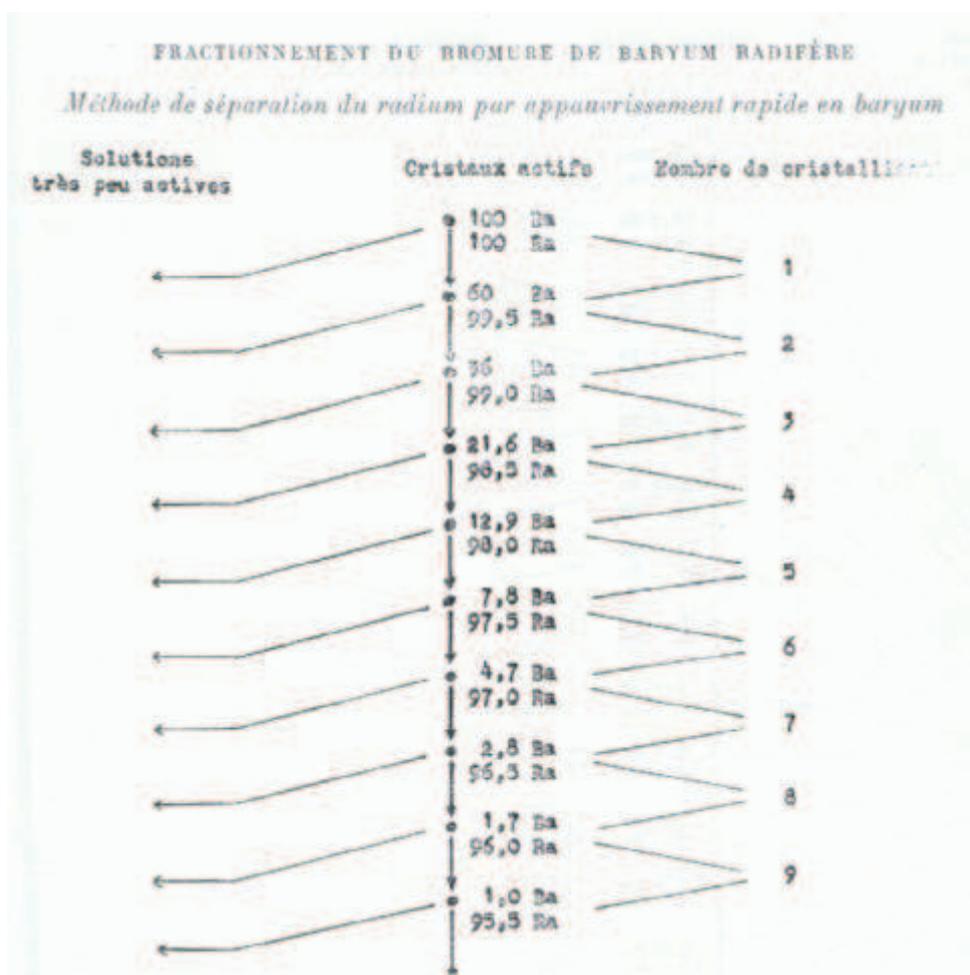


Figura 26 - Esquema representativo do método de separação do rádio por empobrecimento rápido em bário (fracionamento do brometo de bário-rádio) (Marques, 1935) .

A evaporação é sempre lenta e a 20 °C; usa-se um recipiente com uma superfície disponível para evaporação de apenas 3 cm de diâmetro (4 a 6 dias /ensaio); quando a evaporação é acelerada o rendimento diminui.

Utilizando o esquema clássico, de separação do rádio por cristalizações fracionadas sucessivas para o cloreto de bário radífero, Figura 10, admite-se que em cada cristalização 77 % do rádio da solução inicial fica no cristal, enquanto a quantidade de bário é de 40 %. Após 40 cristalizações fracionadas individuais, obtém-se um cristal com aproximadamente 2,8 % em bário inicial e cerca de 80 % do rádio. O método anteriormente apresentado, aplicado ao cloreto de bário radífero, assegura ao fim da 13ª cristalização valores superiores, pelo que, podendo dar-se à temperatura ambiente, tem melhor rendimento que o clássico, garantindo-

se ainda que o rádio não se dispersa por diversas frações. Apesar de lento, garante um maior rendimento na separação do rádio mesmo à escala industrial (Marques, 1935).

O "*Brevet d'invention*" que Branca Edmée Marques depositou no Office de la Propriété Industrielle com o n.º 379 952, a conselho do então diretor do "*Intitut du Radium*", M. A. Debiere, refere-se a este novo método de separação do rádio que defende na sua tese: "*método de separação do rádio por empobrecimento rápido em bário*" (Marques, 1935).

Um outro problema em investigação é a distribuição do rádio na massa de um cristal misto de sais de bário e rádio, compreendendo-se que deve variar com o modo de formação do cristal.

Se fosse a equação de Doerner e Hoskins a reger a repartição do rádio entre a fase sólida e a fase líquida, este distribuir-se-ia nos cristais de modo que o seu teor diminuísse de dentro para a periferia em cada cristal (como verificou quando estudou o empobrecimento de uma solução de brometo de bário radífero, à medida que os cristais cresciam na solução). Se fosse a equação de Berthelot Nernst a traduzir o processo, o rádio encontrar-se-ia disseminado quase uniformemente pela massa do cristal.

Estudou os cristais mistos de sais de bário radífero para procurar encontrar a história da sua formação e determinar a distribuição do rádio na massa cristalina. Usou: 1- o método fotográfico; 2- o método das dissoluções fracionadas sucessivas; 3- o método da separação dos cristais da solução mãe em etapas diferentes do seu crescimento.

Determinou diretamente a distribuição do rádio nos cristais de um sal de bário radífero, fazendo cortes sucessivos paralelos a uma face do cristal e estudou, por um método apropriado, a distribuição do rádio em cada uma. Necessita-se, neste caso, de cristais suficientemente grandes e de dispor de métodos suficientemente sensíveis para avaliar, com precisão, quantidades muito pequenas de rádio. O corte das secções é um processo muito delicado e precisa de cristais de dimensões manipuláveis, isolados, com faces opostas planas e de textura regular. O método de deteção a utilizar deve ser suficientemente sensível de modo que permita tirar conclusões sobre a distribuição do rádio. O método fotográfico consiste, como se viu, em aplicar sucessivamente contra a gelatina sensível de uma placa fotográfica as secções das faces do cristal, mantendo as condições de pressão

da face sobre a gelatina, o tempo de exposição, o grau de concentração do revelador e a temperatura. Compara-se o escurecimento produzido pelas diversas secções, tendo-se verificado que as secções internas provocam um maior escurecimento que as exteriores, embora este seja um método totalmente qualitativo.

O Método das dissoluções fracionadas sucessivas consiste em dissolver, pouco a pouco, as camadas sucessivas de um certo cristal e em dosear as substâncias contidas em cada fração retirada. Sabe-se que a dissolução de um cristal não é a operação inversa da sua formação: não se processa do mesmo modo que o crescimento porque, progressivamente, se vai dissolvendo, nas arestas e ângulos do cristal, camadas subjacentes, adquirindo o cristal formas arredondadas, pelo que este estudo não conduzirá à lei de repartição do rádio. No entanto, permite tirar conclusões sobre a distribuição do rádio desde a periferia até ao centro do cristal: sendo a distribuição encontrada do rádio na massa cristalina irregular, pode-se afirmar que o rádio não se distribui uniformemente.

Quando se corta um cristal de um sal de bário radífero, retirando camadas sucessivas de espessura igual, paralelas a cada uma das suas faces, e se analisa cada conjunto das camadas retiradas à mesma distância da superfície do cristal, pode-se estudar a distribuição do rádio e obter a lei de distribuição. No entanto, este processo é muito delicado. Recorre-se, então, ao processo de recolha, por separação do cristal da solução mãe, em diferentes estágios do seu crescimento: uma solução de brometo de bário radífero de concentração conhecida é tornada homogénea por agitação prolongada, esta solução é depois dividida por três recipientes cilíndricos iguais e submetidas, em simultâneo, às mesmas condições de evaporação lenta de água a temperatura constante. Os cristais formados são recolhidos em tempos de evaporação diferentes.

Os resultados revelaram uma distribuição não uniforme do rádio que decresce do centro para a periferia. Verificou que esta diferenciação é pouco acentuada em cristais preparados por arrefecimento lento de soluções saturadas.

Quando se traçam as curvas da distribuição obtida - % rádio no cristal = f (% bário no cristal) -, estas evidenciam a dimensão da diminuição do teor em rádio, do centro para a periferia. Na curva dos resultados do método da separação dos cristais em diferentes etapas do seu crescimento, reconhece-se a presença de uma repartição do rádio de acordo com a lei de Doerner e Hoskins. Verifica-se,

então, que esta lei surge não só para a repartição do rádio entre a fase sólida e a fase líquida, mas também para a repartição do rádio num cristal individual. Cada cristal contém em si próprio a lei que o originou. (Marques, 1935)

Foi este trabalho que deu origem à nota « *Sur la distribution du radium dans les cristaux de bromure de baryum radifère* » apresentada, por George Urbain em 28 de fevereiro de 1934, na Académie des Sciences, onde a investigadora descreve, perante a comunidade científica, os dois últimos métodos aqui apresentados, revelando, antecipadamente, os dados que constariam e analisaria na sua tese, Figura 27.

SÉANCE DU 26 FÉVRIER 1934. 821

TABLEAU II.

Essais.	Après 24 heures de cristallisation.		Après 48 heures de cristallisation.		Après 62 heures de cristallisation.	
	Ba %.	Ra %.	Ba %.	Ra %.	Ba %.	Ra %.
1.....	5,44	31,11	15,65	64,01	62,49	99,80
2.....	4,63	27,68	8,87	39,82	22,21	76,01
3.....	6,47	31,32	10,11	47,89	40,08	93,36

Figura 27 - Apresentação de dados nos *Comptes Rendus* (Marques, 1934a)

Conclua então:

“Os resultados das experiências realizadas pelos dois métodos mostram, de modo direto, que a percentagem de rádio decresce das camadas centrais para a periferia do cristal.

Por seu lado, os números da Tabela II evidenciam, por um método novo, o mecanismo segundo o qual o sal de rádio se separa da solução para construir os cristais mistos de sal de bário, no caso da cristalização lenta, em soluções saturadas não agitadas.” (Marques, 1934a) (TN)

As conclusões finais que Branca Edmée Marques apresenta na sua tese:

1. “Há uma lei geral que interpreta a repartição do rádio entre a fase sólida e a fase líquida.
2. A equação de Doerner e Hoskins tornou-se a lei geral para a repartição do rádio entre a fase sólida e a líquida qualquer que seja o processo de obtenção da fase sólida e o sistema utilizado.
3. Esta lei também foi encontrada para a repartição do rádio, na massa cristalina, em cada cristal individual, testemunho da história do processo de formação.

4. O coeficiente de partição foi definido com precisão tendo por base sempre a mesma equação matemática. Para cada temperatura e para cada sistema o coeficiente  $\lambda$  tem valor constante seja qual for a velocidade de preparação da fase sólida na condição que essa velocidade seja mantida constante.
5. Como o valor de  $\lambda$  varia com a velocidade de cristalização, propõe-se reservar o termo "coeficiente de partição ou de repartição" apenas para o valor máximo de  $\lambda$ , se se trata de um enriquecimento em rádio (brometo de bário-rádio), ou para o valor mínimo de  $\lambda$  quando num empobrecimento em rádio (carbonato de bário-rádio):

$$\frac{dy}{dx} = \lambda_{max} \frac{y}{x} \quad \text{ou} \quad \frac{dy}{dx} = \lambda_{min} \frac{y}{x}$$

Pode-se assim caracterizar, sem ambiguidade, um sistema pelo seu coeficiente de partição.

6. Fatores secundários podem modificar a repartição do rádio de modo que a repartição que se encontra experimentalmente é consequência de diversos efeitos sobrepostos que agem simultaneamente na formação do cristal.

Neste caso especial a repartição do rádio, entre as duas fases, pode dar-se como se a fórmula de Berthlot-Nernst traduzisse o processo de separação do rádio com o bário para formar cristais mistos.

7. Os cristais mistos de bário e rádio e, em geral, os cristais mistos de sais isomorfos, não são misturas homogêneas dos seus constituintes, salvo em casos particulares." (Marques, 1935) (TN)

Branca Edmée Marques defenderia a sua tese a 21 de novembro, o júri era composto por Jean Perrin, André-Louis Debierne e Frédéric Joliot. Consegue a classificação de "Très Honorable", a mais elevada atribuída em França, obtendo assim o grau de "Docteur ès Sciences Physiques" (Doctorat d'Etat). No ano seguinte (julho de 1936) é-lhe dada equiparação ao grau de Doutor em Ciências Físico-Químicas pelas Universidades Portuguesas.

Defendeu ainda, como segunda tese, o tema proposto pela Faculdade de Ciências de Paris, muito atual na altura, "*La Chimie et la Séparation des Radioéléments Synthétiques*".

Branca Edmée terá investigado, também, a química do lantânio, o "entraîneur" por excelência do actínio, tendo elaborado uma escala de solubilidades do nitrato de lantânio em meios de diferentes acidez, a aplicação ao Th X e ao Ac X (isótopos do rádio) de alguns métodos de separação e os métodos de separação do polónio (AIC.0407.05.087.02).

Após o seu regresso, já em 1936, Branca Edmée publica, no *Journal de Chimie et Physiques*, um artigo sobre este método, "*Nouvelle méthode de séparation du radium par appauvrissement rapide en baryum*" (Marques, 1936).

Em conclusão:

No decorrer da sua investigação, Branca Edmée Marques construiu o seu espaço laboratorial, criando e aperfeiçoando aparelhagem (termóstato, agitador, aparelho de preparação de soluções saturadas a temperaturas elevadas, com extração automática de amostras, sem variação da concentração do sal) e técnicas (defende uma nova técnica "*do escoamento quase automático de soluções*"). Procurou, ainda, eliminar causas de erros e recorreu à preparação de padrões.

Perseverante, metódica e dedicada, executa com precisão um grande número de séries de experiências, fazendo variar o processo de fracionamento (cristalização ou precipitação). Verifica a influência das condições iniciais (saturação - ou não - ou sobressaturação das soluções de sais de bário radífero), da velocidade de cristalização ou de precipitação (de formação do cristal), do grau de agitação, da temperatura, do grau de acidez e do anião do sal, tendo em vista o estabelecimento de uma lei que reja a repartição do rádio entre a fase sólida e a fase líquida. O rádio foi doseado medindo o débito da emanção libertada através da corrente de ionização produzida, segundo o método eletrométrico de compensação pelo quartzo piezoelétrico.

Conhece-se a investigação que conduziu através da análise da tese que defendeu e das publicações que tem das notas de sua autoria, lidas na Académie des Sciences de Paris por Jean Perrin e George Urbain, em que divulgava, antecipadamente, à comunidade científica, resultados e conclusões, submetendo-se, assim, à apreciação de outros investigadores, ainda antes de concluída a sua dissertação.

Defendeu uma técnica de separação do rádio mais eficiente que a clássica, embora mais demorada: *método de separação do rádio por empobrecimento rápido em bário*. Obteve a lei geral que interpreta a repartição do rádio entre a fase sólida cristalina e a fase líquida o que, automaticamente, leva à definição de coeficiente de partição ou de fracionamento: a equação de Doerner e Hoskins. Verificou, ainda, que nos sais mistos de rádio-bário a distribuição do rádio obedece à mesma lei.

## 4.5 Cronologia das principais ações de Branca Edmée Marques entre 1931 e 1935

1931	julho	Pedido da bolsa à JEN.  Concessão da bolsa.
	setembro	1.º contacto com Mme Curie.
	outubro	Resposta do Institut du Radium.
	novembro	Início do estágio. 1ª Lição do Curso teórico de Mme Curie: Radioactividade.
1932	fevereiro	1º Relatório. É convidada a assistir ao doseamento da radioatividade de uma água portuguesa. Acompanha o Curso de Química-Física de Jean Perrin.  Recebe novo subsídio mensal devido ao agravamento cambial.
	maio	2º Relatório. Estudou minerais portugueses, autunite de Nellas e torbernite de Belmonte (Beiras).  1º Pedido de prorrogação da bolsa.  Proposta de trabalhos por Mme Curie de <i>"uma investigação delicadíssima, de alto interesse científico e para ser realizada lenta e gradualmente"</i> <sup>52</sup> .  Certificação do trabalho de Branca Edmée por Mme Curie.
	junho	Carta de Mme Curie regozijando-se pela presença dos bolseiros da JEN no seu laboratório.
	agosto	Redução do valor da bolsa.
	outubro	3º Relatório. Objetivos do estudo: estabelecer preceitos que permitam obter o máximo rendimento em rádio a quando da separação e definir com toda a precisão as expressões "coeficiente de fracionamento" e "coeficiente de partição".
	novembro	Resumo de atividade.

---

<sup>52</sup> (0407.05.022.01)

1933	fevereiro	4º Relatório. Objetivo: encontrar as leis que regulam a repartição do rádio entre a fase líquida e a sólida cristalina em cristais mistos de cloreto de bário e rádio, e o modo como o rádio se distribui no interior dos cristais mistos. Mme Curie propõe outro trabalho, este sobre o actínio.
	maio	1ª nota da autoria de Branca Edmée apresentada na Académie des Sciences de Paris por Jean Perrin: " <i>Sur la répartition du radium dans la précipitation fractionnée du chlorure de baryum radifère</i> ".  2º Pedido de prorrogação da bolsa.  Certificação, por Mme Curie, do trabalho de Branca Edmée.  5º Relatório. Primeiras conclusões.
	junho	Resumo de Atividade.
	julho	Nota da autoria de Branca Edmée apresentada na Academia das Ciências de Lisboa por Pereira Forjaz: " <i>A precipitação fracionada do cloreto de bário radífero</i> "
	agosto	6º Relatório. Estudo dos cristais.
	outubro	Redução do valor da bolsa.  3º Pedido de prorrogação da bolsa.
	novembro	2ª nota da autoria de Branca Edmée apresentada na Académie des Sciences de Paris por Jean Perrin: « <i>Sur la cristallisation fractionnée du chlorure de Baryum radifère</i> ».
1934	fevereiro	3ª nota da autoria de Branca Edmée apresentada na Académie des Sciences de Paris por George Urbain : « <i>Sur la distribution du radium dans les cristaux de bromure de baryum radifère</i> ».
	março	Mme Curie atesta a validade do trabalho da bolseira.
	maio	4ª nota da autoria de Branca Edmée apresentada na Académie des Sciences de Paris apresentada por George Urbain: « <i>La précipitation fractionnée du sulfate de baryum radifère</i> ».
	junho	Última prorrogação da bolsa. Recebe subsídio extraordinário
1935	novembro	Defesa da tese na Universidade de Paris: " <i>Nouvelles recherches sur le fractionnement des sels de baryum radifère</i> "

## 4.6 Conclusão

Branca Edmée Marques foi bolsista da JEN no *Institut du Radium de Paris* nos anos letivos 1931/32, 1932/33, 1933/34 e 1934/35. As investigações que conduziu garantiram-lhe o doutoramento pela Faculdade de Ciências da Universidade de Paris.

O seu papel de bolsista obrigava ao cumprimento de algumas cláusulas: cumprir o plano de trabalho traçado, apresentar um relatório trimestral e garantir que, após o seu regresso, cumpriria 5 anos de serviço no campo de estudo a que se dedicava. Os processos da bolsista na JEN mostram que satisfiz as duas primeiras cláusulas, tendo a última sido desempenhada na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, como se verá. A correspondência que se encontra mostra que se estabeleceu uma relação de cordialidade entre a bolsista e a instituição, com os pedidos de prorrogação da bolsa a marcar alguma tensão entre a necessidade de Branca Edmée e a dificuldade da JEN em corresponder às suas expectativas, de registar que Mme Curie apoiou sempre as prorrogações. Branca Edmée Marques conseguiu cumprir o seu objetivo principal: obter especialização científica em radioatividade.

Recebida por Mme Curie foi encaminhada de modo a integrar a rotina do Laboratório Curie, onde primeiro desenvolveu as capacidades necessárias para manipular instrumentos e executar métodos aplicados em radioquímica. Mme Curie apreciou e elogiou o seu trabalho, acabando por lhe atribuir uma investigação em ciência pura que a conduziu ao doutoramento.

Branca Edmée Marques é organizada e criativa, dedicada ao estudo, pratica sistematicamente métodos e técnicas, construindo o seu espaço laboratorial. Aperfeiçoa aparelhagem, desenhando e fazendo construir um novo aparelho: aparelho de preparação de soluções saturadas, a temperaturas elevadas, com extração automática de amostras, sem variação da concentração do sal. Melhora técnicas, eliminando causas de erros, criando uma nova técnica "*do escoamento quase automático de soluções*" e prepara os padrões de que necessita.

Perseverante, executa com precisão grande número de séries de experiências. Fazendo variar o processo de fracionamento (cristalização ou precipitação), verifica a influência das condições iniciais (saturação - ou não - ou sobressaturação das soluções sais de bário radifero), da velocidade de cristalização

ou de precipitação (de formação do cristal), do grau de agitação, da temperatura, do grau de acidez e do anião do sal, tendo em vista o estabelecimento de uma lei que reja a repartição do rádio entre a fase sólida e a fase líquida. O rádio foi doseado medindo o débito da emanção libertada através da corrente de ionização produzida, segundo o método eletrométrico de compensação pelo quartzo piezoelétrico.

Permite à comunidade científica o acompanhamento da investigação que leva a cabo, divulgando-a em notas à Académie des Sciences de Paris, publicadas nos *Comptes Rendus*, à medida que a vai realizando e, portanto, antes de a defender na tese.

Defende na sua tese uma nova técnica de separação do rádio mais eficiente que a clássica, embora mais demorada: "*método de separação do rádio por empobrecimento rápido em bário*". Conclui qual é a lei geral que interpreta a repartição do rádio entre a fase sólida cristalina e a fase líquida o que, automaticamente, leva à definição de coeficiente de partição ou de fracionamento: a equação de Doerner e Hoskins. Verificou, ainda, que nos sais mistos de rádio-bário a distribuição do rádio obedece à mesma lei.



## 5. Branca Edmée Marques: A chegada a Portugal e o início da investigação em radioquímica, em Lisboa

### 5.1 Introdução

Branca Edmée Marques regressou a Portugal no final do ano de 1935 para retomar o seu lugar de Assistente na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

A sua carreira universitária ocupar-lhe-á a maior parte do tempo, ficando para a investigação científica apenas o restante, nas condições laboratoriais que soube construir.

O seu ensejo em criar um espaço dedicado à investigação em radioquímica foi concretizado logo em 1938, na Faculdade de Ciências onde tinha retornado.

Mostrou-se interessada na vida científica do país participando nas atividades desenvolvidas pela Sociedade Portuguesa de Química e Física.

As fontes disponíveis sobre esta época estão quase todas concentradas no espólio de Branca Edmée Marques, quer o científico na FCUL, quer o arquivado no Arquivo Histórico dos Museus da Universidade de Lisboa; recorre-se igualmente às atas da Sociedade Portuguesa de Química e Física e às do Concelho Escolar da Faculdade de Ciências de Lisboa.

## 5.2 O regresso

Descreve-se como se processou a transição de Branca Edmée Marques de Paris para Lisboa.

Branca Edmée só apresentaria a sua tese a 21 de novembro de 1935, obtendo o grau de *Docteur ès Sciences Physiques*, como mencionado, e no ano seguinte (em julho de 1936) é-lhe dada equiparação ao grau de Doutor em Ciências Físico-Químicas pelas Universidades Portuguesas.

De acordo com "*Algumas Notas recordativas de Branca Edmée Marques*", documento manuscrito do seu espólio científico, depois do doutoramento, André Debièrne teria desejado que ficasse no *Institut du Radium*, como colaboradora nos trabalhos de investigação científica, tendo Branca Edmée respondido que "*desejava regressar a Lisboa, para junto do marido*" (EsCiBEM, FCUL).

Em Conselho Escolar da Faculdade de Ciências, em 12 de novembro de 1935, portanto, antes da apresentação da tese em Paris, o diretor do Laboratório de Química propôs que fosse contratada como encarregada de curso, para o grupo de química, a assistente licenciada Branca Edmée Marques, cargo que Branca vai ocupar a partir de janeiro (AtaCEFCUL,12.11.1935)<sup>53</sup>.

A sua produção científica continuou a ter divulgação internacional. Logo em 1936, publica, no *Journal de Chimie et Physique*, um artigo: "*Nouvelle méthode de séparation du radium par appauvrissement rapide en baryum*" (Marques, 1936b), sobre o novo método de empobrecimento rápido em bário que tinha proposto na sua tese para separar o rádio e do qual tinha registado o "*Brevet d'invention*", continuando assim a divulgar a investigação que a absorvera.

Em 1939, surge uma nota na Académie des Sciences de Paris, desta vez em colaboração com Mlle Chamié, "*Sur une propriété des radiocolloïdes*" (Marques, 1939), apresentada por Jean Perrin, matéria sobre a qual investigou no Laboratório de Radioquímica da Faculdade de Ciências. Mais tarde, em 1949, em colaboração com Mlle Chamié e Mme Henriette Faraggi, e apresentada por M. Frédéric Joliot, é divulgada "*Sur les activités en profondeur de l'argent irradié par des deutons*"

---

<sup>53</sup> As Atas do Conselho Escolar da FCUL, disponível em: <http://www.ciuhct.com/index.php/pt/textos-online.html>, serão referenciadas como AtaCEFCUL após o que se segue a data da ata em questão.

(Marques, 1949a). Ambas as notas são publicadas nos *Comptes Rendus*. A investigação, realizada por Branca Edmée Marques e que conduziu a estas notas, decorreu no Laboratório de Radioquímica que implementara na Faculdade de Ciências. Tratando-se do resultado da colaboração com outras investigadoras sediadas no Institut du Radium em Paris, conclui-se que as suas relações com Paris não foram abruptamente interrompidas, reconhecendo-se um trabalho de equipa internacional.

As relações internacionais são testemunhadas por alguma correspondência. No espólio científico na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, há cópia de duas cartas: uma delas datada de 1936, de Bertrand Goldschmidt (1912-2002), na altura assistente do diretor do *Institut du Radium de Paris*, “por ele incumbido de prosseguir, noutras condições experimentais, os trabalhos que eu [Branca Edmée Marques] lá realizara” que, ao enviar uma nota, lhe agradece (a carta foi copiada em francês):

“Voici une note relative au petit travail que j’ai fait sur le fractionnement Ba/Ra et qui fait un peu suite à vos intéressantes recherches.

Je vous remercie de tous les conseils que vous m’avez si aimablement donnés (...).» (EsCiBEM, FCUL) (Anexo C);

a outra, sem data, de I.M. Kolthoff (1894-1993), professor e diretor de Química Analítica da Universidade de Minnesota, que solicita o envio de cópia do artigo sobre “*your interesting study on the distribution of radium, in baryum salts, as published in J. of Chim. phys., 33, 219 (1936)*” (EsCiBEM, FCUL) (Anexo C). De 1938 é o contacto da “*International Federation of University Women*”, sediada em Londres, através de Mme Octave Monod<sup>54</sup>, de Paris, com vista a uma participação portuguesa no “*Lexique International des Termes Universitaires*”, que se crê não se ter concretizado. O contacto foi estabelecido por indicação de Mlle Chamié sua antiga tutora no Institut du Radium de Paris.

Branca Edmée participaria no Congresso do Mundo Português de 1940. Na publicação do “Congresso da Actividade Científica Portuguesa”, no tema “Actividade, Histórica e Actual do Laboratório de Química da Faculdade de Ciências de Lisboa”, quando se relata o presente, refere-se a colaboração de D. Branca

---

<sup>54</sup> Os documentos correspondentes a este contacto estão no Arquivo Histórico dos Museus da Universidade de Lisboa que se encontra neste momento em reorganização e atualização da catalogação. Quando foi feita a primeira consulta, as caixas com o espólio de Branca Edmée Marques ainda não estavam numeradas, na última visita não foi possível encontrar esta correspondência: ofício da International Federation of University Women, de que se apresenta cópia no Anexo E, e rascunhos da Professora Branca, pelo que não são aqui devidamente referenciados.

Edmée Marques e Kurt Jacobsohn com António Pereira Forjaz. Branca Edmée regia as cadeiras de Química Inorgânica e de Química Orgânica. Na pequena autobiografia aí traçada da Professora Branca menciona-se:

“Tirocinou junto dos chefes dos laboratórios de Radiofísica e Radioquímica do chamado Serviço de Medições do Instituto do Rádio de Paris, pessoas com quem continua mantendo intercâmbio científico.” (Marques, 1940)

Quando reingressou como Assistente na Faculdade de Ciências, cumpria com todas as competências correspondentes à sua posição: além de orientar o estágio de alguns alunos e fazer parte de júris de exame, desenvolvia toda a atividade letiva, cabendo-lhe as regências:

- 1935/36 - Regências de ensino prático: Química Inorgânica; Noções gerais de Química-Física.  
Regências de ensino teórico: Química Inorgânica; Noções gerais de Química-Física.
- 1936/37 - Regências de ensino prático: Química Orgânica; Química Inorgânica.  
Regências de ensino teórico: Química Orgânica; Química Inorgânica
- 1937/38 - Regência de ensino prático: Química Inorgânica.  
Regência de ensino teórico: Química Inorgânica.
- 1938/39 - Regência de ensino prático: Química Inorgânica.  
Regência de ensino teórico: Química Inorgânica.
- 1939/40 - Regências de ensino prático: Química Inorgânica; Química Geral (3 turmas);  
Regência de ensino teórico: Química Inorgânica.
- 1940/41 - Regências de ensino prático: Química Inorgânica; Química Orgânica.  
Regências de ensino teórico: Química Inorgânica; Química Orgânica. (Marques, 1949)

Assumiria o cargo de Professor Extraordinário entre 1942 e 1953, tendo prestado provas públicas para aceder ao título de Professor Agregado em 1949 e,

apesar de ter sido aprovada por mérito absoluto no concurso a Professor Catedrático em 1954, apenas conseguiu o lugar em 1966 (Marques, 1954; 1966).

Em conclusão:

Tendo regressado à Faculdade de Ciências, Branca Edmée Marques continuou a relacionar-se com o Institut du Radium, designadamente com Mlle Chamié que a acompanhara no seu estágio.

Embora solicitada por investigadores internacionais, viu o trabalho de investigação condicionado pelas condições que a Faculdade de Ciências oferecia e pela sua carreira académica, dedicando grande parte do seu tempo a lecionar.

### 5.3 O Laboratório de Radioquímica

Procura-se a génese do Laboratório de Radioquímica.

O interesse de Branca Edmée Marques em cumprir a cláusula do contrato de bolsa que estabelecia que, aquando do seu regresso, deveria continuar a exercer funções remuneradas, na sua especialidade, durante cinco anos, parece evidenciar-se em alguma correspondência que troca, por exemplo, com o Professor Pereira Forjaz, lutando por conseguir as condições necessárias para cumprir a tarefa a que se comprometera.

Ainda em 1932, no rascunho de uma carta que de Paris escreve a Pereira Forjaz, fala na tarefa de melhoramento do *"nosso laboratório"*, o da Faculdade de Ciências, disponibilizando-se para, enquanto permanecesse em Paris, obter material em condições mais vantajosas, quer no preço quer na qualidade do mesmo. Chegando mesmo a propor a aquisição de 2 ou 3 câmaras de ionização do modelo novo do Institut du Radium por cerca de 650 francos cada, sugerindo que o laboratório reserve *"uma verba para compra de material e instalação de uma secção de radioactividade"* (EsCiBEM, FCUL) (Anexo C).

No mesmo ano e para o mesmo destinatário afirma:

“Não seria interessante e útil para todos, organizar na nossa faculdade, pelo menos na secção de ciências físico-químicas, um meio de trabalho semelhante ao que tenho encontrado aqui?” (EsCiBEM, FCUL)

Em 1934, noutro rascunho de carta, também para Pereira Forjaz, sugere que seja abordada a Fundação Rockefeller, apresentando-se um plano das instalações desejadas para a obtenção de uma verba “*para ampliar e melhorar as condições de trabalho da secção de química. E Deus sabe se dessa conversação poderá nascer a base do sonhado instituto de química.*” (EsCiBEM, FCUL)

A preocupação de Branca Edmée Marques com a possibilidade de criar um espaço para investigar em radioatividade está patente, ainda, noutro rascunho de carta a Pereira Forjaz, este sem data, onde a propósito da sua atividade com Mme Curie afirma:

“De tudo isto espero obter um optimo aprestamento técnico, utilizável após o meu regresso a Portugal, consoante as iniciativas que V. Exa. haja por bem patrocinar dentro da secção onde é o ilustre Director. (...)”

Acrescentando:

“(...) Já possuo um orçamento de despesa a fazer com o mais indispensável material, útil ao estabelecimento duma pequena secção de estudo de radioactividade, no orçamento não estão incluídos os gastos relativos á embalagem e transporte. E também não figuram substâncias radioactivas para servirem de padrões. Alguns deles, pelo menos, espero poder obtê-los em Lisboa, a partir de minerais do nosso País.” (EsCiBEM, FCUL) (Anexo C)

Por proposta do Dr. Cyrilo Soares em 12 de junho de 1935, o Conselho Escolar da Faculdade de Ciências aprovou a criação, na faculdade, de um Laboratório de Radioatividade (AtasCEFCUL,12.06.1935)<sup>55</sup>, pensado, certamente, para o Laboratório de Física, já que havia regressado, de Paris, Manuel Valadares. Branca Edmée, por sua vez, em 1936, vai delinear e acompanhar o projeto de um Laboratório de Radioquímica, patrocinado pelo Diretor da Faculdade, Dr. Victor Hugo de Lemos, e pelo Diretor da secção de Ciências Físico-Químicas, Dr. Pereira Forjaz. Nos anos seguintes, procede ao seu apetrechamento com a aquisição de aparelhagem que garantiria a eficiência do laboratório (AtasCEFCUL,05.02.1937). Referiria no seu Curriculum: “*Depois, em 1937 e 1938, tratou da aquisição de aparelhagem e das instalações úteis a uma permanente eficiência desse Laboratório*” (Marques, 1949).

---

<sup>55</sup> (AtasCEFCUL,12.06.1935), referenciar-se-á deste modo as Atas do Conselho Escolar da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, os algarismos correspondem à data da sessão em causa.

Anos após o seu regresso, e ao longo da sua carreira na Faculdade, foi algumas vezes solicitada a dar opinião sobre alterações, atualizações e ampliações das instalações da Faculdade de Ciências, na Rua da Escola Politécnica, que englobavam o Laboratório de Radioquímica. Sempre que manifestava a sua opinião, contextualizava a criação do referido Laboratório. É assim que vamos tomando conhecimento desse processo.

Em 1936, logo após o seu regresso, Branca Edmée *"vinha tão impregnada"* do ritmo de trabalho frenético que existia no *"Institut du Radium"* em Paris, onde, na altura se vivia um *"ambiente verdadeiramente científico"* e onde se trabalhavam muitas horas diariamente *"com entusiasmo contagioso"*. Confessa, em rascunho de carta escrita em 1960 ao Sr. Professor Doutor José Francisco Ramos e Costa, então Diretor da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, que desde logo concebera criar naquela Faculdade *"um Laboratório de Radioquímica, onde pudesse vir a investigar sobre assuntos de Radioactividade: Radioquímica, Química Nuclear, Fotografia Nuclear, etc."*. Tratava-se de uma ideia audaciosa em Portugal, onde *"a atmosfera não era ainda suficientemente propícia para um tal empreendimento"* (AHMUL,2639). Nessa altura *"apenas a radioactividade das águas minerais e a dos minérios, ocupava há muito, mas temporariamente, os nossos químicos mais eminentes"* constata na *"1ª redacção"* de *"A actividade científica e cultural no Laboratório de Radioquímica da F. C. de Lisboa"*, que leria na *"Primeira Reunião de Técnicos Portugueses de Energia Nuclear"* (AHMUL,2733) (Anexo E).

Faltava-lhe, contudo, *"o dinheiro para as necessárias obras e para o indispensável apetrechamento do Laboratório ou Centro"*, contando, no entanto, com *"a compreensão dos Srs. Directores da Secção de Ciências Físico-Químicas e da Faculdade, respectivamente Professor Dr. Pereira Forjaz e Professor Dr. Victor Hugo Lemos"*. Naturalmente lidou com a necessidade de recorrer a subsídios, confessando que o maior atingiu os 38.000\$00, embora não mencione a sua origem (AHMUL,2639). Necessitou de *"coragem e tenacidade (...) para conseguir as indispensáveis obras de adaptação a laboratório e os equipamentos necessários"* refere quando, em 1961 elabora o *"Projecto para novas instalações de Química da Fac. de Ciências"* (AHMUL,2639) (Anexo E).

Segundo Ana Luísa Janeira:

*"conseguiu que lhe atribuissem um "espaço" que transformou em laboratório, vencendo todas as dificuldades burocráticas que se lhe deparavam (obras de electricidade, canalização de água. etc.) de modo a obter as condições mínimas*

indispensáveis à manipulação de radioelementos. E graças sobretudo, aos valiosos auxílios do instituto de Alta Cultura, para aquisição de vários aparelhos” *in* (Sousa, 1986).

A Faculdade de Ciências disponibilizou a Branca Edmée Marques o espaço para prosseguir os trabalhos de investigação em que tinha sido iniciada no Institut du Radium. Tinha, de acordo com o esclarecimento que faz em carta a Kurt Jacobsohn, as dimensões de aproximadamente 6 m de largura por 10 m de comprimento (com cerca de 50 m<sup>2</sup> de superfície útil) e um pé-direito de 6,4 m (AHMUL,2639).

Ainda em 1960, noutra carta, também dirigida a Ramos e Costa, em que solicitava o restabelecimento das condições iniciais dos circuitos de electricidade do Laboratório de Radioquímica, afirmava:

“Quando, em 1938, na Faculdade de Ciências foram feitas obras, para a criação do Laboratório de Radioquímica, houve o cuidado de lhe fazer chegar a energia eléctrica por fios condutores de adequada secção, e directamente ligados à portinhola da rua. Esses condutores vinham, desde o rés-do-chão até ao primeiro andar do edifício, dentro de uma “coluna”, que era privada daquele laboratório.” (AHMUL,2639) (Anexo E),

o que testemunha o grau de conhecimento que tinha das instalações que ajudara a criar.

Nos finais de 1938 estava criado o Laboratório de Radioquímica da Faculdade de Ciências de Lisboa. Ali, começou por investigar as propriedades físico-químicas do polónio, dando também orientação a “trabalhos realizados por diversos assistentes de Química da Faculdade”. Foi no ano letivo de 1938-39 que “*se fundou o primeiro Centro de Estudos unicamente destinado à investigação sobre Radioquímica e Química Nuclear*” designando-se “*Laboratório de Radioquímica*” *in* carta a José Francisco Ramos e Costa antes referida (AHMUL,2639).

No último trimestre daquele ano, “*já ali se prosseguiam investigações sobre o comportamento coloidal do polónio em meio fortemente ácido*”, de acordo com a carta referida (AHMUL,2639). Deste modo, contribuiu para “*ao ensino da Química (...) acrescenta[r] a investigação em química (...)*” (Janeira,1998).

No Congresso do Mundo Português, em 1940, resume-se todo o processo:

“O Director da Secção de Ciências Físico-Químicas, professor Pereira Forjaz, quis patrocinar oficialmente as suas [de Branca Edmée ] solicitações de auxílio material dirigidas às Estações competentes, cujo deferimento permitiu instalar um modesto

laboratório, onde pudessem ser continuados os trabalhos de investigação sobre radioquímica. Êsse laboratório que a Doutora Branca Edmée Marques delineou para o limitado espaço disponível, mas tendo as condições indispensáveis para manipular os radioelementos, e que seguidamente instalou, encontra-se já regularmente dotado, graças sobretudo aos valiosos auxílios do Instituto para a Alta Cultura; e está em actividade desde 1938, na Faculdade de Ciências de Lisboa. Ali se estão prosseguindo estudos sobre o comportamento químico e físico-químico do polónio, e também sobre o rádio e o urânio.

Ao mesmo laboratório tem afluído pedidos de informação técnica sobre vários problemas, relativos ao aproveitamento de radioelementos e à diferenciação de minérios do nosso Ultramar e da Metrópole.

A Doutora D. Branca Edmée Marques recebeu também um primeiro convite para um serviço de controle internacional, a realizar naquele Laboratório, colaboração muito honrosa, embaraçada apenas pela actual situação europeia." (Marques, 1940)

Em 1944, comentava sobre o que designava de Gabinete de Radioactividade, compreendendo uma *"sala de medições"* e um *"laboratório de radioquímica"*: *"Espaço exíguo demais, para que possa instalar-se convenientemente o valioso material, ali existente, e também permitir uma plena actividade dos cinco realizadores que nele se dedicam à investigação científica."* (AHMUL,2639). Em 1947, afirmando urgência na ampliação, propunha aumento da tiragem das hottes, melhoramentos da rede eléctrica e da rede distribuição de água, de acordo com a planta que traça, Figura 28.

Em 1953, o Instituto para a Alta Cultura criou o Centro de Estudos de Radioquímica e da Energia Nuclear, a funcionar no Laboratório de Radioquímica, tendo incumbido Branca Edmée Marques da sua direcção científica. O Laboratório passou, então, a usufruir do moderno e importante apetrechamento do Centro de Estudos da Energia Nuclear.

No Centro de Estudos de Radioquímica não se fazia investigação apenas neste ramo da química, estendendo-se também a outros ramos, ainda que por vezes com o auxílio de marcadores radioquímicos, contribuindo para a formação científica e técnica de licenciados, como Branca Edmée refere em documento manuscrito (AHMUL,2639).

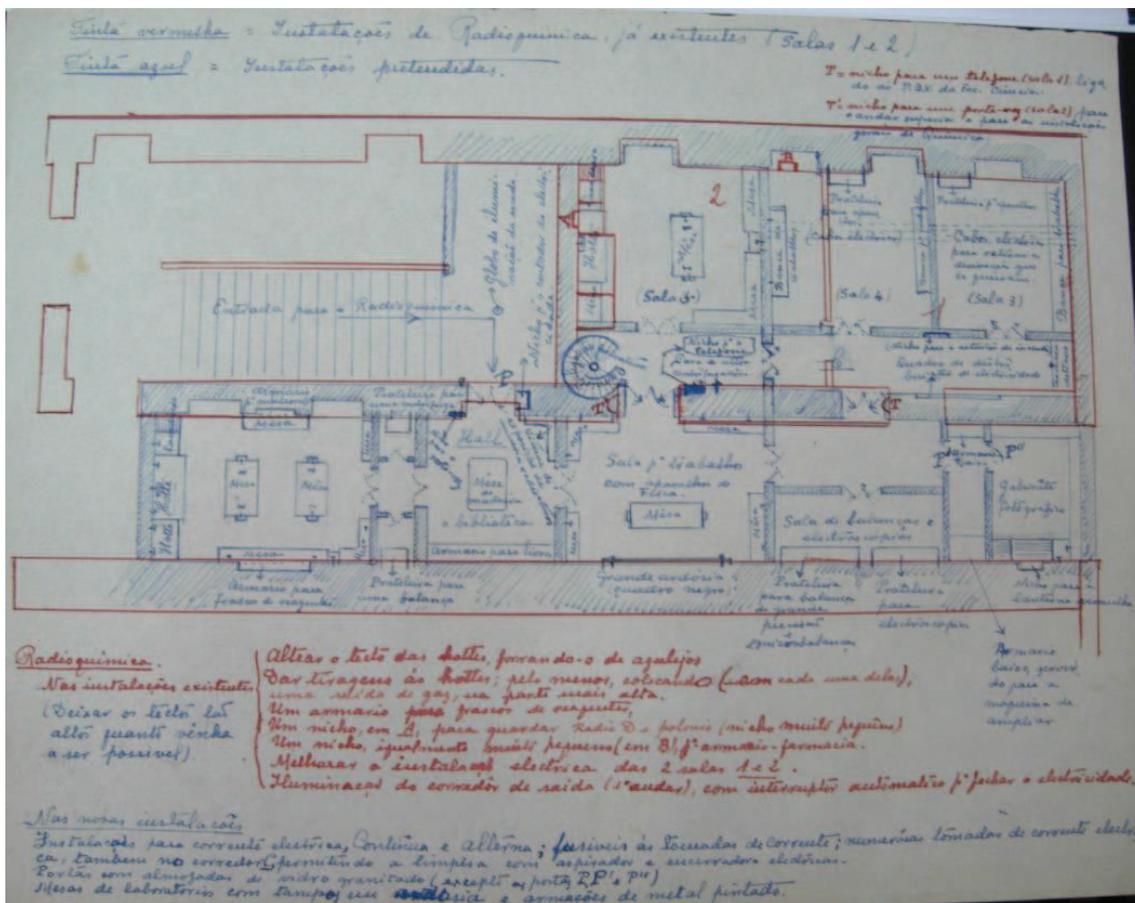


Figura 28 - Planta, desenhada por Branca Edmée Marques, com as propostas de alteração ao Laboratório de Radioquímica em 1947 (AHMUL, 2639).

Em conclusão:

Ainda antes do regresso a Portugal, Branca Edmée Marques projetava a criação de um espaço onde se privilegiasse a investigação em radioquímica, planeando a aquisição de equipamentos.

Após o seu regresso, com o apoio dos diretores da Faculdade de Ciências e da Secção de Ciências Físico-Químicas, põe a funcionar, em 1938, o Laboratório de Radioquímica, num espaço que transforma e adequa à prática de investigação.

## 5.4 Atividade associativa

Procuram-se as relações estabelecidas por Branca Edmée Marques ao reintegrar a comunidade científica da época.

Após o seu regresso, Branca Edmée Marques, que já em 1931 era sócia da Sociedade Portuguesa de Química e Física, mantém a sua ligação com esta instituição, continuando a ser, com regularidade, um dos sócios presentes nas várias sessões ordinárias da mesma. Esteve logo na sessão científica ordinária de 16 de janeiro de 1936, tendo sido recebida com congratulações:

“Antes de encerrar a sessão o Sr. General Aquiles Machado congratulou-se pelo regresso do sócio Sra. D. Branca Edmée Marques que há pouco se doutorou em Paris depois de realizar importantes trabalhos sobre o rádio.” (RCPA,1936,2:132)

Encontra-se na sessão de 29 de novembro de 1938 quando, por proposta, aprovada, do então presidente Achilles Machado, a Sociedade se associa às comemorações que festejam o aniversário da descoberta do rádio pelos esposos Curie; Charles Lepierre propôs, para além de um aplauso aos ex-alunos de Mme Curie então presentes, Manuel Valadares e Branca Edmée, uma sessão especial de homenagem a ser celebrada por aqueles, tendo Manuel Valadares proposto que Mário da Silva também nela participasse. Sobre esta sessão especial não foram encontrados quaisquer registos.

Na sessão de 28 de Janeiro de 1939 (que contou com a presença de Branca Edmée), depois da comunicação apresentada por Marques da Silva em que expôs a investigação que realizou no Laboratório Curie do Instituto do Rádio de Paris “*Contribuição para o estudo da Materialização da Energia*”, sendo de seguida felicitado pelo valor do seu trabalho, é nomeada uma comissão para elaborar “*um plano minucioso da propaganda a fazer junto de governantes e governados, para desenvolver a investigação científica em Portugal*”. Esta decisão decorre após uma intervenção de Manuel Valadares, que se terá referido

“à necessidade de desenvolver no campo da Física e da Química, a investigação científica em Portugal. O Instituto para a Alta Cultura, seguindo a orientação da antiga Junta de Educação Nacional, tem enviado ao estrangeiro um número apreciável de bolseiros. Hoje decorridos dez anos, sente ter que afirmar não estar resolvido o problema da investigação científica no nosso país.

Cada bolsheiro deve ter ficado ao Estado por centenas de contos e pode dizer-se que os bolsheiros produziram, em geral, trabalhos notáveis no estrangeiro. O seu rendimento torna-se, porém, muitíssimo menor apenas regressam ao País. A razão disso é, não só a falta de laboratórios convenientemente apetrechados, mas, especialmente, porque necessidades de ordem económica obrigam a desempenhar pelo menos outra função, além da de investigador. Por isso, a obra do Instituto para a Alta Cultura, que é notável, leva geitos de perder-se por completo." (RCPA,1939,1-4:57).

Ao que Achilles Machado terá acrescentado:

"Os bolsheiros vão ao estrangeiro e mostram aos homens de outras raças que são capazes de trabalhar como êles, mas regressam e pouco mais podem fazer." (RCPA,1939,1-4:56).

Estas considerações retratam a situação de Branca Edmée Marques já que:

"Além do serviço docente que exerceu na Faculdade de Ciências, no qual investiu muita energia, Branca dirigiu o Laboratório de Radioquímica (mais tarde chamado Centro de Estudos de Radioquímica), onde continuou os trabalhos de investigação (...) e a contribuir para a formação em radioatividade de algumas pessoas (...)" (Serra, 1998).

Na ata da Sociedade de 14 de março de 1939, com a presença de Branca Edmée, é registado o conteúdo da "*representação sobre a investigação científica*", apresentada por Manuel Valadares e unanimemente aprovada, segundo ela:

"O envio de bolsheiros ao estrangeiro, que se tem praticado na última década, apresenta-se a esta Sociedade como processo destinado a estabelecer e desenvolver entre nós a prática da investigação científica." (RCPA,1939,1-4:59)

As condições necessárias para o exercício dessa atividade são, de acordo com a Sociedade, de duas naturezas diferentes:

1.º — Com efeito, se para a obra de investigação científica é necessário um instrumental que o modesto equipamento dos nossos laboratórios não contém ou que apenas começam a ser providos, impõe-se que ao apetrechamento laboratorial e bibliográfico das nossas instituições científicas se destinem verbas orçamentais que, ainda que grandes, representam o primeiro factor de segurança do aproveitamento dos largos capitais já dispendidos com o serviço de bolsas no estrangeiro.

2.º — Mas, para que os cultores da Ciência, com provada capacidade para a acrescentar, se dediquem a essa obra de elevação e engrandecimento da grei, em condições de bom rendimento, indispensável é também, que a situação económica de cada um dêles seja suficientemente desafogada e susceptível de progressivas melhorias, a-fim-de que não se sintam conduzidos, pelas necessidades próprias e de suas famílias, a procurar, noutro campo de actividade, os recursos que neste não alcancem, ou só muito tardiamente possam esperar." (RCPA,1939,1-4:60)

Considerando, entre outros, o caso de *"bolseiros que se encontram, de há muitos anos, na situação de simples assistentes universitários"*, o que corresponde à posição de Branca Edmée, propõe-se para o pleno êxito da obra do Instituto para a Alta Cultura:

a) — Alargamento e organização dos quadros docentes universitários de Física e de Química, por forma a facilitar um acesso normal aos lugares superiores, ou a concessão duma justa compensação em aumentos de vencimentos por diuturnidades de serviço;

b) — Melhoria de vencimentos das categorias docentes inferiores por forma a tornar o seu exercício ocupação profissional suficiente, sem necessidade de recurso a acumulação com outras actividades;

c) — Estabelecimento da categoria de docente «full-time» com remuneração compensadora;

d) — Criação de lugares de investigadores, nos grupos de Física e de Química das Faculdades de Ciências, cujo número e provimento se faria tendo em vista a vantagem de aproveitar méritos individuais reconhecidos e a justiça de recompensar actividades úteis, não só de indivíduos com cargos docentes, mas também dos indivíduos que não tenham situação conveniente nos quadros docentes universitários ;

e) — Limitação do tempo de serviço lectivo dos docentes «full-time», por forma a não prejudicar os seus trabalhos de investigação;

f) — Fornecimento ao Instituto para a Alta Cultura dos meios necessários para um progressivo aumento das bolsas de estudo no País, a-fim-de gradualmente se crear uma actividade científica, pròpriamente nacional, que permita reformar o serviço de bolseiros no estrangeiro e dar-lhe uma regulamentação que tenha mais por objectivo a manutenção de relações com os meios de grande cultura, tendo em vista segura informação do movimento científico mundial, do que a iniciação e a aquisição das técnicas de carácter científico." (RCPA,1939,1-4:61)

Em 29 de abril do mesmo ano, Achilles Machado relatou ter a direcção da Sociedade entregue a apresentação anterior *"ao Senhor Presidente do Conselho e ao Ministro da Educação Nacional, tendo sido acolhida com muito interesse"*, e que a mesma foi *"depois enviada às pessoas a quem o assunto poderia interessar"* (RCPA,1939,1-4:62).

Nestes anos, Branca Edmée Marques foi quase sempre a única presença feminina nas reuniões da Sociedade.

Em conclusão:

Branca Edmée Marques, ao retomar o seu lugar de docente na Faculdade de Ciências, reingressa na Sociedade Portuguesa de Química e Física e assume um lugar ativo na comunidade científica de então.

## 5.5 Conclusão

Após terminar o estágio no Institut du Radium, Branca Edmée Marques retoma o seu lugar de Assistente da Faculdade de Ciências de Lisboa, com o cargo de Encarregada de Curso.

Mantém os seus contactos com Paris - nomeadamente com Mlle Chamié com quem acaba por ser coautora de duas publicações nos *Comptes Rendus* -, sendo, também, solicitada por entidades internacionais.

Já nos tempos em que esteve em Paris projetava um Laboratório de Radioquímica, que acabou por concretizar na Faculdade de Ciências, tendo como patrocinadores o Diretor da Faculdade, Dr. Victor Hugo de Lemos, e o Diretor da secção de Ciências Físico-Químicas, Dr. Pereira Forjaz.

De regresso a Portugal, "*vinha tão impregnada*" do ritmo de trabalho frenético que existia no Institut du Radium de Paris, onde, na altura se vivia um "*ambiente verdadeiramente científico*" que procurou, tal como outros bolseiros, recriar a atmosfera científica que viveu em Paris.

Foi em 1938 que começou a funcionar o Laboratório de Radioquímica, contribuindo para acrescentar a investigação científica ao ensino da Química, como é referido em (Janeira, 1998).

Foi membro ativo da Sociedade Portuguesa de Química e Física partilhando, com outros cientistas, as dificuldades que as condições do País não permitiam superar, quando se pretendia fazer investigação em ciência pura.

## 6. Conclusão

A *RCPA* é fundada quando os químicos portugueses sentiram a necessidade de se atualizarem, nomeadamente respondendo às alterações curriculares do ensino superior dos então Politécnicos e, simultaneamente, divulgarem os resultados que obtinham, inclusive no seu trabalho nos laboratórios que iam emergindo, quer públicos quer privados. A *RCPA* manifesta a importância de todos os trabalhos dos químicos em Portugal, mesmo que de pequeno fôlego.

Nas décadas de 20 e de 30 do século XX encontra-se, na *RCPA*, a colaboração de químicos de Lisboa, Porto e Coimbra, maioritariamente associados ao ensino universitário, havendo também textos da autoria de químicos ligados aos laboratórios, embora em menor número.

A Sociedade Portuguesa de Química e Física, de que a *RCPA* é o órgão científico oficial, tem papel importante na dinamização da atividade desenvolvida, já que organiza sessões científicas, possibilitando a comunicação de experiências e conclusões, que posteriormente são alvo de publicação.

Conquanto apareçam parcerias, elas são poucas e muito restritas, o trabalho de equipa não estava verdadeiramente instalado. É Kurt Jacobsohn, Professor na Faculdade de Ciências, quem mais diversifica estas parcerias para um mesmo tema.

As intervenções de químicos estrangeiros são esporádicas e muitas vezes desfasadas no tempo. Os grandes temas da época eram abordados muitas vezes em pequenas notícias ou na divulgação de bibliografia onde apareciam os nomes de autores mais atuais. Dava-se, no entanto, relevo às participações de portugueses em congressos e conferências internacionais, e eram publicados trabalhos realizados em estágios ou a propósito de visitas de estudo ao estrangeiro, onde os químicos nacionais procuravam desenvolver capacidades e atualizar-se.

Apesar da diversidade de temas abordados, a química associada às aplicações práticas sobressai. A química toxicológica parece ter um papel importante, na atividade dos químicos divulgada na *RCPA*, quer associada à química farmacêutica, quer associada à química forense. É, contudo, no âmbito da química analítica que mais se publica. A análise de água é o tema mais abordado, denotando-se uma preocupação com a higiene e a saúde pública bem como com a possibilidade de uma atuação terapêutica. A química industrial parece ser um capítulo emergente na década de 30.

A radioatividade não tinha passado despercebida em Portugal, apesar dos cientistas portugueses apenas apresentarem resultados de investigações realizadas no exterior. Lecionava-se o tema no ensino superior, nomeadamente no Instituto Superior Técnico, sendo divulgados os conteúdos das respetivas lições.

Em 1907, era denunciada na *RCPA* a falta de condições, designadamente equipamentos para realizar as análises necessárias, em particular à radioatividade das águas minerais, aspirando-se atingir as condições que os laboratórios no estrangeiro possuíam. Em 1910, após trabalhar no Laboratório Curie, Oliveira Pinto já utilizava um aparelho de M. Danne, do Laboratório Curie, para as determinações dos níveis de radioatividade das águas; posteriormente outros investigadores recorreram a outros aparelhos de medição. Nos resultados das análises apresentados, eram feitas considerações sobre o carácter terapêutico das águas radioativas. A Oliveira Pinto podem-se juntar, neste tipo de determinação, quase todos os químicos que trabalharam na altura em radioatividade, como António Pereira Forjaz e Francisco de Souza Nazareth. Este último também tem um papel importante na divulgação e compreensão do funcionamento dos aparelhos de medida. Giovanni Costanzo, além das análises de águas, dedica-se à análise de minerais mas também à lecionação de cursos sobre o tema.

Em Portugal não havia nenhum laboratório dedicado à radioatividade, pelo que não havia as condições necessárias para a investigação neste campo da ciência, nem em termos de espaços e equipamentos, nem em termos das condições pecuniárias dos estudiosos. Para ultrapassar estas carências, alguns investigadores recorriam a bolsas da JEN para realizar estágios no estrangeiro sobre o tema, frequentemente no Institut du Radium de Paris.

No Institut du Radium de Paris além da investigação em ciência pura, também se estabeleciam compromissos com o desenvolvimento dos processos

industriais bem como se manifestava a preocupação com as aplicações médicas e biológicas.

Na evolução dos conhecimentos sobre radioatividade foi preponderante a investigação de Mme Curie. Os primeiros passos da investigação desta cientista tornaram-se nas primeiras etapas a cumprir nestes estudos: aprendizagem e domínio dos instrumentos associados à radioatividade. O trabalho requerido é sistemático, metuculoso e absorvente, e tem de ser executado com rigor e precisão. Os métodos da química analítica são indispensáveis para a extração/isolamento das substâncias radioativas e os métodos físicos, nomeadamente os eletrométricos, são utilizados para estudar e identificar estas substâncias.

No Laboratório Curie cruzavam-se colaboradores, cientistas e técnicos de diversas nacionalidades; era procurado para estágios e atualizações. Branca Edmée Marques é uma bolsista da JEN que vai usufruir da disponibilidade que aquele laboratório mostrava para receber investigadores, dos mais experientes aos mais inexperientes.

A bolsa da JEN é atribuída a Branca Edmée, atendendo ao seu plano de trabalho. Compromete-se a cumprir o plano estabelecido, a elaborar um relatório trimestral e a exercer, após o seu regresso, durante 5 anos, as funções, remuneradas, de que é titular no ramo de conhecimento a que se vai dedicar. As relações com a JEN, na pessoa de Simões Rapôso, são cordiais. Além da correspondência institucional (avisos de receção e recibos das diversas mensalidades da bolsa, bem como relatórios trimestrais e Resumos de Atividade onde descreve a sua investigação) Branca Edmée escreve algumas cartas em que dá conta do modo como foi recebida e de como se instalou. A luta que enceta pelas diversas prorrogações da bolsa, de que usufrui, mostra a dificuldade em obter uma resposta positiva. A JEN denota a dificuldade orçamental com que se debate e a necessidade de concordância ministerial com as decisões tomadas. A Faculdade de Ciências, na pessoa do seu Diretor, apoia os diversos pedidos, facilitando a concessão das prorrogações.

O primeiro contacto que Branca Edmée Marques estabelece com o Institut du Radium não é suportado por qualquer declaração da Faculdade onde é Assistente ou pela instituição que a apoia. Branca Edmée alega pretender uma especialização em radioatividade, com interesse para o país de origem. O acesso ao estágio é-lhe garantido por ofício perante o curriculum que apresenta. É recebida

afavelmente por Mme Curie, que a encaminha para os primeiros trabalhos: a aprendizagem dos aparelhos e métodos utilizados em radioatividade. Depois, no laboratório, repara no seu trabalho, elogia a forma como o executa e as anotações e esquemas que faz. Mme Curie atribui-lhe uma investigação no âmbito da química do rádio, com o objetivo de precisar a noção de coeficiente de fracionamento e estabelecer uma lei matemática que reja a repartição do rádio, entre a fase líquida e a fase cristalina no fracionamento dos sais de bário radífero.

Enquanto bolseira, Branca Edmée tentou abordar os diversos aspetos do campo de estudos a que se dedicou para melhor corresponder às necessidades da investigação no seu país, após o regresso.

O Laboratório Curie facultou as condições que Branca Edmée necessitava para criar os aparelhos e preparar o espaço adequado às suas pesquisas, esta fez construir um novo aparelho, "aparelho de preparação de soluções saturadas, a temperaturas elevadas, com extração automática de amostras, sem variação da concentração de sal". O trabalho de Branca Edmée além de criativo é organizado. Reconhecendo-o, Mme Curie certificou-o e apoiou os diversos pedidos de prorrogação da bolsa, fazendo diversas apreciações à linha de investigação escolhida, que considerava adequada e com resultados interessantes.

Branca Edmée Marques cumpriu um plano de investigação demorado, de forma persistente, sistemática e rigorosa. Durante esta investigação submeteu quatro comunicações à Académie des Sciences de Paris com as conclusões a que faseadamente foi chegando. Simultaneamente apresenta também, através de Pereira Forjaz, na Academia de Ciências de Lisboa, uma comunicação.

Como resultado da sua pesquisa científica defende uma tese de doutoramento com êxito, obtendo o grau de "Doctorat d'Etat":

1. Propôs um novo método para a separação do rádio de um sal de bário radífero, o "método de separação do rádio por empobrecimento rápido em bário", para o qual fez um registo de patente.
2. Concluiu que a equação de Doerner e Hoskins é a lei geral que traduz o fenómeno de repartição do rádio entre a fase sólida e a fase líquida.
3. Concluiu que a distribuição do rádio nos cristais mistos de sais de bário radífero não é homogénea, a quantidade de rádio decresce do centro

para a periferia. A sua repartição faz-se, também, de acordo com a lei de Doerner e Hoskins.

De regresso a Portugal, Branca Edmée Marques retoma o seu lugar de Assistente na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa e na Sociedade Portuguesa de Química e Física, de que já era membro antes de ir para Paris. Ao chegar, não encontrou um ambiente "*verdadeiramente científico*" e, absorvida pelas diversas funções associadas ao ensino, acaba por ver reduzidas as hipóteses de uma investigação em ciência pura. Apesar disso, consegue ainda publicar alguns trabalhos em revistas estrangeiras. Na Faculdade de Ciências dedica-se à criação e implementação do Laboratório de Radioquímica, que consegue inaugurar em 1938, contribuindo para introduzir a investigação científica no ensino da Química.

A bolsa concedida pela JEN permitiu a Branca Edmée Marques a especialização científica em radioatividade como desejava, realizando um trabalho reconhecido na Universidade de Paris. Nas suas próprias palavras para a "Primeira Reunião de Técnicos Portugueses de Energia Nuclear":

"Que vantagens eu colhi nesse estágio subsidiado pelo Instituto de Alta Cultura, e, em parte, pelo próprio Instituto do Rádio de Paris! Quanto ensinamentos técnicos, e que amplos horizontes se me desvendaram, até sobre as futuras aplicações dos radionuclídeos, e sobre os novos processos de actuação!" (AHMUL,2733) (Anexo E).

Permitiu-lhe desenvolver uma investigação científica embora, como foi referido, quando do seu regresso, não tenha encontrado condições para continuar um desempenho com o mesmo destaque. Apesar de tudo, conseguiu criar um espaço de investigação novo, o primeiro laboratório de radioquímica em Portugal.



## 7. Bibliografia

### 7.1 Referências bibliográficas gerais

- ADLOFF, Jean-Pierre.; Kauffman, George B. (2005). Marguerite Perey (1909-1975): A Personal Retrospective Tribute on the 30th Anniversary of Her Death. *Chem. Educator* 10: 378-386.  
Disponível em: <http://www.perey.org/genealogy/MP%201.pdf>  
[Acedido em Dezembro 2011]
- AFONSO, J. C. (2010). Rádio. *Química Nova na Escola*, 32(1).  
Disponível em: [http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32\\_1/12-EQ-4909.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_1/12-EQ-4909.pdf)  
[Acedido em Dezembro 2011]
- André, João Paulo; Sá, André de (2011). Radioisótopos e sociedade: O legado de Marie Curie 100 anos depois. *QUÍMICA Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, 120(1): 31-37.
- BECQUEREL, H. (1896a). Sur les radiations émises par phosphorescence. *C. R.*, T. 122: 420-421.  
Disponível em: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb343481087/date>  
[Acedido em dezembro 2011]
- BECQUEREL, H. (1896b). Sur les radiations invisibles émises par les corps phosphorescents. *C. R.*, T.122: 501-503.  
Disponível em: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb343481087/date>  
[Acedido em dezembro 2011]
- BECQUEREL, H. (1896c). Sur quelques propriétés nouvelles des radiations invisibles émises par divers corps phosphorescents. *C. R.*, T. 122: 559-564.  
Disponível em: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb343481087/date>  
[Consultado em dezembro 2011]
- BOUDIA, S. (2001). *Marie Curie et son laboratoire Sciences et industrie de la radioactivité en France*. Paris, Éditions des archives contemporaines.

- BOUDIA, S. (2011). An Inspiring Laboratory Director: Marie Curie and Women in Science. *Chemistry International* 33(1): 12-15. Disponível em: <http://www.iupac.org/publications/ci/2011/3301/jan11.pdf> [Acedido em agosto 2012]
- CABRAL, J. M. P. (2011). *A radioactividade: contributos para a história da arte*. Lisboa, IST Press.
- CHOPPIN, G., J. O. Liljenzin, et al. (1995). *Radiochemistry and Nuclear Chemistry*. Oxford, Butterworth-Heinmann.
- CURIE, M. (1898a). Rayons émis par les composés de l'uranium et du thorium. *C. R.*, T. 126: 1101-1103.  
Disponível em: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb343481087/date> ou em: [http://www.academiesciences.fr/activite/archive/dossiers/Curie/Curie\\_pdf/C R1898\\_p1101.pdf](http://www.academiesciences.fr/activite/archive/dossiers/Curie/Curie_pdf/C R1898_p1101.pdf) [Acedido em dezembro 2011]
- CURIE, Marie; Curie, Pierre (1898b). Sur une substance nouvelle radioactive, contenue dans la pechblende. *C.R.* T.127: 175-178.  
Disponível em: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb343481087/date> [Acedido em dezembro 2011]
- CURIE, M.; Curie, Pierre ; Bémont, G. (1898c). Sur une nouvelle substance fortement radio-active contenue dans la pechblende. *C.R.*, T.127: 1215-1217.  
Disponível em: <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/cb343481087/date> [Acedido em dezembro 2011]
- CURIE, Pierre (1905). Pierre Curie - Nobel Lecture: Radioactive Substances, Especially Radium. *Nobelprize.org*. 18 Jul 2012  
[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1903/pierre-curie-lecture.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/pierre-curie-lecture.html) [Acedido em dezembro 2011]
- CURIE, Marie (1910a). *Traité de Radioactivité*. Paris, Gauthier-Villars. Disponível em:  
<http://docnum.ustrasbg.fr/cdm4/document.php?CISOROOT=/coll12&CISOPT R=64844> e em:  
<http://docnum.ustrasbg.fr/cdm4/document.php?CISOROOT=/coll12&CISOPT R=65399> [Acedido em dezembro 2011]
- CURIE, Marie (1910b). Dosage du radium par la mesure de l'émanation dégagée. *Radium* 7(3): 65-70 Disponível em:  
<http://dx.doi.org/10.1051/radium:019100070306500>. [Acedido em dezembro 2011]

- CURIE, Marie (1911). Marie Curie - Nobel Lecture. From *Nobel Lectures, Chemistry 1901-1921*, Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1966. Disponível em:  
[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/chemistry/laureates/1911/marie-curie-lecture.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/1911/marie-curie-lecture.html) [Acedido em dezembro 2011]
- CURIE, Maurice (1925). Le Radium et les Radio-éléments. In Guillet, L. (ed.) *Encyclopédie Minière et Métallurgique*. Paris: Librairie J.-B. Baillièrre et Fils, 118-131.
- CURIE, Marie (1931). Rapport sur l'activité de son Laboratoire pendant l'année scolaire 1930-1931
- CURIE, Marie (1932). Rapport sur l'activité de son Laboratoire pendant l'année scolaire 1931-1932
- CURIE, M. (1933). Rapport sur l'activité de son Laboratoire pendant l'année scolaire 1932-1933
- DANNE, J. (1904). *Le radium sa préparation et ses propriétés*. Paris: Ch. Béranger Editeur.  
Disponível em: <http://www.archive.org/details/leradiumsaprpara00dann> [Consultado em dezembro 2011]
- FERREIRA, M. A. B. A. M. (2001). Branca Edmée Marques (1899-1986) Uma pioneira da Ciência. In Simões, Ana (ed). *Memórias de professores cientistas Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1911-2001*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 50-57.
- FITAS, A.J.; Rodrigues, Marcial. A. E.; Nunes, M. Fátima (2008). *Filosofia e História da Ciência em Portugal no século XX*. Lisboa: Caleidoscópio.
- FITAS, A.J. (2008) As relações entre António Aniceto Ribeiro Monteiro e a Junta de Educação Nacional ou um bolseiro português na cidade de Paris (do Outono de 1931 à Primavera de 1936) *Boletim da SPM*. Número especial, Colóquio António Aniceto Monteiro: 89-127.
- FRIEDLANDER, G., J. W. Kennedy, et al. (1981). *Nuclear and radiochemistry*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- GIL, Bragança et al. (2011). A radioactividade em Portugal, *Travaux de Laboratoire*, Instituto Rocha Cabral, Tomo L, Vol.II, pp. 41-47, Lisboa.  
Disponível em <http://fisica-e-quimica-na-politecnica.org/03ARTIGOS/áreaTrabalhoARTIGOS.html>. [Acedido em junho 2012]
- HAM, D. (2003). Marie Sklodowska Curie: The Woman Who Opened the Nuclear Age. *21st Century - Science & Technology Magazine*. (Winter 2002-2003): 30 - 68.

Disponível em: [http://www.21stcenturysciencetech.com/articles/wint02-03/Marie\\_Curie.pdf](http://www.21stcenturysciencetech.com/articles/wint02-03/Marie_Curie.pdf)  
[Acedido em dezembro 2011]

GONÇALVES, R. (1998). Instituições: Os Laboratórios de Química in Janeira, A. L. et al (eds.). *Divórcio entre cabeça e mãos? Laboratórios de Química em Portugal (1772-1955)*. Lisboa: Escolar Editora, 11-18.

JANEIRA, Ana Luísa (1998). O Laboratório de Química da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (1911-1947): Organização do Espaço, Produção do Discurso, Sistema Epistémico in Janeira, A. L. et al (eds.). *Divórcio entre cabeça e mãos? Laboratórios de Química em Portugal (1772-1955)*. Lisboa: Escolar Editora, 143-150.

LEONARDO, A. J. F. (2011). *O Instituto de Coimbra e a evolução da Física e da Química em Portugal de 1852 a 1952*. Dissertação de doutoramento, Universidade de Coimbra. Disponível em <http://hdl.handle.net/10316/16388>  
[Acedido em julho 2012]

MARTINS, R. d. A. (sem data). *Do urânio ao rádio: os Curie e os novos elementos radioativos*.  
Disponível em: <http://www.ghc.usp.br/server/PDF/CURIE-2b.PDF>  
[Acedido em dezembro 2011]

Nobelprize.org (1901). Wilhelm Conrad Röntgen - Biography. *Nobelprize.org*.  
Disponível em:  
[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1901/rontgen.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1901/rontgen.html). [Acedido em dezembro 2011]

Nobelprize.org (1903). Henri Becquerel - Biography. *Nobelprize.org*. Disponível em:  
[http://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1903/becquerel.html](http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1903/becquerel.html). [Acedido em dezembro 2011]

POINCARÉ, L. (1896). Les Rayons Cathodiques et les Rayons Roentgen. *Revue Générale des Sciences Pure et Appliquée* t.7 52-59 Disponível em:  
<http://www.biodiversitylibrary.org/item/41769#page/62/mode/1up>  
[Acedido em julho 2012]

ROLLO, Maria Fernanda; Queirós, Maria Inês; Brandão, Tiago (2011). *Pensar e Mandar fazer Ciência. A criação da Junta de Educação Nacional e a política de organização científica do Estado Novo*. Ler história, 61: 105-145

ROMEIRAS, Francisco Malta; Leitão, Henrique (2012). Jesuítas e Ciência em Portugal I - António Oliveira Pinto S. J. e as primeiras experiências com Radioactividade em Portugal. *Brotéria* 174 9-20. Disponível em:  
[http://webpages.fc.ul.pt/~fmromeiras/Broteria /Artigos\\_files/Jesui%CC%81tas%20e%20Cie%CC%82ncia%20em%20Portugal\\_I.pdf](http://webpages.fc.ul.pt/~fmromeiras/Broteria /Artigos_files/Jesui%CC%81tas%20e%20Cie%CC%82ncia%20em%20Portugal_I.pdf)  
[Acedido em agosto 2012]

- SALGUEIRO, Lídia; Carvalho, Luísa (2001). Manuel Valadares (1904-1982) Facetas de uma personalidade: humana, científica e artística. *In* Simões, Ana (ed). *Memórias de professores cientistas Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 1911-2001*. Lisboa: Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 50-57.
- SANTIAGO, M. Raquel C. C. (2001). *Mário Silva - A obra de um Professor*. Dissertação de mestrado, Universidade de Évora.
- SERRA, Isabel (1998). A Professora Branca Edmée Marques e o Laboratório de Radioquímica da Faculdade de Ciências de Lisboa *in* Janeira, A. L. *et al* (eds.). *Divórcio entre cabeça e mãos? Laboratórios de Química em Portugal (1772-1955)*. Lisboa: Escolar Editora, 151-157.
- Sousa, Antónia de, (1986). Branca Edmée Marques, A primeira portuguesa catedrática de Ciências. *Diário de Notícias*.

## 7.2 Referências bibliográficas e Bibliografia de Branca Edmée Marques

- MARQUES, Branca Edmée (1932). *A água termal do Estoril: Contribuição para o seu estudo físico-químico, acompanhada duma breve notícia geo-hidrológica*. Lisboa: Separata do Arquivo da Universidade de Lisboa.
- MARQUES, Branca Edmée (1933a). Sur la répartition du radium dans la précipitation fractionnée du chlorure de baryum radifère. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, T.196: 1309-1322.
- MARQUES, Branca Edmée (1933b). Sur la cristallisation fractionnée du chlorure de baryum radifère. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, T.197: 1314-1315.
- MARQUES, Branca Edmée (1934a). Sur la distribution du radium dans les cristaux de bromure de baryum radifère. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, T.198: 819-821.
- MARQUES, Branca Edmée (1934b). La précipitation fractionnée du sulfate de baryum radifère. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, T.198: 1765-1767.

- MARQUES, Branca Edmée (1935). *Nouvelles recherches sur le fractionnement des sels de baryum radifère*. Paris: Presses Universitaires de France. Thèse, Série A, nº 1585.
- MARQUES, Branca Edmée (1936a). Contribution à l'Étude du Fractionnement des Sels de Baryum Radifère. *J. Chim. Phys.*, 33 : 1-40
- MARQUES, Branca Edmée (1936b). Distribution du radium dans les cristaux des sels de baryum radifère. *J. Chim. Phys.*, 33: 219-225.
- MARQUES, Branca Edmée (1936c). Nouvelle méthode de séparation du radium par appauvrissement rapide en baryum. *J. de Chim. Phys.*, 33: 306-312.
- MARQUES, Branca Edmée, Chamié, C. (1939). Sur une Propriété des Radiocolloids. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, T.209: 877-879.
- Marques, Branca Edmée; Forjaz, António P.; Jacobsohn, Kurt (1940). As cadeiras de química na Faculdade de Ciências de Lisboa. Os obreiros actuais. *In Discursos e Comunicações ao Congresso da História da Actividade Científica Portuguesa* (VIII Congresso). Congresso do Mundo Português, Vol. XII Tomo I, II Secção - 1ª parte: 340.
- MARQUES, Branca Edmée (1946a). Subsídios para o conhecimento de novos compostos de polónio. Porto
- MARQUES, Branca Edmée; Mendes, Francisco (1946b). Sobre as propriedades radioactivas de alguns minerais da Colónia de Moçambique. *Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa*, nº 14: 183-184.
- MARQUES, Branca Edmée (1947). Contribuição analítica sobre os calcários de Bissau. Lisboa: Actas da 2ª Conferência Internacional dos Africanistas Ocidentais, Reunidas em Bissau: 25-26.
- MARQUES, Branca Edmée (1948). Comportamento coloidal do polónio em meio ácido. Lisboa: Dissertação de concurso para Prof. Agregado do grupo de Química da Faculdade de Ciências de Lisboa. Lisboa.
- MARQUES, Branca Edmée; Chamié, C. ; Faraggi, H. (1949a). Sur les Activités en Profondeur de l'Argent Irradié par Deutons. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, T.229: 358-360.
- MARQUES, Branca Edmée (1949b). *Curriculum vitae*. Lisboa

- MARQUES, Branca Edmée (1950a). Novos dados sobre o comportamento do polónio em meio ácido. *Revista de Química Pura e Aplicada*, 33 (IV Série, Ano I): 123-147
- MARQUES, Branca Edmée (1950b). *Permutas isotópicas: iodo-iodeto*. Lisboa: Actas do 13º Congresso das Ciências: 91-100.
- MARQUES, Branca Edmée (1950c). Contribuição analítica sobre os calcários de Bissau. *In: Conferência Internacional dos africanistas ocidentais: 2ª Conferência. Bissau, 1947*. Lisboa: Actas da 2ª Conferência Internacional dos Africanistas Ocidentais: I: 25-26.
- MARQUES, Branca Edmée; Preto, R. Valadas (1951). Iodine 131 in diagnosis and therapy in *Radioisotope Techniques*, vol.1. Oxford: Alden Press, 40.
- MARQUES, Branca Edmée (1952). Os actínídeos e uma pesquisa de neptúnio e de plutónio na pechblenda da Urgeiriça. *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 1(1): 203-224.
- MARQUES, Branca Edmée (1954) - *Curriculum vitae*. Lisboa
- MARQUES, Branca Edmée (1956) - Separação de elementos químicos. *Las Ciencias*, 21(3): 405-411.
- MARQUES, Branca Edmée; Grade, M. Regina . (1957) *Separação cromatográfica do ferro, titânio, zircónio e háfnio*. Lisboa: Departamento de Química da FCUL.
- MARQUES, Branca Edmée; Grade, Maria Regina; Viana, César Nunes (1961) - Evolução da radioactividade da água de algumas chuvas: quarta informação sobre as precipitações atmosféricas. *Revista Portuguesa de Química*, 3(1): 9-30.
- MARQUES, Branca Edmée; Grade, Maria Regina; Viana, César Nunes (1962). Influência das explosões nucleares de Setembro de 1961 sobre a radioactividade da água das chuvas, na região de Lisboa. Lisboa *in Publicações do 26º Congresso Luso-Espanhol, Porto, 22-26 de Junho de 1962*, tomo II.
- MARQUES, Branca Edmée (1963). Marie Sklodowska Curie : grandes lições dadas pela história da sua vida (1867-1934). *Ciência*, nº 1 (Nova série): 29-34.
- MARQUES, Branca Edmée; Simões, Maria de Lourdes S. (1964). Estudos espectrofotométricos sobre a identificação de cloro-complexos de ruténio III. *Revista Portuguesa de Química*, 6(1): 29-33.
- MARQUES, Branca Edmée (1966) - *Curriculum vitae*. Lisboa

- MARQUES, Branca Edmée; Grade, Maria Regina Sales (1970). Poluição radioactiva nas águas naturais. *Revista Portuguesa de Química*, 12(3): 140-147.
- MARQUES, Branca Edmée; Abreu, F. M.; Grade, M. R. Sales (1971). Limite de detection du calcium par photométrie de flamme in *3rd International Congress of Atomic Absorption and Atomic Fluorescent Spectrometry*, Paris 1971: 125-137.
- MARQUES, Branca Edmée; Martins, H. M. Andrade; Grade, M. R. Sales; Ladeiro, F. A. (1974a). Equilíbrios em sistemas heterogéneos: extracção do  $^{137}\text{Cs}$  pelo tetrafenilborato de sódio em acetato de isoamilo. *Revista portuguesa de química*, 16(2) 72-75.
- MARQUES, Branca Edmée; Almeida, Joaquim Franco; Grade, Maria Regina S. Sales (1974b). Estabilização do ácido Beta-Silicomolíbico pelo álcool Butílico Terciário : aplicação ao doseamento do silício. *Revista Portuguesa de Química*, 16(2): 76-79.
- MARQUES, Branca Edmée; Grade, M. Regina Sales; Ribeiro, Fernando Ramoa (1978a). Distribuição de iões  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Sr}^{2+}$  em sistemas heterogéneos sólido-líquido. *Revista Portuguesa de Química*, 20 (2): 96-105.
- MARQUES, Branca Edmée; Elias, Anselmo M.; Grade, M. R. Sales (1978b). Absorção da radiação ( $E_{\text{max}}=0,662\text{ MeV}$ ) em líquidos orgânicos. *Revista portuguesa de química*, 20(3-4): 138-142.
- MARQUES, Branca Edmée (sem data). A Poluição Radioactiva no Oceano Atlântico Norte até 90 milhas da costa de Portugal, n. 63 (reproduzido em rex-rotary).
- MARQUES, Branca Edmée (sem data). *Algumas notas recordativas*, manuscrito autobiográfico (incompleto), Espólio Científico de Branca Edmée Marques, Biblioteca Central, FCUL.
- MARQUES, Branca Edmée. Espólio Científico de Branca Edmée Marques, Biblioteca Central, FCUL.
- MARQUES, Branca Edmée. Espólio de Branca Edmée Marques, Arquivo Histórico dos Museus da Universidade de Lisboa.

### 7.3 Fontes e Revistas consultadas

Atas do Conselho Escolar da FCUL, livros n.º 6 e n.º 7. Disponível em <http://www.ciuhct.com/index.php/pt/textos-online.html>

Atas da Comissão Executiva da Junta de Educação Nacional (1929-1935)

*Instituto, O.*

Disponível em <http://www.uc.pt/bguc/BibliotecaGeral/InstitutoCoimbra/EdDigital>,  
[Acedido em julho 2012]

Processo n.º 223, de Branca Edmée Marques, Arquivo do Instituto de Alta Cultura.

Processo n.º 644, de Branca Edmée Marques, Arquivo Instituto de Alta Cultura.

Rapport sur l'activité du Laboratoire Curie pendant l'année scolaire, 1930 a 1934.

*Revista de Chimica Pura e Applicada.*

Disponível em <http://www.spq.pt/>  
[Acedido em Junho 2012]



## 8. Anexos

Nestes Anexos apresenta-se um quadro que complementa o capítulo 2, nomeadamente os subcapítulos 2.3, 2.4 e 2.5. Incluem-se, também, cópias de alguns documentos dos processos de Branca Edmée Marques arquivados no Instituto Camões, as publicações da sua autoria nos *Comptes Rendus da Académie des Sciences de Paris*, da época em que foi bolseira, bem como cópias de documentos do seu espólio, quer do arquivado na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, quer do arquivado no Arquivo Histórico dos Museus da Universidade de Lisboa.

Anexo A - Quadro resumo das publicações, na *RCPA*, de químicos portugueses, ou a trabalhar em Portugal, entre 1919 e 1940;

Anexo B - Documentos do processo de Branca Edmée Marques no Instituto Camões;

Anexo C - Documentos do espólio científico de Branca Edmée Marques arquivado na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa;

Anexo D - Publicações nos *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris* (1931 a 1935);

Anexo E - Documentos do espólio de Branca Edmée Marques no Arquivo Histórico dos Museus da Universidade de Lisboa.



Anexo A - Quadro resumo das publicações, na *RCPA*, de químicos portugueses, ou estrangeiros a trabalhar em Portugal, entre 1919 e 1940.

Quadro resumo das publicações na *RCPA*, inicialmente qualificadas como "Comunicações e Memórias Científicas", entre 1919 e 1940, de químicos portugueses ou que, sendo estrangeiros, trabalhavam em Portugal, em VI partes.

Faz-se uma classificação dos conteúdos dos artigos em Química (Q.), por categorias: Análise de Águas, Bioquímica, Catálise, Mineralogia, Q. Alimentar, Q. Analítica, Q. Farmacêutica, Q. Fisiológica, Q. Forense, Q. Industrial, Q. Orgânica, Q. Toxicologia, Química-Física, Termodinâmica e Radioatividade, esta última é evidenciada a cinza. Não se pretende uma classificação exaustiva, mas apenas permitir uma visão geral da Química em Portugal naqueles anos. Deixa-se de parte homenagens, temas da Física e textos de cariz histórico-biográficos.



Parte I

<b>Autor</b>	<b>Ano, fascículo</b>	<b>Título</b>	<b>Categoria</b>
<b>Aguiar, Alberto de</b>	1919,5-9	Le fluor dans les eaux minérales de Portugal et d'Espagne	Análise de água
	1924,1-3	Programa do curso de química fisiológica (1923-1924)	Programa
	1924,4-6	Variantes da concentração urinária normal e patológica	Q. Fisiológica
	1924,7-12	Reacções subsidiárias do Reagente de Tanret na pesquisa da albumina urinária	Q. Fisiológica
	1925,1-12	As análises das águas do Gerez por Souza Reis e Emílio Dias	Análise de água
	1924,7-12	Notas analíticas - I Sobre vinho voltado - II Sobre pesquisa de pigmentos biliares na urina - III Meta (álcool sólido)	Q. Analítica
	1934,1-4	Contribuição ao estudo da hidro-mineralogia medicinal de Angola	Análise de água
<b>Aguiar, António Augusto de</b>	1920,1-4	Leite de consumo em Lisboa em 1877	Q. Analítica
<b>Albuquerque, Mateus d'</b>	1919,5-9	A afinidade residual	Química -Física
<b>Azevedo, Ayres de</b>	1939,1-4	Acêrca da falsificação dum vinho por corante estranho	Q. Analítica, Forense
<b>Basto, Alvaro</b>	1919,10-12	Relatório da Análise química do conteúdo de umas empôlas de «cianeto de mercúrio»	Q. Analítica
<b>Basto, Egas F. Pinto</b>	1920,1-4	Contribuição para o estudo das salinas de Aveiro	Q. Analítica
	1925,1-12	Retrogradação do ácido fosfórico nos adubos compostos	Q. Analítica, Industrial
	1925,1-12	Extracção do óleo dos bagaços de azeitona	Q. Analítica, Industrial
	1930,1-2	Análise de uma rocha niquelífera	Mineralogia
<b>Beyer, A.</b>	1936,2	As possibilidades da indústria química em Portugal	Q. Industrial
<b>Brandão, V. Sousa</b>	1919,5-9	Exame de algumas rochas das vizinhanças da Nascente de águas termais de Valadares do Minho (Monção)	Mineralogia
<b>Carvalho, Abel de</b>	1931,3-4	Huiles et Conserves de poissons	Q. Analítica
	1933,1-4	Aguamento dos leites	Q. Analítica, Alimentar
<b>Carvalho, A. Herculano</b>	1930,3-4	Sôbre o açúcar de alfarroba	Q. Analítica
	1936,2	O doseamento do flúor - Aplicações a águas minerais portuguesas	Análise de águas
<b>Correia, L. R. de Almeida</b>	1931,3-4	Guerra Química	Q. Toxicológica
<b>Correia da Silva, A. C.</b>	1936,2	O valor higiénico do leite e a sua determinação pela análise química	Q. Analítica, Alimentar

Parte II

<b>Autor</b>	<b>Ano, fascículo</b>	<b>Título</b>	<b>Categoria</b>
<b>Costa, R. G.</b> Couceiro da	1920, 5-12	Investigação toxicológica de estricnina em um vinho suspeito	Q. Analítica, Toxicologia
	1925, 1-12	Aplicação da Termodinâmica ao estudo da destilação e cristalização fraccionadas	Termodinâmica
	1930,1-2	Estudo teórico da extracção e teoria da lavagem	Q. Analítica
<b>Costanzo, Giovanni</b>	1919,5-9 1919, 10-12 1920,1-4 1920,5-12	Notas das lições de Radioactividade dadas no Instituto Superior Técnico de Lisboa	Radioactividade
	1928,2	O rádio nos granitos de Portugal	Radioactividade e Mineralogia
	1931,1	O rádio nos minerais e nas rochas de Portugal	Radioactividade e Mineralogia
	1931,3-4	A radioactividade e a estrutura do átomo	Radioactividade
<b>Dias, Emílio</b>	1919,1-4	Indigo ou anil, a sua extracção em terrenos d'Africa	Q. Analítica
	1929,2	As análises de água do Gerez por Sousa Reis e Emílio Dias	Q. Analítica
<b>Dinis, Raimunda Alves</b>	1930,3-4	Ensaio da água oxigenada oficial	Q. Analítica
<b>Dionísio, J. Roiz</b>	1936,2	O valor higiénico do leite e a sua determinação pela análise química	Q. analítica
<b>Ferreira da Silva, Alberto</b>	1920,5-12	O azotato de sódio e os adubos azotados sintéticos	Q. Analítica, Industrial
	1930,3-4	Sobre o doseamento de ácido fosfórico	Q. Analítica, Industrial
<b>Ferreira da Silva, A. J.</b>	1919,1-4	Notas sobre Flúor	Toxicologia
	1919,5-9	As águas dos poços do Porto	Análise de águas
	1919,5-9	A apreciação rápida da origem das águas minerais	Análise de águas
	1919,5-9	Le fluor dans les eaux minérales de Portugal et d'Espagne	Análise de águas
	1920, 5-12	Investigação toxicológica de estricnina em um vinho suspeito	Q. Analítica, Toxicologia
	1920, 5-12	Resumo de um caso médico-legal	Q. Analítica, Toxicologia
<b>Ferro, Manuel Rodrigues</b>	1920,1-4	Fenómenos de biorredução	Bioquímica

Parte III

<b>Autor</b>	<b>Ano, fascículo</b>	<b>Título</b>	<b>Categoria</b>
<b>Forjaz, Pereira</b> A.	1919,10-12	Nascente de Portugal - Agua da Felgueira	Análise de águas, Radioatividade
	1928,1	Taxonomia hidrológica. Determinação da radioactividade das águas das nascentes de Tôrre e de Casas Novas (Entre Rios)	Análise de águas, Radioatividade
	1928,2	Hidrologia Portuguesa	Análise de águas, Radioatividade
	1928,2	A água do Gerez e a sua mineralização secundária (A risca 6103,8 do lítio, e as dúvidas que suscitou)	Análise de águas
	1928,4	La chimie colloïdale et les nouveaux horizons qu'elle ouvre à la thérapeutique	Química-Física
	1929,2	Sôbre a composição química das águas de Cambres	Análise de águas
	1929,3	Determinação da radioactividade das águas de Monção - Constantes físico-químicas	Análise de águas, Radioatividade
	1930,1-2	O método fluoroscópio de análise e os azeites de Portugal	Q. Analítica
	1930,3-4	Recherches sur les procédés Muntz	Catálise, Q. Industrial
	1931,1	Constantes físico-químicas e radioactividade da água das Corgas	Análise de águas, Radioatividade
	1931,3-4	A técnica interferométrica aplicada a uma água mineral portuguesa	Q. Analítica, Análise de águas
	1933,1-4	A fluoroscopia do tabaco	Q. Analítica, Química-Física
	1935,3	Contribuição para o estudo da cinética química electromagnética	Catálise
<b>Gouveia, A. J. de Andrade</b>	1930,1-2	Identificação de pequenas quantidades de níquel e crómio pela observação das riscas mais sensíveis do espectro destes elementos.	Q. Analítica
	1930,1-2	Dosagem do magnésio numa rocha de Miranda do corvo	Mineralogia
<b>Jesus, Amílcar Mário de</b>	1931,1	Composição química da litiofilite de Mangualde	Mineralogia
	1932,3-4	Notas sobre a análise química das rochas eruptivas	Mineralogia

Parte IV

<b>Autor</b>	<b>Ano, fascículo</b>	<b>Título</b>	<b>Categoria</b>
<b>Jacobsohn,</b> Kurt P.	1934,1-4	Sobre uma recção reversível de natureza enzimática	Q. Fisiológica, Bioquímica
	1936,4	Novas sínteses bioquímicas de ácidos minados	Bioquímica
	1939,1-4	Nota sobre a hidratação enzimática do ácido aconítico	Bioquímica
<b>Laroze,</b> Armando	1928,2	O doseamento da glucose urinária pelo processo Causse-Bonnans	Q. Analítica, Fisiológica
	1928,3	O magnésio nas águas do Porto	Análise de água
	1930,3-4	Um novo processo de esterilização das águas	Q. Analítica, Fisiológica
	1931,2	O exame químico das águas residuais	Análise de águas
	1932,1-2	Uma causa de erro na determinação da ureia sanguínea pelo hipobromito de sódio, segundo a técnica Moog	Q. Analítica e Fisiológica
	1935,1	O ácido carbónico agressivo nas águas do Porto	Análise de águas
	1936,3	Sobre a composição química das águas do esgoto	Análise de águas
<b>Lemos,</b> Américo Viana de	1928,4	Análise de soluções de cianeto de mercúrio	Q. Analítica
	1930,1-2	Acidez rial de algumas cervejas portuguesas	Q. Analítica
<b>Lepierre,</b> Charles	1930,3-4	Notas de tecnologia Química	Tecnologia Q.
	1931,3-4	Huiles et Conserves de poissons	Q. Analítica, Industrial
	1933,1-4	Elementos químicos considerados raros e suas aplicações	Q. Analítica
	1933,1-4	Contribution à l'étude des minerais d'uranium-radium portugais	Radioatividade Mineralogia, Industrial
	1935,2	Determinação de diminutas quantidades de brometos em presença de grande excesso de cloretos	Q. Analítica, Industrial
	1935,4	Huiles de Sardine	Q. Analítica, Alimentar, Industrial
	1936,2	Considerações acerca de análises de sardinhas frescas - Água e gordura	Q. Analítica, Alimentar, Industrial

Parte V

<b>Autor</b>	<b>Ano, fascículo</b>	<b>Título</b>	<b>Categoria</b>
<b>Machado,</b> Achiles	1919,1-4	Notas químicas	Q. Analítica
	1919,10-12	Nascentes de Portugal - Água da Felgueira	Análise de águas, Radioatividade
	1920,1-4	Aplicação da ponte de Wheatstone ao estudo da marcha da hidrólise da ureia pela urease da soja hispida	Q. Analítica
	1928,3	Constituição da substância que se forma na acção do aldeído fórmico sobre o sulfidrato de amónio	Q. Analítica
<b>Mastrum,</b> Hugo	1937,2	A árvore acetilénica	Q. Orgânica
<b>Milheiro,</b> Elísio	1928,2 1928,3 1929,1	O azoto aminado do sangue humano (Determinação quantitativa do azoto aminado do sangue)	Q. Analítica, Fisiológica
	1931,3-4	Origem do amoníaco urinário	Q. Fisiológica
	1935,4	O amoníaco urinário - II - Variações fisiológicas e acidentais ou experimentais	Q. Fisiológica
	1938,1-4	Subsídios para o estudo da massa do pão de milho	Q. Analítica, Industrial, Alimentar
<b>Pereira,</b> A. Cardoso	1919,5-9	Três experiências de curso	Q. Analítica, Toxicológica
	1929,1	Nota sobre a investigação químico-forense da morfina	Q. Forense, Toxicológica
	1931,1	Sobre a catálise (38 experiências de curso)	Catálise
	1940,1-4	Parecer sobre os resultados obtidos pela análise química em 24 amostras de águas	Análise de águas
<b>Pereira,</b> A. S. Cardoso	1929,3	Notas químico-farmacêuticas. I - O ácido diiodo-estearólico	Q. Farmacêutica
	1920,1-4	O rádio	Radioatividade
	1930,1-2	Notas químico-farmacêuticas. II - O ácido acetilsalicílico	Q. Farmacêutica
<b>Rego,</b> Holtremann	1919,1-4	Sobre a fórmula de Fleischmann	Q. Analítica
	1925,1-12	Sobre a actual fiscalização dos leites	Q. Analítica
<b>Rodrigues,</b> Alberto Leite	1936,2	A indústria química nas colónias - Elementos colhidos no cruzeiro de férias	Q. Industrial
	1936,3	As determinações do pH na indústria do açúcar de cana	Q. Analítica, Industrial
<b>Salgado,</b> José Pereira	1929,4	O IX Congresso de Química Industrial	Q. Industrial

Parte VI

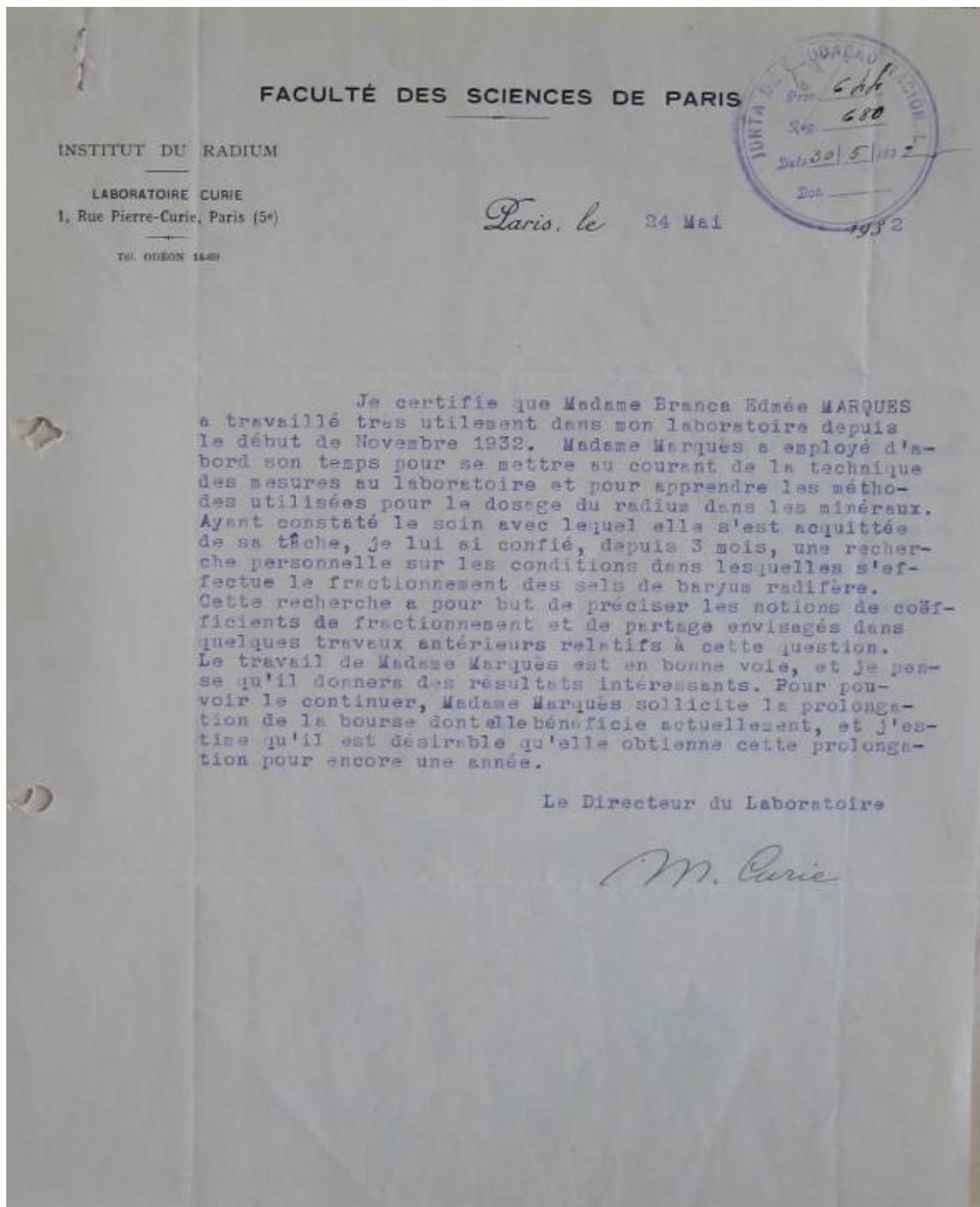
<b>Autor</b>	<b>Ano, fascículo</b>	<b>Título</b>	<b>Categoria</b>
<b>Serrano,</b> Henrique	1936,1	O XV Congresso de Química Industrial	Q. Industrial
<b>Soares,</b> Manoel	1936,4	Novas sínteses bioquímicas de ácidos minados	Bioquímica
	1937,1	Sobre a pesquisa de vários metais com um único reagente	Q. Analítica
<b>Tavares,</b> Acácio da Silva	1935,2	Técnica de determinação e distribuição do cloro no sangue	Q. Analítica, Fisiológica
	1937,1	Relações entre o cloro sanguíneo determinado pelos métodos de Laudat e de Mohr	Q. Analítica, Fisiológica
<b>Tapadinhas,</b> João	1939,1-4	Nota sobre a hidratação enzimática do ácido aconítico	Bioquímica
<b>Valadares,</b> Manuel	1934,1-4	Mecanismos de emissão gama	Radioatividade
	1934,1-4	Spectrographie par diffraction cristalline des rayons «Gama» et «X» de la famille du thorium	Radioatividade
	1934,1-4	Spectrographie par diffraction cristalline des rayons «Gama» et «X» de la famille du radium	Radioatividade

Anexo B - Documentos do processo de Branca Edmée  
Marques no Instituto Camões

(AIC.0407.05.000.00).

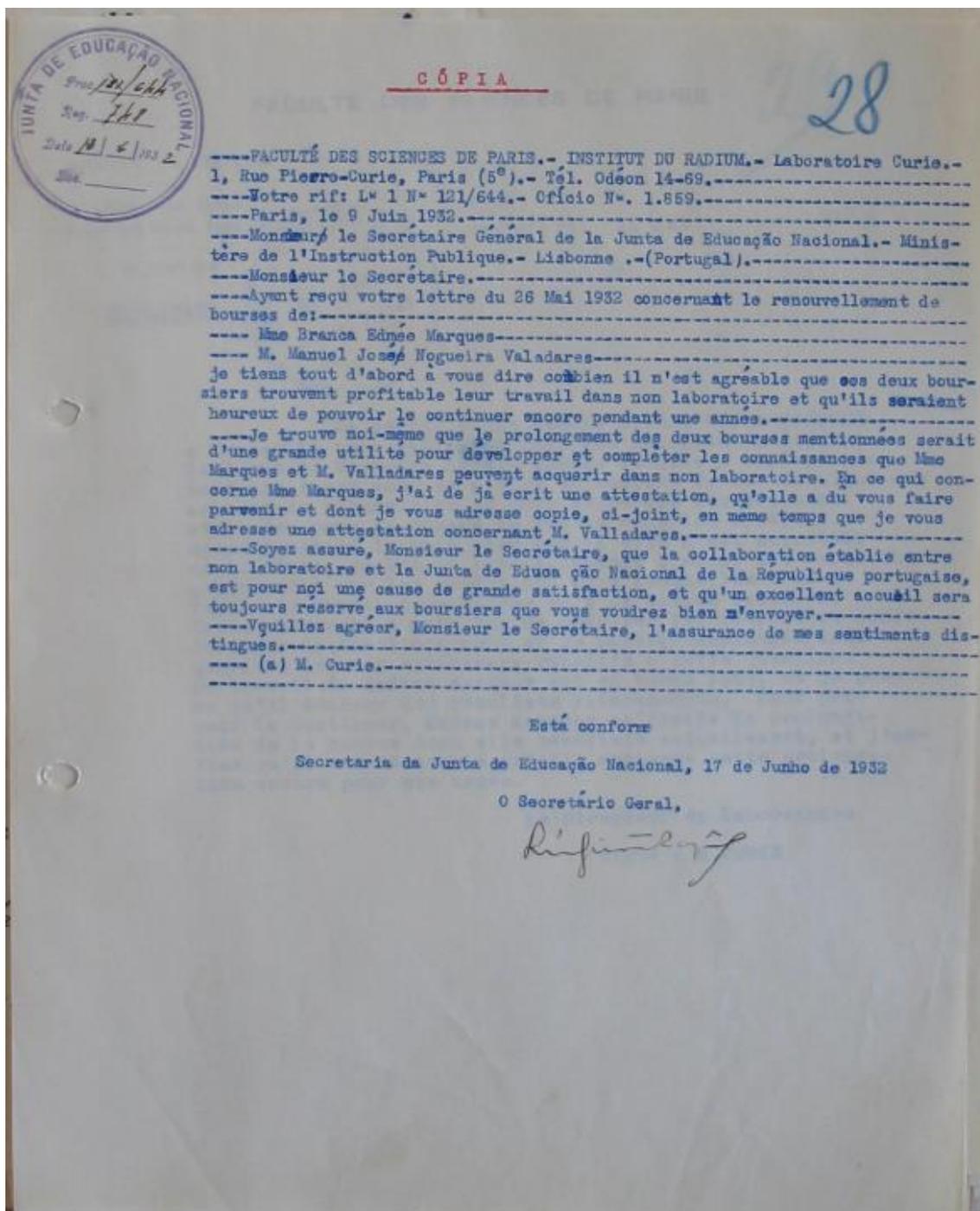


(AIC.0407.05.024.02)



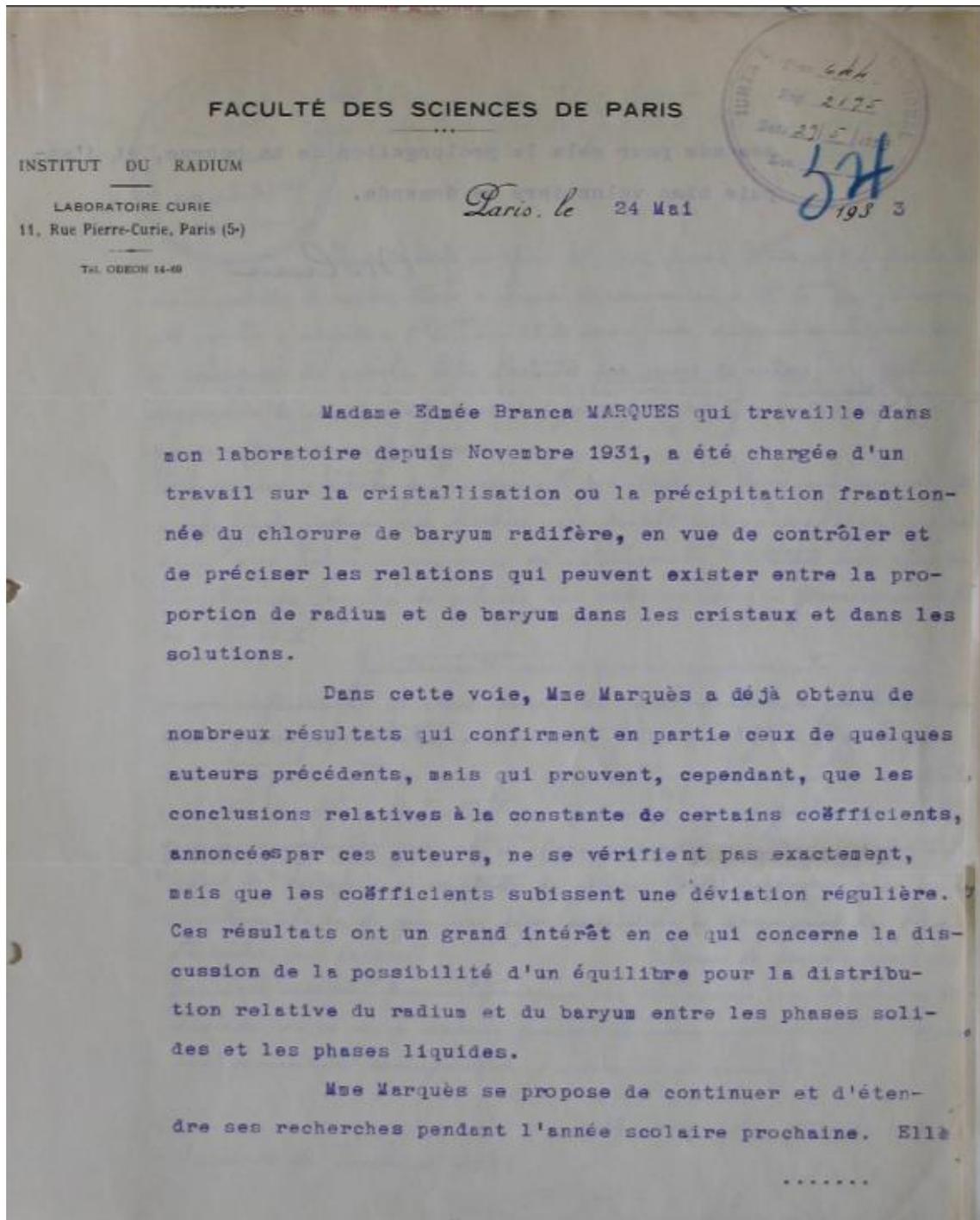


(AIC.0407.05.028.01)





(AIC.0407.05.054.01)



(AIC.0407.05.054.02)

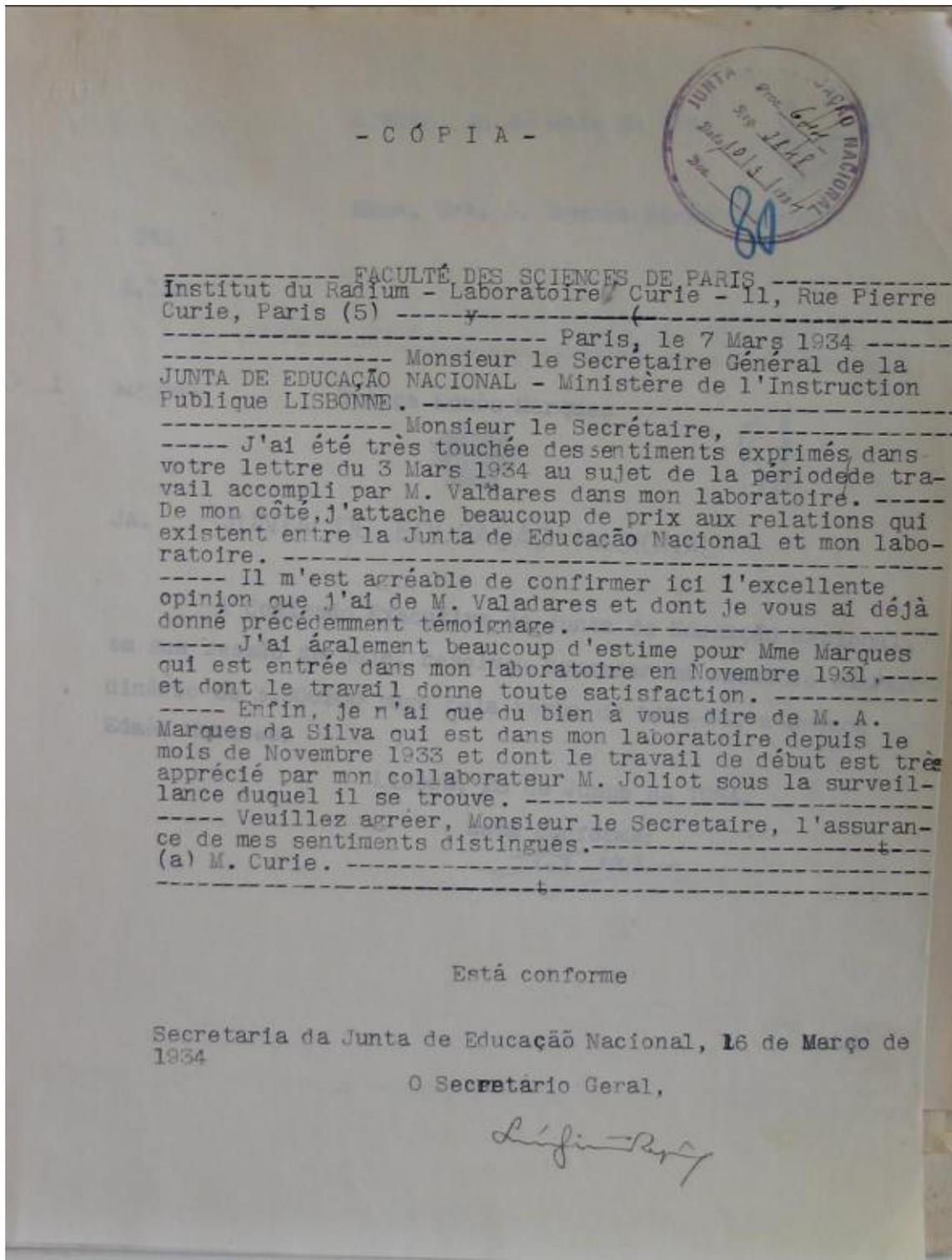
FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

demande pour cela la prolongation de sa bourse, et j'ap-  
puie bien volontiers sa demande.

M. Curie

.....

(AIC.0407.05.080.01)





(AIC.0407.05.063.01)

1

Ex.<sup>ma</sup> Senhora Secretário Geral da Junta de Educação Nacional

Lisboa

JUNTA DE EDUCAÇÃO NACIONAL  
Prov. 644  
Reg. 2668  
Data 10/8/1935

63

Respondendo a V.<sup>ra</sup> Ex.<sup>cia</sup> sobre o assunto do seu ofício nº 2496, uma vez mais afirei à Junta de Educação a homenagem do meu sincero reconhecimento pela concessão dos seis meses de "bósa" para os estudos que estou proseguindo no "Institut du Radium", e cuja descrição faço nos dois refatos, que vou encetar-lhe.

Entretanto cumpre-me informar que, talvez como prêmio da minha diligencia e do meu aproveitamento, Madame Curie me confiou recentemente, em junho ultimo, um novo trabalho de grande responsabilidade ao qual consiste em procurar obter um método de aplicação mais simples, mesmo que menos rendoso seja, do que o que tem sido empregado até agora por aquela Senhora, no tratamento do lantano actinífero para a separação e purificação do actínio.

No estudo deste problema, que me foi entregue para resolução, surge a necessidade de eu trabalhar com um grande numero de substancias radioactivas do grupo do actínio, familiarizando-me com as diversas técnicas a utilizar em cada emergência, e ampliando assim, cada vez mais, os meus conhecimentos sobre química dos elementos radioactivos.

O aboição de intimo contentamento, motivado pela honrosa missão com que fui distinguida, tentarei mantê-lo animosamente, mesmo ante a impossibilidade material de conseguir resultados decisivos, a dentro do lapso de tempo que me foi notificado pela Junta

2

de Educação para a continuação do meu estágio, ou seja  
até fins de dezembro futuro.

Bom dia, ainda na firme crença de que a Junta virá a  
estar em condições de tornar viável uma concessão mais  
ampla, a meu respeito, abstenho-me de participar, à insi-  
gnia Directora do Instituto onde trabalho, que me encon-  
tra na perspectiva de ter de me retirar para Portugal,  
antes que esta sua discipula haja aplicado, com possível  
êxito, todos os esforços em resolver o importante e interes-  
sante problema proposto.

A bem da Nação.

Paris, 6 de Agosto de 1933

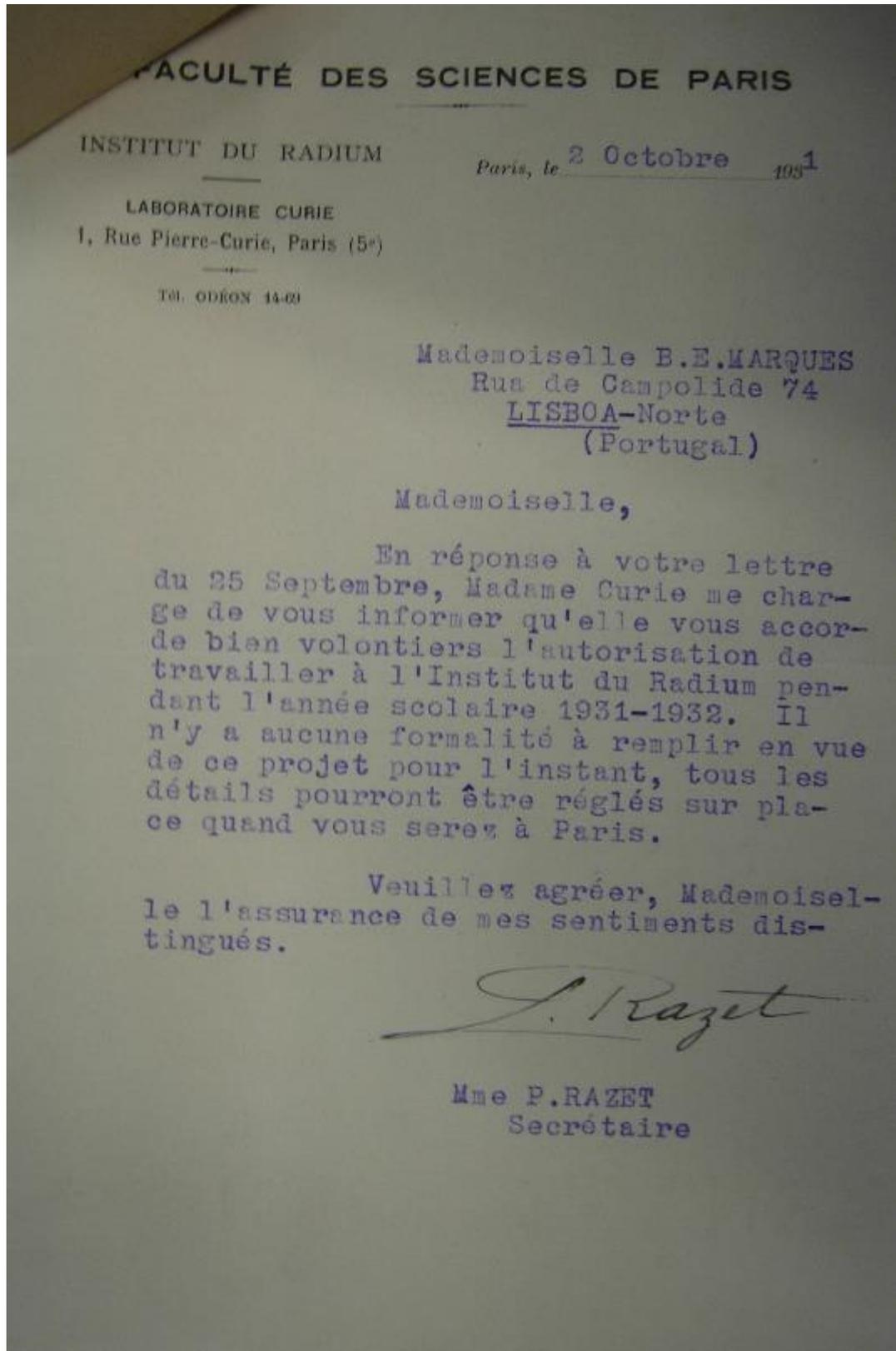
Branca Zúñiga Marques

Anexo C- Documentos do espólio científico de Branca Edmée Marques arquivado na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

(EsCiBEM, FCUL).

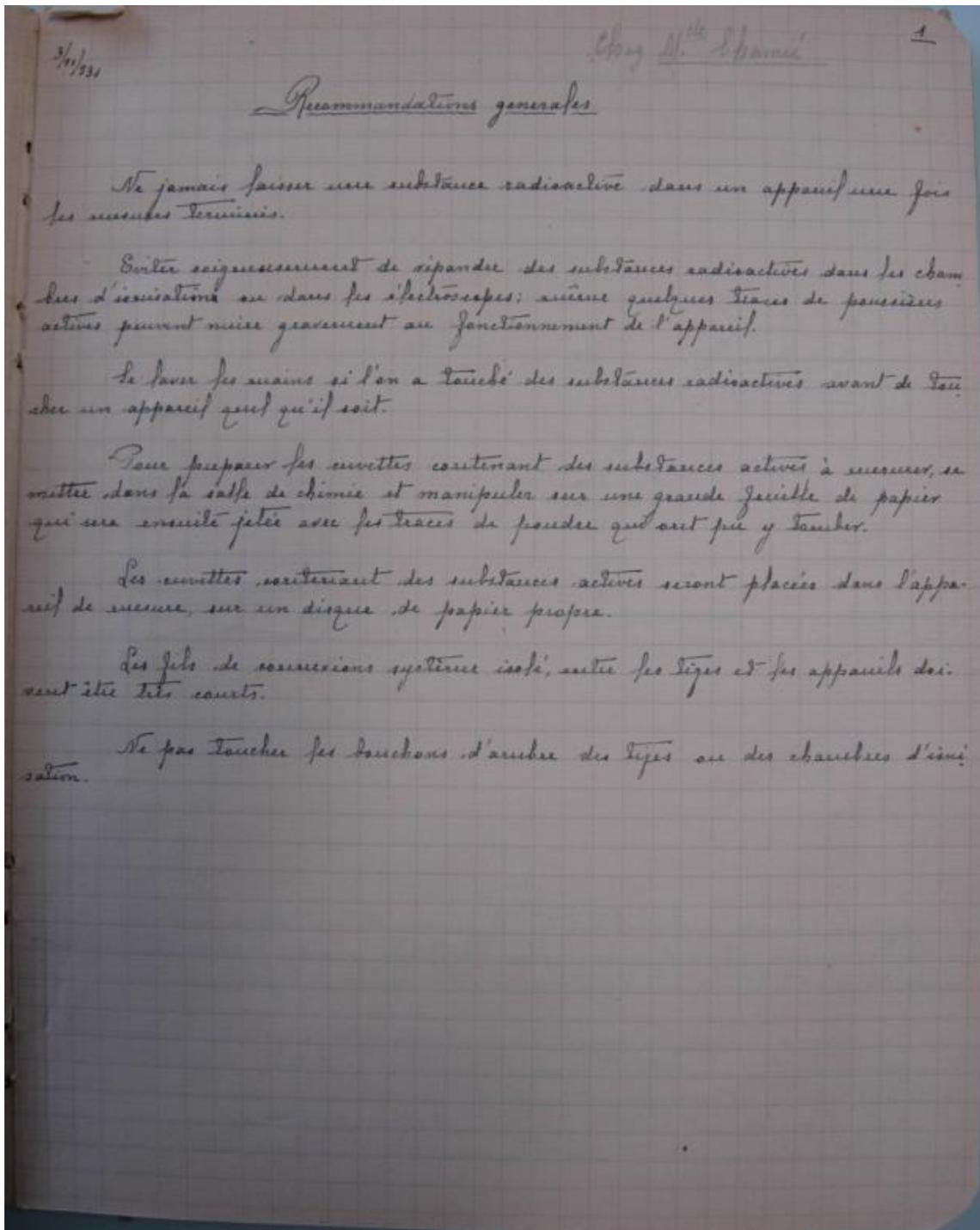


(EsCiBEM, FCUL)





(EsCiBEM, FCUL)







estes assuntos, segundo creio) pratique durante a  
queus reuniões sobre estes tratamentos jurídicos, em  
grande escala.

Eu espero que uma seja concedida a  
prolongação da bolsa d'entretanto até ao fim de  
proximo futuro ano lectivo; e em seguida escrevi  
ao Dr. Garcia Dajaz que se dirigiu infameas  
favoravelmente a Junta, segundo <sup>de</sup> uma communicação.

Muito e cordiais cumprimentos de  
meu e, com elevada consideração

D. M. de Souza

(EsCiBEM, FCUL)

corrente aus, e diferença desta - em facto de que todos os estudos dis-  
são o elemento activo da familia de actíneos, actíneos X, radioacti-  
nis, etc. ... Também Mme. Curie que fez a perfuração, que  
se acultu, de lavar-se algumas vezes a sua fabrica para que se  
fique ao corrente das suas condições que se alguns casos sofrem os  
cuidados pessoais de laboratório, quando precisava de ser empregado  
em escala industrial. E <sup>4/5</sup>, empregando - fize de que  
se reviu Mme Curie: "para que se seja uma pessoa inteiramente  
util à minha Faculdade e Universidade e ao meu País quando  
sele entre definitivamente para trabalhar ou dirigir trabalhos  
de radioactividade", no seu aspecto pessoal e físico-químico.

Espera Mme. Curie que uma bolsa concedida - pessoal  
e os meios materiais para continuação do meu estágio no meu  
Instituto. Por isso, <sup>isto que expus acima</sup> pelas vantagens que tenho colhido e  
continuari colhendo dos meus ensinamentos, me tenho a honra  
de solicitar ao J. E. N. de, ao abrigo do disposto na cláusula  
3ª do meu contracto de 16 de Setembro de 1931, submeter à aprecia-  
ção do J. E. N. a proposta seguinte: - Ser uma prolongada  
a bolsa de estudos em Paris por mais 12 meses, a fim de que  
se possa concluir as investigações sobre o fenómeno da cristaliza-  
ção processada e também os estudos gerais sobre a permea-  
ção de diferentes elementos radioactivos e ~~em~~ extracção d'alguns  
deles a partir dos minerais.

Junto encontrar-se-á um certificado de Mme Curie sobre  
o meu aproveitamento no corrente ano lectivo.

Saudes e fraternidade.

Paris 20 de Maio de 1933.



(EsCiBEM, FCUL)

Logares desempenhados no País, à data da concessão da bolsa: *Assistente Fac. Sc.*

Logares ou graus académicos que pretende conquistar no fim da bolsa: *Docteur ès Sciences (doctorat d'Etat), por Paris*

Data de início da bolsa: *3 novembro 1931*

Duração do estágio fora do País até 30 de junho de 1935:

Cursos que frequentou: *Assistiu a grande reunião de conferências sobre química, química-física e física, feita por notabilidade da física e d'altas recomendações.*

Centros de estudos onde trabalhou: *V.R. sob a direção de A. Debrieux, e participou sob a direção de este professor para os seus trabalhos sobre o neoradio, mais abstratamente, que ainda se não conseguia caracterizar completamente por fórmulas.*

Trabalhos científicos publicados desde 1 de julho até 30 de junho 1935:  
*Um "brevet d'invention", depositado no "Office de la Propriété Industrielle" n.º 379.942, para a sua publicação. Este brevet foi tido por cancelado do Director de P.R. e diz respeito a um novo método de separação de raios.*

*(Indicar que os seus trabalhos foram citados por vários autores; e dar os seus nomes na Soc. G. de France) — Acha bem?*

Investigações em curso: *As que se relacionam com a elaboração dos trabalhos de Prof. Debrieux, sobre o neoradio.*

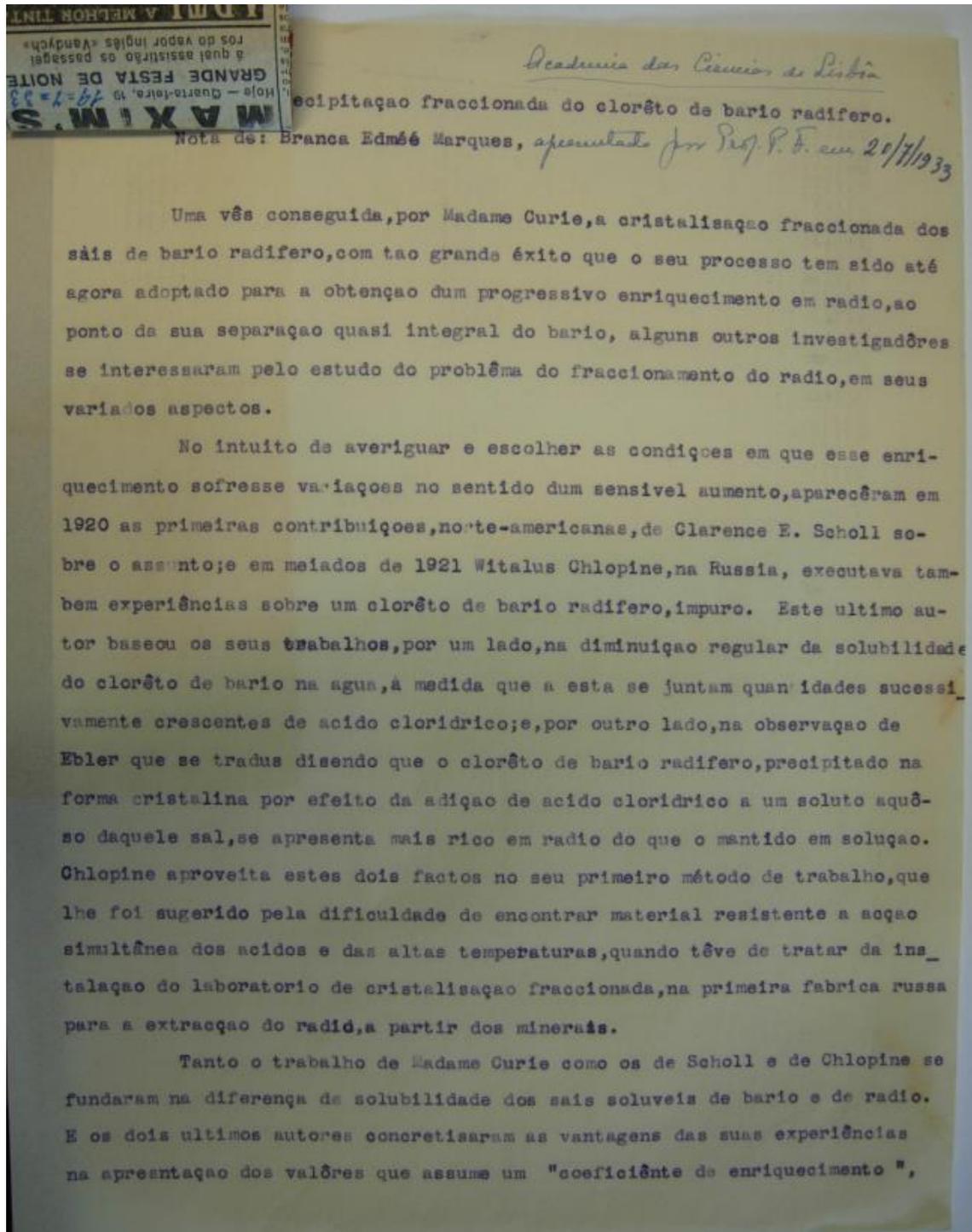
Principais resultados científicos dos trabalhos efectuados e considerações gerais:  
*As investigações sobre o fraccionamento dos sais de bário radioativos, começadas em março de 1932, se concluída pessoalmente através de um n.º muito grande de experiências (cada experiência composta pelo menor 6 dias de trabalho) embe- giram a resultados de 3 categorias:*

- I) — Resultados ~~teóricos~~ ou conclusões teóricas.*
- II) — Contribuição de carácter prático, representada pelas técnicas novas que se estabeleceram no decurso do trabalho.*
- III) — Aplicação dos resultados teóricos do estabelecimento de um novo método de separação de raios, de rendimento elevado.*

*(Continuação pg. 2)*



(EsCiBEM, FCUL)



$K_e$ , definido pela expressao:

$$K_e = \frac{\text{Ra \% nos cristais}}{\text{Ba \% nos cristais}}$$

Côrca de quatro anos mais tarde, é tentada a separação do radio, recorrendo á precipitação fraccionada de sais insolúveis de sais de bario radifero: o sulfato de bario radifero e o cromato de bario radifero. Os processos empregados podem considerar-se variantes do processo de precipitação por arrastamento, tao característico da quimica dos elementos radioactivos.

Simultaneamente com os <sup>152</sup>indicados trabalhos, começou em 1924, com os estudos de Chlopine (nota á Acad. das Ciências da Russia), e em 1925 com os de Doerner e Hoskins (Journ. Amer. Chim. Soc.), o periodo, que chega até a actualidade, em que os cientistas, avidos de conhecerem inteiramente o fenomeno da repartição do radio entre a fase solida e a fase liquida, procuram averiguar se essa repartição obedece a leis bem definíveis e tentam estabelecer essas leis.

Como resultante de tao porfiados esforços, aparece a nova noção de "coeficiente de fraccionamento ou de repartição", definido pelas expressoes:

$$K_f = \frac{\frac{\text{Ra \%}}{\text{Ba \%}} \text{ nos cristais}}{\frac{\text{Ra \%}}{\text{Ba \%}} \text{ no soluto}} \quad \text{e,} \quad \lambda = \frac{\log. \frac{\text{Ra no sol. antes da precipitação}}{\text{Ra no sol. depois da precipitação}}}{\log. \frac{\text{Ba no sol. antes da precipitação}}{\text{Ba no sol. depois da precipitação}}}$$

onde bem se tradus quo diferentes se mostraram os resultados das experiências daqueles investigadores, e quo diversas fôram as interpretações que eles atribuíram ao fenomeno da cristalisação ou ao da precipitação fraccionada dos sais de bario radifero.

Foi num tal estado de conhecimentos que eu iniciei, em março de 1932, os meus estudos sobre a cristalisação do clorido de bario-radifero. Mostrava entao Madame Curie um particular interesse em conhecer o valôr do coeficiente de fraccionamento ou de repartição,  $K_f$ , no caso de experiênci-

3.

as feitas com solutos saturados a 100° centígrados, e seguidamente arrefecidos a 20 graus  $\pm$  0,2 .

Para resolver este problema, com o devido rigor experimental, foi-me preciso criar um dispositivo adequado e acompanhar de perto a sua fabricação, confiada a um habil técnico.

Pareceu-me interessante, entretanto, retomar a técnica de Chlopine, acima indicada, e realizar em condições bem definidas as experiências que ele havia feito dum modo grosseiro em 1921; e dar-me ao cuidado de calcular, com os resultados obtidos, os valores que aparecessem para  $K_f$  e .

Conforme se apresentassem esses valores, assim eu poderia esperar, ou não, a possibilidade de um equilíbrio, quanto à distribuição do rádio entre a fase sólida e a fase líquida, nas mesmas condições de realização das experiências que servissem de fundamento para aqueles cálculos.

São unicamente os resultados numéricos de tais experiências, e os de  $K_f$  e , que vêm apresentar na presente nota.

Experiências:

Nelas utilizei uma escolhida matéria prima, onde predominava o brometo de bário-radifero, a partir do qual preparei um cloreto de bário radifero, puro, que foi submetido aos tratamentos precisos até ser atingida uma conveniente concentração em rádio. A seguir, fiz transformar esse cloreto em carbonato, pela aplicação dum processo especial que dá o resultado de ficar o rádio uniformemente distribuído no sal a que me refiro (vidé: C.R., t. 175, 1922, pg. 266).

A homogeneidade radifera desse carbonato de bário foi verificada, tomando três amostras de sal, depois de exsicado na estufa, e doseando-lhe o rádio pelo processo da emissão desenvolvida. Estas dosagens forneceram os seguintes resultados:

2,4279 $\times 10^{-7}$	} Grs. de rádio por cada um grama do carbonato de bário.
2,4248 $\times 10^{-7}$	
2,4260 $\times 10^{-7}$	

Alcançada esta fase do trabalho, preliminar, procedi as experiências, em cada uma das quais empreguei sempre o mesmo peso de carbonato, seguidamente convertido em clorêto pela adição da quantidade apenas indispensável, previamente determinada, de ácido clorídrico titulado.

Todos os solutos, assim obtidos, fôram conservados num termostato, a  $20 \pm 0,2$  graus, durante 24 a 36 horas; e foi também mantida a constancia do volume total do soluto, em todas as experiências duma mesma série.

O ácido clorídrico, destinado a precipitar quantidades gradualmente crescentes de clorêto de bário, foi adicionado gôta a gôta, a temperatura de  $20 \pm 0,2$ , até ao limite previamente fixado para cada ensaio. Enquanto se fez o adição do ácido clorídrico, os solutos fôram constante e fortemente agitados; e quinze minutos após ultimada a precipitação, fôram os cristais separados da solução remanescente, usando um apropriado dispositivo que me permitiu não só efectuar aquela separação ainda a temperatura acima referida, mas também reduzir simultaneamente ao mínimo a quantidade de soluto retida pelos cristais.

Então seguiu-se, com o mais cuidado e rigôr possível, a determinação do peso de clorêto de bário radifêro, que ficara distribuído pelas duas fases, a sólida e a líquida; assim como da do rádio, efectuando as dosagens pelo processo da emissão desenvolvida.

As medições da ionização, produzida pela emissão, fôram realizadas segundo o processo electrométrico de compensação pelo quartzo piezoelectrico.

Os resultados duma longa serie de experiências, feitas pela indicada maneira, estão reunidos no quadro I.

Quadro I

Noutra série de experiências, fis variar a concentraçao dos sais de bario e de radio, sem que se tivesse modificado o valôr da razao entre as quantidades dos dois elementos, o bario e o radio. Os resultados figuram no quadro II.

Quadro II.

Finalmente, mais três experiências foram realizadas com um clorêto

de bário radifero, contendo cêrca de 1/10 da quantidade de radio, existente no sal de bário precedentemente empregado. Os resultados constam do quadro III.

Quadro III.

Conclusões: As conclusões a tirar dos factos observados, durante o estudo sistematico, aqui sucintamente descrito, entendi serem as que apresentei na communicação à "Academie des Sciences de Paris" (Vidé: C.R., t. 198, pg. 1309, 1933), na resumida forma imposta pelo regulamento daquela instituição científica.

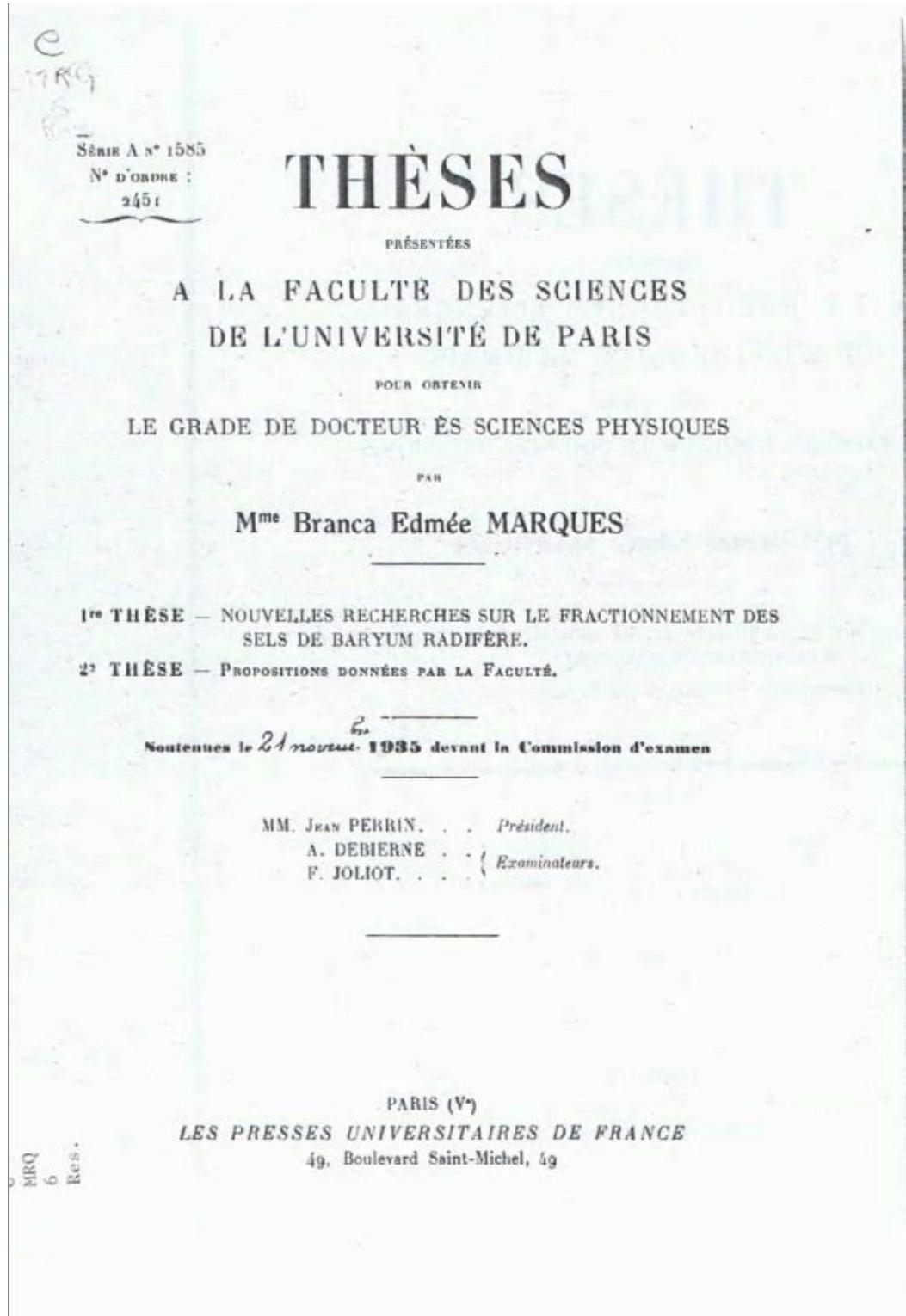
\*\*\*\*\*

Todo este trabalho foi feito no "Institut du Radium", na situação de bolseira da Junta de Educação Nacional, à qual me comprazo em manifestar a homenagem do meu reconhecimento.

\*\*\*\*\*

Paris, 5 de julho de 1933.

MARQUES, Branca Edmée (1935). *Nouvelles recherches sur le fractionnement des sels de baryum radifère*. Paris: Presses Universitaires de France. Thèse, Série A, nº 1585.





(EsCiBEM, FCUL)

COPIA TEXTUAL duma carta do assistente do actual Director do "Institut du Radium de Paris", e por êle incumbido de proseguir, noutras condições experimentais, os trabalhos que eu lá realisára.

Paris, le 3 Janvier 1937.

Chère Madame M a r q u è s.

Voici une note relative au petit travail que j'ai fait sur le fractionnement Ba/Ra et qui fait un peu suite à vos intéressantes recherches.

Je vous remercie de tous les conseils que vous m'avez si aimablement donnés et j'espère que nous aurons le plaisir de vous revoir prochainement à Paris.

Veuillez recevoir tous mes respectueux souvenirs,

(Assinatura de: Bertrand Goldschmidt )

~~~~~

~~~~~

~~~~~



(EsCiBEM, FCUL)

C Ó P I A T E X T U A L duma carta de M. I.M. H O L T H O P F,  
Professor e Director de Química Analítica, da Universidade de Min-  
nesota (Estados Unidos da America do Norte):

Dear Madame M a r q u e s

I would highly appreciate your sending me a reprint of  
your interesting study on the distribution of radium, in baryum  
salts, as published in J. of Chim. phys., 33, 219 (1936).

Thanking you on advance, for the favor,  
I am, Yours very sincerely,

(Assinatura de: I. KOLTHOFF)

~~~~~

~~~~~

~~~~~

~~~~~



(EsCiBEM, FCUL)

Figuei muito obrigado por me receber tão  
altamente qualificando pela exigente e grande sa-  
bia, que a V. Mãe. Desisto que o Doutor e o Sr.  
Comteinho partilhem desta breve proza espiritual,  
e por isso lhes transmito estas notícias.

Com gosto e apudarei em cumprimento  
e melhoramento das instituições do nosso Pa-  
rte. Poderi também estar em Paris  
fizesse em sua qualidade ou no preço d'algum  
material. Propõe-se a aquisição de  
2 ou 3 bellissimas Câmaras de ionização, para  
modelo do J. R., por cerca de 650 frs. cada.  
O Instituto não fabrica para venda, e fôr  
o modelo do J. R. 1.000 frs..

O J. R. poderá ser reservado para  
compra de ~~para a instalação~~ para  
instalação de ~~para a instalação~~ de um peço de radi-  
actidade, em um laboratório de ~~substâncias~~  
terrenas, enviando os meus respeitos  
cumprimentos para sua Ex. Mãe. Para o Dr.  
Lô também envio cumprimentos de  
que, com subida considerável,  
Branca Edmée Marques

Paris, 28 de Dezembro de 1932

Ex. Senhor Doutor Teresa Dreyfus

Agradeço a atenção do seu bilhete,  
e também os cumprimentos de boas-festas  
que se dirigiu dirigiu-me, a mim e a minha  
Mãe. Infortunadamente desisto, ao Doutor e a sua  
Mãe, que não são tão propensos a todos os  
respeitos.

Quanto à "inveja", não vejo a  
peça de inveja de mim; por ser, ao lado de  
parte muito agradável de ser seu parente  
dedicai-se à investigação científica, e em

Quanto a minha situação, que o Dr. a não desatue a  
minha: porque, embora me ajude bastante por alguns tempos,  
devido-me a investigação científica, e não podendo mais,  
o certo é que me encontro em finanças deploráveis da  
carreira. Inconveniente, por muito, de 8 a 10, com muita  
necessidade e muito, as bem empregadas de  
um dia.

grande apoio, existe também a de trabalho  
de sustentação da família e das crianças.  
Após, que sempre se pode obter para  
do que cada necessidade muito ajudada.  
E a vida é bastante cômoda em Paris.

Parisiense, pouco a pouco, a bibliô-  
grafia adequada aos estudos de 14.

A carta segue imediatamente a  
seu mercado de trabalho.

Os meus trabalhos avançam com  
resultados positivos.

Leo dia 23 do mês  
corrente fui alvo de referências muito elo-

quias de Mme. Curie. Esta Senhora Refici.

Por-me, era presença d'outros estudantes, que  
fazem diversas reflexões e discussões que  
tanto são, e sobretudo a investigação em  
curso, e pela modesta exerceo pública.

Na mesma ocasião, Mme. Curie  
de confiar-me ainda uma dedicada, e  
trocando sobre o "actiuo", e propôs também  
que me fizesse, no Instituto, uma conferên-  
cia, e a qual falei sobre a parte do tra-  
balho já realizada, e em assunto em que  
foi relacionada com esse.





Anexo D - Publicações nos *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris* (1931 a 1935)



MARQUES, Branca Edmée (1933a). Sur la répartition du radium dans la précipitation fractionnée du chlorure de baryum radifère. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, T.196: 1309-1322.

**RADIOACTIVITÉ.** — *Sur la répartition du radium dans la précipitation fractionnée du chlorure de baryum radifère.* Note de M<sup>me</sup> **BRANCA EDMÉE MARQUES**, présentée par M. Jean Perrin.

Depuis que M<sup>me</sup> P. Curie a introduit la méthode de cristallisation fractionnée pour l'enrichissement graduel des mélanges de sels de Ba-Ra du même anion, plusieurs auteurs ont cherché à établir des lois applicables à la distribution du radium entre la phase solide et liquide, dans le cas de fractionnement par cristallisation ou par précipitation. Les recherches faites par voies différentes ont conduit à des conclusions qui ne sont pas toujours concordantes.

Le but de ce travail est d'étudier le fractionnement par la précipitation du chlorure de baryum radifère, par l'acide chlorhydrique pur et concentré.

La méthode consiste à précipiter des quantités successivement croissantes de chlorure de baryum radifère à l'état de poudre cristalline très fine, en partant de solutions de concentration initiale connue en baryum et en radium. On détermine ensuite, avec une grande précision, les quantités de baryum et de radium qui se trouvent dans la phase solide cristalline et dans la phase liquide. Cette méthode de précipitation présente l'avantage de permettre l'étude du phénomène dans de plus larges limites que certaines autres méthodes. On a pu ainsi précipiter facilement jusqu'à 92,67 pour 100 de baryum et 98,65 pour 100 de radium.

*Expériences.* — Dans toute une série d'expériences, la concentration de baryum et celle de radium ont été maintenues constantes, en partant toujours du même poids de carbonate de baryum radifère qui avait été préparé par une méthode spéciale (1) pour que le radium soit réparti dans le sel d'une manière uniforme. Tous les dosages de radium ont été faits par la méthode de l'émanation dégagée (2), et les mesures de l'ionisation produite par celle-ci ont été faites par le procédé électrométrique de compensation par le quartz piézo-électrique. Le poids de chlorure de baryum qui est

---

(1) YOYANOVITCH et M<sup>lle</sup> CHANIÉ, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 266.

(2) M<sup>me</sup> P. CURIE, *Traité de Radioactivité*, 1, 1910, p. 283.

resté dans les deux phases a été déterminé à l'état anhydre. La précaution a été prise d'opérer toujours dans un thermostat à température constante,  $20^{\circ} \pm 0,2$ .

*Résultats.* — Les résultats sont réunis dans les tables, où  $K_c$ ,  $K_f$  et  $\lambda$  ont respectivement la signification suivante :

$$K_c = \frac{\text{Ra } \%}{\text{Ba } \%} \text{ dans les cristaux, } \quad K_f = \frac{\frac{\text{Ra } \% \text{ dans les cristaux}}{\text{Ba } \%}}{\frac{\text{Ra } \% \text{ dans la solution}}{\text{Ba } \%}} \quad (1),$$

$$\lambda = \frac{\log \frac{\text{Ra sol. avant la précipitation}}{\text{Ra sol. après la précipitation}}}{\log \frac{\text{Ba sol. avant la précipitation}}{\text{Ba sol. après la précipitation}}} \quad (2).$$

Les expériences du Tableau II diffèrent de celles du Tableau I par le seul fait qu'elles ont été faites sur des solutions plus diluées en baryum et en radium, mais le rapport entre les quantités de ces éléments est resté le même. Dans les expériences du Tableau III, ce rapport a changé parce que la teneur en radium du chlorure de baryum de ces solutions ne faisait que  $1/10^e$  de celle des expériences précédentes.

TABLEAU I.

| Ba pour 100<br>dans les<br>cristaux. | Ra pour 100<br>dans les<br>cristaux. | $K_c$ | $K_f$ | $\lambda$ |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-----------|
| 6,28                                 | 20,26                                | 3,23  | 3,78  | 3,48      |
| 7,26                                 | 22,22                                | 3,06  | 3,65  | 3,34      |
| 8,43                                 | 26,00                                | 3,08  | 3,82  | 3,42      |
| 10,92                                | 31,91                                | 2,92  | 4,25  | 3,51      |
| 12,86                                | 37,56                                | 2,92  | 4,08  | 3,43      |
| 19,84                                | 52,96                                | 2,67  | 4,56  | 3,41      |
| 26,85                                | 59,88                                | 2,23  | 4,06  | 2,92      |
| 30,24                                | 66,13                                | 2,19  | 4,51  | 3,00      |
| 44,01                                | 79,66                                | 1,81  | 4,98  | 2,75      |
| 53,97                                | 84,25                                | 1,56  | 4,56  | 2,38      |
| 61,48                                | 88,91                                | 1,45  | 5,04  | 2,31      |
| 72,30                                | 92,56                                | 1,28  | 4,78  | 2,02      |
| 85,63                                | 96,76                                | 1,13  | 5,01  | 1,77      |
| 92,67                                | 98,65                                | 1,06  | 5,78  | 1,65      |

(1) HENDERSON et KRACKER, *J. Amer. Chem. Soc.*, 49, 1927, p. 738.

(2) DOERNER et HOSKINS, *J. Amer. Chem. Soc.*, 47, 1925, p. 662.

TABLEAU II.

| Ba pour 100<br>dans les<br>cristaux. | Ra pour 100<br>dans les<br>cristaux. | $K_e$ | $K_f$ | $\lambda$ . |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------------|
| 16,87                                | 47,41                                | 2,81  | 4,45  | 3,47        |
| 19,98                                | 53,16                                | 2,66  | 4,55  | 3,41        |
| 44,99                                | 80,62                                | 1,79  | 5,09  | 2,75        |
| 55,83                                | 86,14                                | 1,54  | 4,91  | 2,41        |
| 75,21                                | 94,01                                | 1,24  | 5,16  | 2,01        |
| 91,70                                | 98,35                                | 1,07  | 5,47  | 1,65        |

TABLEAU III.

| Ba pour 100<br>dans les<br>cristaux. | Ra pour 100<br>dans les<br>cristaux. | $K_e$ | $K_f$ | $\lambda$ . |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|-------|-------------|
| 32,48                                | 67,10                                | 2,07  | 4,26  | 2,83        |
| 45,32                                | 80,50                                | 1,78  | 4,99  | 2,70        |
| 54,61                                | 84,64                                | 1,55  | 4,58  | 2,68        |

Les tables mettent en évidence les faits suivants : 1° le coefficient d'enrichissement  $K_e$  diminue quand on fait précipiter des quantités croissantes de chlorure de baryum; 2° les valeurs trouvées pour  $K_f$  et  $\lambda$ , dans cette méthode de travail, ne sont pas constantes; elles varient un peu avec la teneur en baryum de la phase solide. Les tables montrent que  $K_f$  croît tandis que  $\lambda$  décroît quand la teneur en baryum de la phase solide augmente; 3° les Tables II et III indiquent que la concentration de la solution n'a aucune influence sur la valeur de  $K_e$ ,  $K_f$  et de  $\lambda$ .



MARQUES, Branca Edmée (1933b). Sur la cristallisation fractionnée du chlorure de baryum radifère. *Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris*, T.197: 1314-1315.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la cristallisation fractionnée du chlorure de baryum radifère*. Note de M<sup>me</sup> BRANCA EDMÉE MARQUES, présentée par M. Jean Perrin.

J'ai montré <sup>(2)</sup> comment se produit la répartition du radium entre la phase solide et la phase liquide dans la précipitation fractionnée du chlorure de baryum radifère, faite dans des conditions spéciales.

Le but du présent travail était d'examiner la répartition en milieu neutre pour des cristallisations rapides, provoquées par l'action d'une forte agitation des solutions.

Des quantités successivement croissantes de sel de baryum radifère, de teneur en radium homogène <sup>(3)</sup>, ont été mises en solution sous forme de chlorure. Ces solutions, préparées à une température élevée et absolument privées d'acide chlorhydrique par un traitement très soigneux, ont été placées dans un grand thermostat à  $20 \pm 0,2$  degrés centigrades.

On peut remarquer que, pour des concentrations inférieures à environ 20 pour 100 en sel de baryum, la cristallisation commence quand l'équilibre thermique entre la solution et l'eau du thermostat est déjà atteint. Les solutions ont été bien agitées, dans le thermostat, à l'aide d'un moteur qui faisait un grand nombre de tours par minute; les récipients contenant les

---

<sup>(1)</sup> *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 1114.

<sup>(2)</sup> B. E. MARQUES, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1309.

<sup>(3)</sup> YOVANOVITCH et M<sup>lle</sup> CHAMIE, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 266.

solutions ont été installés de manière que leurs axes de rotation ne coïncident pas avec leurs axes géométriques, ce qui assure une agitation très parfaite des solutions.

Le tableau I donne les résultats de ces expériences. Le poids de chlorure de baryum a été déterminé à l'état anhydre, et les dosages de radium ont été faits par la méthode de l'émanation dégagée (1).

TABLEAU I.

| Ba pour 100<br>dans les cristaux. | Ra pour 100<br>dans les cristaux. | $\lambda$ (2). |
|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|
| 3,27.....                         | 10,52                             | 3,36           |
| 4,25.....                         | 13,61                             | 3,37           |
| 5,86.....                         | 18,21                             | 3,32           |
| 7,23.....                         | 22,34                             | 3,33           |
| 9,69.....                         | 28,38                             | 3,28           |
| 10,34.....                        | 30,19                             | 3,29           |
| 12,27.....                        | 34,01                             | 3,25           |
| 14,51.....                        | 40,93                             | 3,27           |
| 16,03.....                        | 44,67                             | 3,19           |
| 16,91.....                        | 44,41                             | 3,17           |
| 17,10.....                        | 46,77                             | 3,32           |
| 20,01.....                        | 50,89                             | 3,18           |

Les valeurs de  $\lambda$  ont été récemment considérées constantes par Riehl et Käding (3) et par Mumbrauer (4).

Mes expériences montrent une légère décroissance de  $\lambda$  lorsque la teneur de baryum de la phase solide augmente.

Cette décroissance, quoique très faible, est significative; elle n'est pas due à des variations de température, qui pouvait être maintenue constante à  $\pm 0,2$  près.

*Conclusion.* — La constance de  $\lambda$  dans la répartition du radium entre la phase solide et la phase liquide n'est pas vraiment atteinte par la cristallisation rapide, dans les conditions de ces expériences, bien que les petits cristaux formés soient très nombreux et réalisent une grande surface par rapport à la masse du sel de baryum cristallisé.

(1) M<sup>me</sup> P. CURIE, *Traité de Radioactivité*, 1, 1910, p. 283.

(2)  $\log \frac{\text{Ra}^{++} \text{ dans la sol. avant la cristall.}}{\text{Ra}^{++} \text{ dans la sol. après la cristall.}} = \lambda \log \frac{\text{Ba}^{++} \text{ dans la sol. avant la cristall.}}{\text{Ba}^{++} \text{ dans la sol. après la cristall.}}$

(3) RIEHL et KÄDING, *Zeit. f. Phys. Chem.*, 149, 1930, p. 180.

(4) R. MUMBRAUER, *Zeit. f. Phys. Chem.*, 156, 1931, p. 113.

MARQUES, Branca Edmée (1934a). Sur la distribution du radium dans les cristaux de bromure de baryum radifère. Comptes Rendus des Séances de l'Académie de Paris, T.198: 819-821.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la distribution du radium dans les cristaux de bromure de baryum radifère.* Note de M<sup>me</sup> **BRANCA-EDMÉE MARQUES**, présentée par M. G. Urbain.

La cristallisation fractionnée du bromure de baryum radifère, faite par évaporation lente de l'eau des solutions saturées neutres, a été réalisée d'abord par M. Z. Walter et H. Schlundt (1) et ensuite par Riehl et Kädling (2) On pouvait prévoir *a priori* que la distribution du radium ne serait pas uniforme dans les cristaux mixtes formés par ce procédé.

J'ai étudié cette distribution d'une manière directe sur de grands cristaux préparés à température constante et avec une vitesse d'évaporation de l'eau également constante. Pour réaliser cette étude, j'ai employé deux méthodes :

*Première méthode.* — La première méthode consiste à dissoudre petit à petit les couches successives d'un cristal, et à doser le baryum et le radium de chaque fraction enlevée.

On sait que la décroissance d'un cristal par sa dissolution progressive ne se fait pas de la même manière que sa croissance, en ce qui concerne la forme géométrique (3) du cristal. Mais l'étude de sa dissolution fractionnée peut fournir cependant des indications utiles sur la répartition du radium dans les couches diverses, depuis la périphérie jusqu'au centre du cristal. Il faut remarquer que la précision de ces expériences n'est pas très élevée, parce qu'en dissolvant progressivement le cristal on ne peut lui enlever couche par couche parallèles aux faces cristallines, mais on attaque un

---

(1) Z. T. WALTER et H. SCHLUNDT, *Journ. Am. Chem. Soc.*, 50, 1928, p. 3266.

(2) RIEHL et KÄDLING, *Zeit. f. physik. Chem.*, 149, 1930, p. 180.

(3) VALETON, *Zeit. f. Kr.*, 59, 1924, p. 135; 60, 1924, p. 1; FRIEDEL, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1230.

peu les couches adjacentes. Le Tableau I donne les nombres obtenus pour les expériences faites dans ces conditions.

TABLEAU I.

| Essais. | Radium en pour 100<br>du radium total contenu dans le cristal. |                      |                         |
|---------|----------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|
|         | Couches<br>intérieures.                                        | Couches<br>moyennes. | Couches<br>extérieures. |
| 1.....  | 53,32                                                          | 33,59                | 13,09                   |
| 2.....  | 55,50                                                          | 33,43                | 11,07                   |
| 3.....  | 48,50                                                          | 38,41                | 13,09                   |

*Deuxième méthode.* — Pour préciser les résultats on aurait pu enlever les couches qui entourent un cristal par des coupes faites parallèlement aux faces. Mais cette opération étant très difficile, j'ai eu recours à une autre méthode qui consiste à séparer les cristaux de la solution mère en différentes phases de leur croissance.

Une solution de concentration connue a été soigneusement agitée, et elle a été partagée entre trois récipients cylindriques ayant le même diamètre interne. Les trois solutions ont été soumises simultanément aux mêmes conditions d'évaporation lente de l'eau à température constante. Les cristaux formés ont été recueillis au bout d'environ 24 heures après le début de la cristallisation dans le premier récipient; au bout d'environ 48 heures dans le deuxième; et au bout d'environ 62 heures dans le troisième récipient.

Dans un des essais (n° 1) j'ai réussi à obtenir un seul cristal dans chacune des trois solutions. Dans les autres cas j'ai choisi, parmi les cristaux, ceux qui avaient des facies identiques, lesquels dépendent des courants de convection. Ces courants sont dus aux différences de concentration qui s'établissent dans les solutions non agitées pendant la formation des cristaux, et ils ont pour effet d'amener la substance cristallisable en plus ou moins grande quantité sur certaines directions du cristal (1).

Cette méthode permet donc de recueillir des cristaux formés dans les mêmes conditions dans des solutions identiques, et les résultats doivent être très approximativement les mêmes que si l'on avait fait des coupes parallèlement aux faces de chaque cristal. Les résultats numériques sont inscrits dans le Tableau II.

(<sup>1</sup>) P. GAUBERT, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 1230.

SÉANCE DU 26 FÉVRIER 1934.

821

FABEAU II.

| Essais. | Après 24 heures<br>de cristallisation. |       | Après 48 heures<br>de cristallisation. |       | Après 62 heures<br>de cristallisation. |       |
|---------|----------------------------------------|-------|----------------------------------------|-------|----------------------------------------|-------|
|         | Ba %.                                  | Ra %. | Ba %.                                  | Ra %. | Ba %.                                  | Ra %. |
| 1.....  | 5,44                                   | 32,11 | 15,63                                  | 64,01 | 62,49                                  | 99,80 |
| 2.....  | 4,63                                   | 37,68 | 8,87                                   | 39,82 | 22,21                                  | 76,01 |
| 3.....  | 6,47                                   | 34,32 | 10,12                                  | 47,89 | 40,08                                  | 93,36 |

*Conclusions.* — Les résultats des expériences faites par les deux méthodes montrent, par une voie directe, que le pourcentage de radium décroît des couches centrales vers celles de la périphérie des cristaux.

En outre, les nombres du Tableau II mettent en évidence, par une méthode nouvelle, le mécanisme suivant lequel le sel de radium se sépare de la solution pour la construction des cristaux mixtes avec le sel de baryum, dans le cas de la cristallisation lente dans des solutions saturées et non agitées.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la formation d'anneaux de Liesegang par électrolyse.* Note de M. EDMOND BANDERET.

Dans une Note précédente (<sup>1</sup>), nous avons indiqué une méthode pour obtenir des anneaux particulièrement fins (*fig. 1*). La loi de Mac Veil



MARQUES, Branca Edmée (1934b). La précipitation fractionnée du sulfate de baryum radifère. Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences de Paris, T.198: 1765-1767.

RADIOACTIVITÉ. — *La précipitation fractionnée du sulfate de baryum radifère.* Note de M<sup>me</sup> BRANCA EDMÉE MARQUES, présentée par M. G. Urbain.

En mettant en contact une solution de chlorure de baryum radifère avec du sulfate de baryum solide, F. E. Germann <sup>(1)</sup> a trouvé que la proportion de radium retenue par le sulfate de baryum correspondait à la loi d'adsorption de Freundlich <sup>(2)</sup> et de Krøcker <sup>(3)</sup>.

H. Dørner et W. Hoskins ont fait des expériences dans lesquelles le sulfate de baryum prenait naissance à l'intérieur de la solution de chlorure de baryum radifère. Cette étude a conduit à établir une loi <sup>(4)</sup> de la répartition du radium entre la phase solide et la phase liquide, par application des méthodes de fractionnement des sels de baryum radifère. Cette loi, qui se vérifie bien pour la cristallisation fractionnée des sels solubles, a laissé cependant quelques doutes dans le cas du sulfate de baryum radifère.

D'autre part, certains auteurs <sup>(5)</sup> trouvent que la loi de répartition de Dørner et Hoskins n'est pas vérifiée pour la précipitation fractionnée du chromate de baryum radifère.

Le but principal de ce travail a été d'étudier le comportement du système sulfate de baryum-radium dans des conditions différentes de précipitation. Comme O. Erbacher et B. Nikitin <sup>(6)</sup> indiquent l'ordre de grandeur des erreurs que produit la filtration, j'ai cherché à établir une méthode

---

<sup>(1)</sup> *Journ. Amer. Chem. Soc.*, 43, 1921, p. 1615.

<sup>(2)</sup> *Zeit. für phys. Chem.*, 57, 1907, p. 385.

<sup>(3)</sup> *Thèse*, Berlin, 1892.

<sup>(4)</sup> *Journ. Amer. Chem. Soc.*, 47, 1925, p. 662.

<sup>(5)</sup> HENDERSON et KRACEK, *Journ. Amer. Chem. Soc.*, 49, 1927, p. 738.

<sup>(6)</sup> *Zeit. für phys. Chem.*, 158, 1932, p. 216.

nouvelle en éliminant les filtrations et en les remplaçant par des centrifugations qui ont déjà été appliquées à la chimie du polonium et du Th (B + C) (1).

*Première série d'expériences.* — Dans ces expériences, des quantités successivement croissantes et bien définies d'acide sulfurique centième-normal ont été ajoutées très lentement, goutte par goutte, à des solutions de chlorure de baryum radifère, dont la teneur en radium était connue avec précision, et qu'on agitait pendant l'opération. Le liquide, qui était contenu dans un tube de quartz transparent, a été ensuite centrifugé pendant 30 minutes dans une centrifugeuse tournant à 4000 tours par minute. Le précipité formé adhérait fortement au fond du tube, ce qui permettait de séparer la solution par décantation.

Le radium de cette solution, ainsi que celui de la solution initiale de chaque essai, a été dosé par la méthode de l'émanation dégagée; le baryum a été dosé sous forme de chlorure de baryum anhydre.

Les résultats sont inscrit dans le Tableau I.

TABLEAU I.

| Ba pour 100<br>dans<br>les cristaux. | Ra pour 100<br>dans<br>les cristaux. | $K_f$ (1). | $\lambda$ (2). |
|--------------------------------------|--------------------------------------|------------|----------------|
| 3,29                                 | 5,15                                 | 1,60       | 1,59           |
| 5,07                                 | 8,12                                 | 1,65       | 1,63           |
| 6,56                                 | 10,80                                | 1,72       | 1,68           |
| 28,73                                | 42,08                                | 1,80       | 1,61           |
| 40,24                                | 58,65                                | 2,11       | 1,71           |
| 71,35                                | 85,45                                | 2,35       | 1,54           |
| 84,01                                | 94,70                                | 3,40       | 1,60           |
| 85,74                                | 96,16                                | 4,16       | 1,67           |

*Deuxième série d'expériences.* — Pour ces expériences on a employé des solutions de chlorure de baryum radifère d'une concentration si faible en sel de baryum qu'en ajoutant très lentement, goutte par goutte, de l'acide sulfurique millièm-normal jusqu'à un volume préalablement calculé, aucun précipité visible ne se formait dans la solution. Le sulfate de baryum radifère se déposait petit à petit, par l'effet de l'évaporation de l'eau des solutions, à une température de 20°, pendant plusieurs jours. Les solutions initiales qui occupaient dans chaque expérience 250<sup>cm</sup>³ étaient contenues dans des récipients de grand diamètre (16<sup>cm</sup>). Quand le volume du liquide

(<sup>1</sup>) Voir la bibliographie complète de la question dans la Note de M<sup>lle</sup> C. CHAMÉ et M. HAÏSSINSKY, *Comptes rendus*, 198, 1934, p. 1229.

(<sup>2</sup>) V. CHLOPIN, *C. R. de l'Ac. des Sc. de Russie*, A, 101, 1923; B. E. MARQUES, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1309.

(<sup>3</sup>) H. DÖRNER et W. HOSKINS, *loc. cit.*; B. E. MARQUES, *loc. cit.*

SÉANCE DU 14 MAI 1934.

1767

diminuait considérablement et que tout le sulfate formé avait précipité, on soumettait ce liquide à une centrifugation pendant 50 minutes et l'on séparait la solution par décantation.

Des dosages très précis de radium et de baryum ont conduit aux résultats réunis dans le Tableau II.

TABLEAU II.

| Ba pour 100<br>dans<br>les cristaux. | Ra pour 100<br>dans<br>les cristaux. | $K_f$ | $\lambda$ . |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-------|-------------|
| 38,71                                | 62,67                                | 2,66  | 2,01        |
| 45,34                                | 68,49                                | 2,62  | 1,91        |
| 58,28                                | 79,89                                | 2,84  | 1,84        |
| 63,37                                | 84,74                                | 3,21  | 1,88        |
| 71,09                                | 91,23                                | 4,20  | 1,96        |

*Conclusions.* — Les expériences nous conduisent aux conclusions suivantes :

La loi de Dörner et Hoskins est valable pour le système sulfate de baryum-radium, dans le cas de la précipitation lente;  $\lambda$  se montre constant dans les limites des erreurs expérimentales, tandis que  $K_f$  varie sensiblement.

Les valeurs de  $\lambda$ , calculées d'après les résultats numériques des expériences de précipitation *extrêmement lente* de quelques jours (tableau II), sont plus grandes que celles obtenues d'après les résultats des expériences de précipitation *lente* d'environ 1 heure (tableau I).

Les valeurs de  $\lambda$ , que j'ai trouvé, sont toujours un peu supérieures à celles de Dörner et Hoskins.

La précipitation fractionnée du sel de baryum radifère par l'acide sulfurique est moins efficace au point de vue de la séparation du radium que la cristallisation fractionnée des bromures et des chlorures.

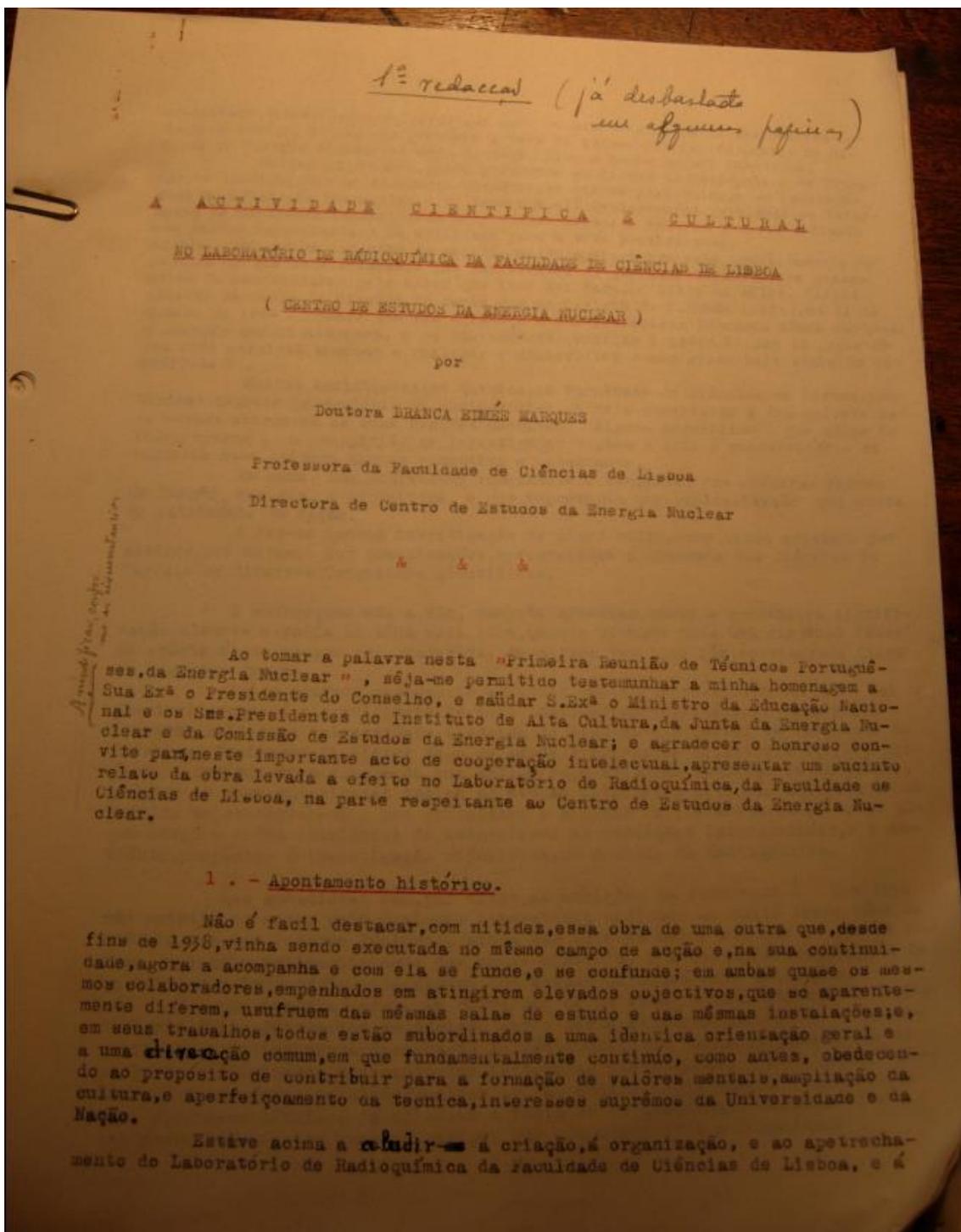


Anexo E - Documentos do espólio de Branca Edmée Marques no Arquivo Histórico dos Museus da Universidade de Lisboa.

(AHMUL,xxxx).



Extrato da "1ª redacção de "A actividade científica e cultural no Laboratório de Radioquímica da Faculdade de Ciências de Lisboa" (Centro de Estudos da Energia Nuclear por Branca Edmée Marques" (AHMUL,2733).



actividade científica e cultural que nele se efectiva, e já se desenvolvia durante o decénio e meio que precedeu a data de inicio oficial do Centro de Estudos da Energia Nuclear, em cuja direcção tive a honra de ser investida.

Muitos diplomados, agora colocados em Liceus da Metrópole e do Ultramar, em instituições de diferente caracter, no ensino particular, e em Laboratórios do Estado, de Companhias, e de Fábricas, ali esclareceram problemas, e informaram de bibliografia, ampliaram seus conhecimentos, e tomaram directo contacto com factos experimentais, de utilidade para a vida profissional. Aqueles que, por um conjunto de qualidades, se aperceberam mais completamente do impulso de que beneficiaram, e das facilidades de que usufruíram, sempre gratamente se manifestaram pelo apoio que lhes foi dado. Dizia um deles, Carlos Alberto Ferreira de Miranda, em carta que me dirigiu de S. Romão (Beira), em 21 de Agosto de 1954: "Mais uma vez agradeço á Sr.ª Professora D.ª Branca Edmée Marques, a atenção que me dispensa, e os ensinamentos, auxilio e estímulo, com os quais me tem sido possível começar a realizar e desenvolver o meu gosto pelo trabalho científico".

Muitos Assistentes (de Química, da Faculdade de Ciências de Lisboa, praticaram naquele Laboratório de Radioquímica, e nele aumentaram a sua cultura, para melhor exercerem as suas funções docentes. Alguns adquiriram o que, acima de tudo, importa, o "espírito de investigador", sem o qual o universitário se manteria numa atitude apenas receptiva e estagnante.

Em suma, uma actividade incessante e complexa, sem efémeras provas de fulgôr, mas real e proveitosa, e que representa uma capitalização que entra no património da Nação.

E fez-se tambem investigação de algum vulto, como ficou atestado por artigos, por notas, e por comunicações, apresentadas á Academia das Ciências de Paris, e em diversos Congressos científicos.

A outros, que não a mim, compete apreciar sobre a verdadeira significação, alcance, e valia de toda esta obra, quando situada cada uma das suas fases na exacta época em que foi produzida, se alguma vez isso for considerado digno de qualquer reparo.

Julgo contudo necessario acentuar que, em seus alicerces, ella só foi possível graças á clarividencia de dois insignes universitários, os actuais e illustres Reitor da Universidade Classica de Lisboa, e Director da Faculdade de Ciências, Professor Dr. Victor Hugo de Lemos e Professor Dr. Antonio Pereira Forjaz. Cedendo-me o espaço de uma antiga sala de aulas teóricas da Faculdade, e dando os seus autorizados apoios ás minhas ultteriores diligencias, operaram no sentido de conservar-se o meu entusiasmo e a minha fé; e assim, no de tomar algum corpo a minha iniciativa de estabelecer as condições laboratoriais, e o ambiente, propícios á investigação científica, no dominio da Radioquímica.

que audaciosas são, por vezes, as ambições da Juventude! Por 1936 não existia no nosso País, qualquer laboratório dedicado ao culto desse ramo de Ciência que, dos Poderes Públicos, ainda não merecia maior atenção do que os outros; apenas a radioactividade das aguas minerais, e a dos minérios, occupava de ha muito, mas temporariamente, alguns dos nossos químicos mais eminentes.

Eu acabava, porém, de regressar de um estágio no Instituto do Radio de Paris, feito justamente no periodo aureo deste Estabelecimento — o da maravilhosa e valiosissima descoberta de radionuclídeos formados pela acção de projecteis atómicos, e rearranjo das particulas elementares. E — genial antecipação do fenómeno da cisão nuclear — ao espirito dos sábios francezes, de tais gloriosos títulos, já aflorava a ideia de "transmutação massiva", e a los proveitos, e a dos enormes perigos que ella ofereceria á Humanidade.

que vantagens eu colhi nesse estágio, subvencionado pelo Instituto de Alta Cultura, e, em parte, pelo próprio Instituto de Rádio de Paris! Quantos ensinamentos técnicos, e que amplos horizontes se me desvendaram, até sobre as futuras aplicações dos radionuclídeos, e sobre os novos processos de actuação! Nessa época, o Instituto de Rádio de Paris, superiormente dirigido pela genial e erudita Mme. Marie Curie, era mais do que um bom estabelecimento de investigação científica; pairava nele uma agradável atmosfera de constante inovação, de descoberta, espécie de fluido de forte poder dinâmico, que parecia querer impelir-nos para mais elevados destinos. Era esse imponderável que dava o ânimo e o estímulo para cada um se ultrapassar a si próprio e que, a distância, em Lisboa, ainda me influenciava.

Na Faculdade de Ciências, para obter o meu Laboratório de Radioquímica, foi preciso começar pela construção de salas de trabalho, no espaço benévola e voluntariamente cedido, fazer fabricar o mobiliário adequado, e adquirir o equipamento científico.

Durante bastante tempo, a carência de meios materiais obrigou a limitar a minha actuação àqueles problemas que pouco mais exigiam do que o devocionismo científico, pertinácia, uma certa perícia, e as clássicas instalações para medir a radioactividade. Depois, lentamente, as condições foram melhorando; de anos a anos, o Instituto de Alta Cultura concedia-me pequenos subsídios para a compra de material, facto que muito contribuiu para o êxito do empreendimento. Mas quanta energia gasta, e quanto tempo dispendido em solicitações, até serem conseguidas algumas possibilidades para um labôr sério, de investigação! Uma retro-análise dos factos força a concluir que o Laboratório de Radioquímica da Faculdade de Ciências de Lisboa, nasceu prematuramente. As "possibilidades" não rritificam por si próprias, espontaneamente; é indispensável que alguém, com a sua inteligência, a sua meditação, a sua fé, uma inabalável vontade, o seu esforço, o seu sacrifício, mas também com algum prémio, as transmuda em sólidas e úteis realidades. Ora, durante um decénio e meio, não foi atribuída qualquer bolsa de estudos aos obreiros do Laboratório de Radioquímica da Faculdade de Ciências de Lisboa.

Que me seja permitido aqui ponderar, muito respeitosa e humildemente, que é um análogo óbice -- a exiguidade dos honorários do pessoal docente das nossas Faculdades, em particular para os Assistentes e para os Professores Extraordinários -- que mais poderosamente se ergue contra um amplo desenvolvimento científico, nas nossas Universidades clássicas.

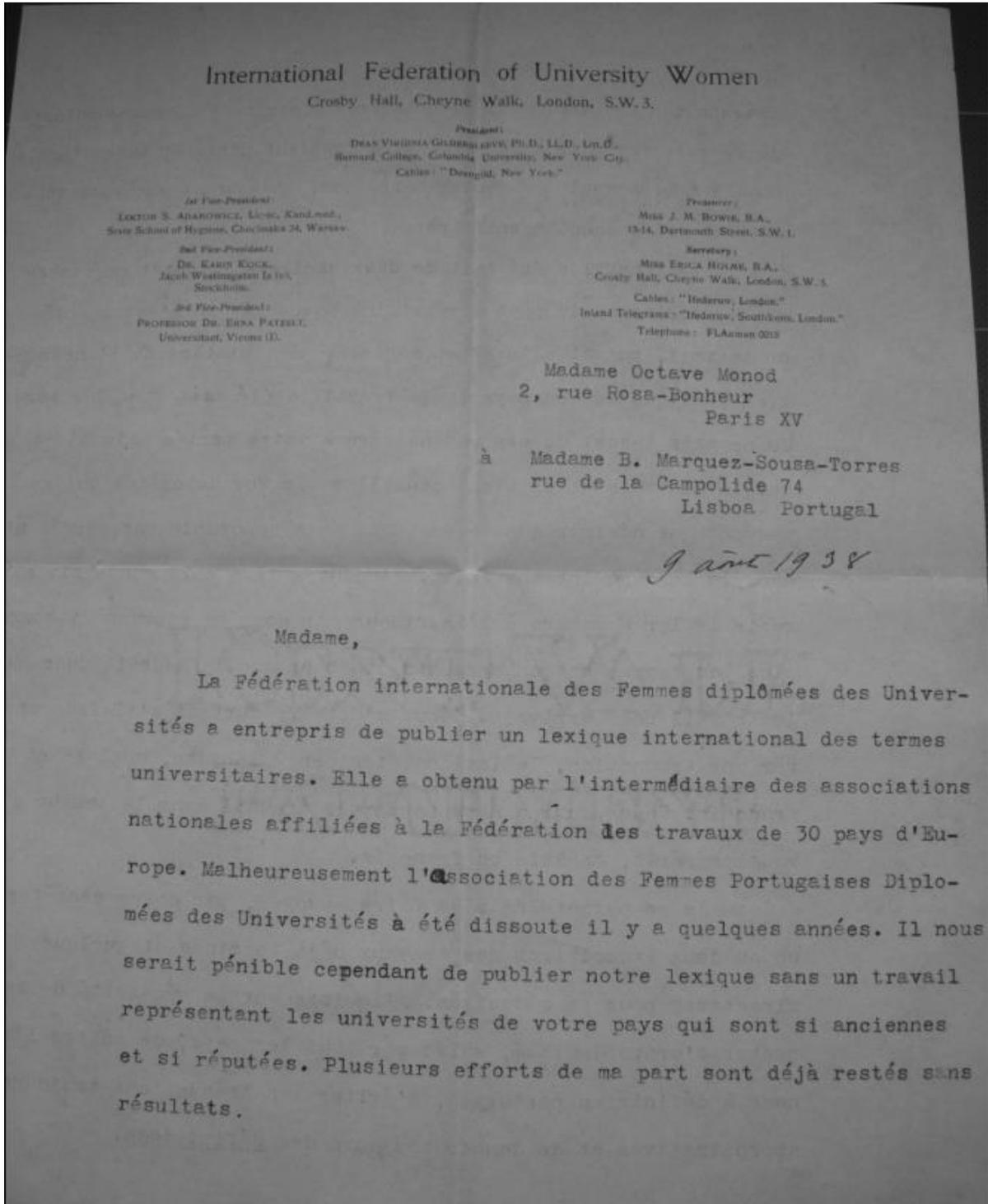
Esse facto impõe a presente necessidade de acumular muito serviço, tanto docente como extra-oficial; e, quando cumprido ele com zelo e solicitude, ao universitario, quaisquer que sejam as suas capacidades inventivas, mesmo que ainda lhe não falte a disposição, escasseia-lhe o tempo para um trabalho especulativo, sereno, e continuado, em elevado nível.

Depois destas apropriadas considerações, nada mais grato ao meu espírito do que registar a grande mudança, a todos os títulos importante e profícua, que se operou no meu Laboratório quando, em Abril de 1955, foi criado o Centro de Estudos de Radioquímica, da Energia Nuclear, que ali passou a funcionar. Logo me senti acompanhada pela "compreensão", que esse acto manifestava, e pelo valioso e efectivo apoio que, sob o alto patrocínio do prestigioso Instituto de Alta Cultura, o Conselho de Investigação científica não deixaria de nos prestar. Este Conselho originou a actual Comissão de Estudos.

A minha vida oficial estava agora orientada sobretudo para o ensino; além de tomadas todas as manhãs, de cada dia útil, em aulas a cerca de 200 alunos, havia que preparar as lições teóricas que lhes exeria na "cadeira de



(AHMUL)



Cherchant à trouver une universitaire portugaise de bonne volonté je me suis adressée à mes amis de l'Institut Curie et Mademoiselle Chamif a bien voulu me donner votre nom, m'assurant que vous vous intéresseriez à notre entreprise.

Le travail a été fait de deux manières : tantôt un membre de l'Association du pays a réuni les documents et s'est chargée du travail, tantôt elle s'est adressée au ministère de l'instruction publique de son pays et le travail a été fait dans les bureaux. Je ne sais lequel de ces moyens sera à votre portée mais il me semble que vous serez bien accueillie par vos autorités qui ne peuvent que désirer que le Portugal soit honorablement représenté dans le lexique international. J'ajouterais que le manuscrit sera remis le 1er Novembre à l'imprimeur car nous ne pouvons attendre plus longtemps, nos engagements étant pris. Il faudrait donc que le travail nous arrive au début d'Octobre surtout s'il faut assurer une traduction, le lexique étant en 2 langues, anglais et français. Vous pourrez nous donner le travail dans la langue que vous préférez, anglais ou français.

Je me permets de vous faire envoyer, par notre secrétariat, un ou deux exemplaires des travaux déjà terminés et quelques directives pour sa rédaction. J'insiste sur la nécessité de respecter l'ordre indiqué, suivi par tous les pays, de mettre les noms à définir en portugais, d'éviter les traductions toujours approximatives et de donner toujours des définitions.

## International Federation of University Women

Crosby Hall, Cheyne Walk, London, S.W. 3.

**President:**

DEAN VIRGINIA GOLDENGLASS, Ph.D., LL.D., LL.M.,  
Barnard College, Columbia University, New York City.  
Cables: "DeanGold, New York."

**1st Vice-President:**

LEKTOR S. ADAMOWICZ, Lic. Sc. Kariol. med.,  
State School of Hygiene, Chocimska St. Warsaw.

**2nd Vice-President:**

DR. KARIN KOCK,  
Jacob Wastingsatan 1a (n),  
Stockholm.

**3rd Vice-President:**

PROFESSOR DR. IRINA PATZELT,  
Universitat, Vienna (II).

**Treasurer:**

MISS J. M. BOWEN, B.A.,  
13-14, Dartmouth Street, S.W. 1.

**Secretary:**

MISS ERICA HOLME, B.A.,  
Crosby Hall, Cheyne Walk, London, S.W. 3.  
Cables: "Hederuv, London."  
Inland Telegrams: "Hederuv, Southdown, London."  
Telephone: FLAcesian 2215.

Peut-être suis-je bien indiscrette de compter sur votre  
bonne volonté mais, tant pour l'université portugaise que pour  
notre lexique, il m'au~~g~~<sup>l</sup> eût coûté de publier sans votre contri-  
bution.

Croyez, Madame, à mes sentiments très distingués et recon-  
naissants.

*MOMONY*

*Présidente de la Commission  
du lexique de termes universitaires  
de l'Fédération Internationale des Femmes  
diplômées de Universités*



(AHMUL,2639).

Exmo.Sr.Professor Doutor JOSÉ FRANCISCO RAMOS E COSTA,  
Director da Faculdade de Ciências de Lisboa .

Exmo Sr. Director :

Queira V<sup>ª</sup>Excia desculpar-me pelo tempo que vos vou tomar com uma sucinta descrição sobre os factos que deram origem ao nascimento do " LABORATÓRIO DE RADIOQUÍMICA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS DE LISBOA " , os objectivos que sempre houve nesse Laboratório, e os serviços que ali se têm prestado .

Num momento em que se estão elaborando projectos para as novas instalações da Faculdade de Ciências de Lisboa, e em que o Exmo.Sr.Reitor deseja conhecer quantos e quais são os Centros de estudos e investigação existentes na Universidade de Lisboa, não me parece descabido trazer a foco o assunto.

Como V<sup>ª</sup>Excia decerto saberá,eu trabalhei durante quatro anos consecutivos sob a orientação científica da imortal Mme.Marie Sklodowska CURIE, e na época do maior apogeu do Instituto do Rádio de Paris, aquela época em que ali foi feita a descoberta da "radioactividade artificial ou provocada" ,ou seja a dos primeiros processos de produção voluntária de radioelementos ou radionuclídeos. Esta descoberta,que deu um prémio Nobel de Química a Irene Curie e ao seu marido, assim como a descoberta feita anteriormente por Mme.Marie Curie sobre as causas da radioactividade, e a de Ernest Rutherford sobre a possibilidade de transmutar espécies químicas, constituem os sólidos alicerces em que assentou a rápida construção da " RADIOACTIVIDADE ", com seus numerosos e modernos ramos científicos : Radioquímica,Radiofísica , Química Nuclear, Energia Nuclear, etc.etc..

Naquela época,no Instituto do Rádio de Paris havia um ambiente científico dificilmente igualavel . Ali ouvia-mos com frequência os autorizados raciocínios, palestras e conselhos técnicos dos máximos valores do saber humano. E eu tive a sorte de poder tratar directamente também com o grande Georges Urbain,que seriamente era temido por todos os doutorandos e pelos seus alunos,na Sorbonne;de poder conversar com Paul Langevin e com um outro prémio Nobel, o idoso Jean Perrin, que chegou a distinguir-me com a sua amizade e,por duas vezes me visitou na minha residencia de Lisboa.

E,com tão importantes apoios e exemplos,no

Instituto do Rádio de Paris, todos então trabalhavam com um ritmo frenético, durante muitas horas diáriamente ; e com um entusiasmo contagiado , todos tentavam encontrar algo de novo e inédito.

Quando o Instituto de Alta Cultura deu por findo o meu estágio, (que eu tanto desejei prolongar) , e regresssei a Portugal, em janeiro de 1936, eu vinha tão impregnada desse entusiasmo que logo concebi criar , na Faculdade de Ciências de Lisboa, um LABORATÓRIO DE RADIOQUÍMICA, onde se pudesse vir a investigar sobre assuntos de Radioactividade : Radioquímica, Química Nuclear, Fotografia Nuclear, etc.etc.

Devo dizer que, ha 24 anos, essa ideia de crear um Laboratório official, ou Centro official, de estudos de Radioquímica, era de véras audaciosa. Em Portugal a atmosfera não era ainda suficientemente propícia para um tal empreendimento, e faltava-me o dinheiro para as necessarias obras e para o indispensavel apetrechamento do Laboratório ou Centro. Sómente não faltava o meu entusiasmo, a minha abnegação, e a minha coragem. E, com a compreensão dos Srs. Directores da Secção de Ciências Físico-Químicas e da Faculdade, respectivamente Professor Dr. A. Pereira Forjaz e Professor Dr. Vítor Hugo de Lemos, fui vencendo as principais dificuldades.

Mas, quantas e morosas diligencias tive que empregar ..... Que numero formidavel de horas gastei para obter apenas o indispensavel material que permitiria realizar alguns trabalhos de investigação .....

Diversos subsídios me foram concedidos, de longe em longe, para a compra de material; mas o quantitativo de cada um deles era pequeno em relação ás carências; o maior de todos eles apenas atingiu a ordem dos 38.000\$00 .

Muito grato me é poder dizer que, apesar de tudo, pelo fim do ano de 1938, o LABORATÓRIO DE RADIOQUÍMICA DA FACULDADE DE CIÊNCIAS DE LISBOA ficou creado , e ali comecei a investigar sobre as propriedades físico-químicas do polónio, e a dar orientação a trabalhos realizados por diversos assistentes de química, da Faculdade : D<sup>a</sup> Alice de Magalhães, D<sup>a</sup> Catarina Peralta, D<sup>a</sup> Maria Regina Grade, D<sup>a</sup> Maria Ivone de Barros, D<sup>a</sup> Maria Cristina Moreira de Almeida, Fernando Medeiros, Carlos Ferreira de Miranda, etc..

Cerca de 15 anos mais tarde, em Abril de 1953 , o Instituto de Alta Cultura deliberou crear um Centro de Estudos de Radioquímica, da Energia Nuclear , o qual funcionaria no Laboratório de Radioquímica da Faculdade de Ciências de Lisboa; e eu fui incumbida da direcção científica do dito Centro de Estudos. No Laboratório de Radioquímica da Faculdade de Ciências de Lisboa, passou desde então a usufruir-se do moderno e importante apetrechamento do Centro de Estudos da Energia Nuclear.

Esta exposição não teve por objectivo apresentar os meus feitos, embora me pareça meritória e digna de respeito e de todo o interesse, a

obra que, para a Faculdade, realizei entre 1936 e 1939 e no domínio das Ciências Nucleares. Desejo apenas marcar a posição da Faculdade de Ciências de Lisboa nesse domínio. Foi nesta Faculdade, e no ano de 1936-1939, que, sob o modesto nome de "LABORATÓRIO DE RADIOQUÍMICA", se fundou o primeiro Centro de Estudos unicamente destinado a investigações sobre Radioquímica e Química Nuclear.

Por outro lado, acho importante que não se estabeleça confusão entre o Centro de Estudos de Rádioquímica da Faculdade de Ciências de Lisboa, criado em 1938-1939 sob o nome de "Laboratório de Radioquímica", e o Centro de Estudos de Rádioquímica de Lisboa (da Energia Nuclear), criado pelo Instituto de Alta Cultura em 1953, embora este último funcione no espaço reservado ao primeiro, e o Centro de Estudos da Faculdade beneficie das grandes vantagens que o Centro da Energia Nuclear lhe vem proporcionando.

E também se me afiguraria inconveniente, e até injusto, que, na passagem da Faculdade de Ciências para as suas novas instalações, a obra conseguida com tanto esforço entre 1936 a 1939 e anos seguintes, se esfumasse até ao nada. Pelo contrário, parece-me muito importante que, no projecto das novas instalações da Faculdade de Ciências de Lisboa, se conte com um Instituto de Radioquímica e Química Nuclear, verdadeira e actualizada ampliação do "LABORATÓRIO DE RADIOQUÍMICA, agora existente".

\*\*\*

Agradecendo o interesse com que V<sup>ª</sup>Excia venha a considerar estes assuntos, termino esta longa escrita, e apresento-vos, Sr. Director, os meus cumprimentos.

Lisboa, 11 de Dezembro de 1960.



Fração do documento "Projecto para as novas instalações de Química da Fac. de Ciências" (AHMUL,2639):

7

água das chuvas; trabalhos sobre raios cósmicos;etc.) , todo este conjunto para ampliação de actual LABORATÓRIO DE RADIOQUÍMICA da Faculdade de Ciências de Lisboa. Este Laboratório possui actualmente duas salas.

Vivemos numa época em que se chega a atribuir aos números um significado estranho, e isso independentemente de quaisquer outras considerações a acompanhá-los. Por isso entendo que, seja qual for o campo de acção, será prudente aproveitar todas as unidades, e situar cada uma delas no seu " tempo " .

Ora, em Portugal, pelo que respeita á Radioquímica e até onde vai o meu conhecimento, foi na Faculdade de Ciências de Lisboa que se instalou o primeiro Laboratório destinado unicamente á investigação científica e á prática nesse ramo de Ciência. Foi designado por "Laboratório de Radioquímica " e, no último trimestre do ano de 1938 , já ali se prosseguiam investigações sobre o comportamento coloidal do polónio, em meio fortemente ácido. Mais tarde, em 1953, esse Laboratório passou a ser sede do Centro de Estudos de Radioquímica (e Química Nuclear), da Comissão de Estudos da Energia Nuclear, do Instituto para a Alta Cultura.

Este Centro de Estudos de Radioquímica tem actualmente dez componentes ( e não mais, apenas por falta de espaço para os trabalhos); dois desses componentes possuem o grau de "doutor" por Universidades estrangeiras, de primeira categoria ( Paris; Cambridge ).

O Laboratório de Radioquímica, da Faculdade de Ciências de Lisboa, tem também um certo valor de caracter um tanto ... histórico. Se nos reportarmos ao ano de 1936 (janeiro de 1936), e se nos recordarmos do ambiente científico e das enormes dificuldades financeiras dessa época, - dificuldades que, para o campo da investigação científica, pura, as modernas gerações portuguesas nem já compreendem - , talvez ainda possamos fazer uma ideia, embora já um tanto vaga, da coragem, tenacidade, soma de trabalhos e inquebrantável fé , que foram necessarias á actual directora do Centro de Estudos de Radioquímica, para conseguir as indispensaveis obras de adaptação a laboratórios, e os equipamentos precisos para o funcionamento do Laboratório de Radioquímica. Tudo isto foi necessário e também a

8

compreensão e o patrocínio dos Srs. Director da Faculdade de Ciências e da Segunda Secção da mesma Faculdade, respectivamente Professor Dr. Victor Hugo de Lemos e Professor Dr. António Pereira Forjas.

Não me parece descabido deixar aqui registadas estas singelas recordações, por entender que, ao ser transferida a Faculdade de Ciências para as suas novas instalações, deverá dar-se a maior ampliação possível a todas as obras de algum mérito, que já existam na Faculdade, e por entender que a " Investigação científica " deverá ocupar um lugar de grande proeminência na futura estruturação do ensino universitário.

É ainda um meu dever, e muito grato, deixar aqui registado o meu agradecimento ao Sr. Director da Faculdade de Ciências, Professor Dr. José Francisco Ramos e Costa, por me haver solicitado a elaboração de um projecto-programa para proposta de novas instalações do LABORATÓRIO DE RADIOQUÍMICA da Faculdade de Ciências, e CENTRO DE ESTUDOS DE RADIOQUÍMICA, da ENERGIA NUCLEAR (Instituto de Alta Cultura), assim revelando, uma vez mais, o seu superior critério, e vindo ao encontro da necessidade mais premente que se verifica nesse lugar de trabalho científico.

&   &   &

Sobre estruturação geral :

Instalações de Química para uns 2000 alunos de Cursos gerais, Licenciaturas, preparatórios para outras Faculdades e Escolas Superiores, Especializações, investigação científica, e para a investigação científica de Professores, Assistentes, doutorandos, etc., obrigará á construção de um prédio de área muito grande e de muitos andares, onde as distribuições se baseiem num estudo meticoloso; pois, de contrário, algumas actividades virão seguramente a prejudicar outras. Por exemplo, o funcionamento de centrifugas, de bombas de vácuo, de trituradoras electricas, etc., será nocivo a todas as delicadas operações que exijam salas an-

(AHMUL,2639)

Exmo.Sr.Professor Doutor JOSÉ FRANCISCO RAMOS E COSTA  
Director da Faculdade de Ciências de Lisboa. Lisboa.

Exmo.Sr.Director :

Quando, em 1958, na Faculdade de Ciências foram feitas obras, para a criação do Laboratório de Rádioquímica, houve o cuidado de lhe fazer chegar a energia eléctrica por fios condutores de adequada secção e directamente ligados á portinhola da rua. Esses condutores vinham, desde o rez-do-chão até ao primeiro andar do edifício, dentro de uma "coluna", que era privativa daquele Laboratório.

Mas, quando as Companhias Reunidas do gaz e da electricidade alteraram as características da rede de alimentação geral, e modificaram a rede de distribuição, a dentro da Faculdade, a dita columna e os referidos condutores passaram a servir de base para múltiplos circuitos, facto este que muito tem prejudicado, e continua prejudicando, o Laboratório de Rádioquímica da Faculdade. Sucedem-se as bruscas interrupções de corrente eléctrica, e isto causa importantes avarias nas instalações contadoras da radioactividade, as quais diariamente ali funcionam, desde as 9 até ás 18 horas, e sob tensões de 400 a 1.400 volts.

Por isso, eu venho junto de V<sup>ª</sup>Excia para solicitar o grande obséquio de providencias no sentido de se tornarem a estabelecer as antigas condições gerais acima indicadas.

Finalmente, apresento a V<sup>ª</sup>Excia o meu antecipado agradecimento, e os meus melhores cumprimentos.

A BEM da NAÇÃO

Lisboa, 18 de Novembro de 1960.

