



SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

Múltiplas facetas na história da ciência química

Isabel Malaquias
João Oliveira
José Ferraz-Caetano
(Coords.)



universidade de aveiro
theoria poiesis praxis



SOCIEDADE PORTUGUESA DE QUÍMICA

Múltiplas facetas na história da ciência química

Isabel Malaquias
João Oliveira
José Ferraz-Caetano
(Coords.)



universidade de aveiro
theoria poiesis praxis

FICHA TÉCNICA

Título:

Múltiplas facetas na história da ciência química:
2.º Encontro Nacional de História da Química

Coordenadores:

Isabel Malaquias, João Oliveira, José Ferraz-Caetano

Autores:

Alexandra Rodrigues, Ana Freitas, Ana Leonor Pereira, Ângela Santos, Artur Neves, Carla Machado, Catarina Paiva, Cristina Marques, Décio Martins, Eugénia Fernandes, Gilberto Pereira, Hany Hamroush, Isabel Cruz, Isabel Malaquias, João Oliveira, João Rui Pita, Jorge Fernandes Alves, José Antonio Chamizo, José Ferraz-Caetano, Luiz Felipe Sant'Anna Neto, Márcia Vilarigues, Maria Elvira Callapez, Maria Guilherme Semedo, Maria Teresa S. R. Gomes, Marisa Monteiro, Pedro Casaleiro, Pedro J. S. B. Caridade, Rita C. Alves, Roberto Lamanna, Sérgio P. J. Rodrigues, Vanessa Otero

Design e paginação: Joana Pereira

Editora:

UA Editora
Universidade de Aveiro
Serviços de Documentação, Informação Documental e Museologia

1ª edição - setembro 2023



Os conteúdos apresentados são da exclusiva responsabilidade dos respetivos autores. © Authors. Esta obra encontra-se sob a Licença Internacional Creative Commons Atribuição 4.0 (CC BY 4.0).

Financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito dos projetos UIDB/00194/2020, UIDP/00194/2020, UIDP/50017/2020, UIDB/50017/2020 e LA/P/0094/2020



ÍNDICE

PROGRAMA E ORGANIZAÇÃO DAS SESSÕES.....	5
INTRODUÇÃO	7
Isabel Malaquias, João Oliveira, José Ferraz-Caetano	
PLENÁRIAS.....	9
Role of chemistry and geochemistry in deciphering some aspects in the evolution of Egyptian Civilization	
Hany Hamroush	
Chemistry and its transformations	
José Antonio Chamizo	
António Joaquim Ferreira da Silva (1853-1923), Químico: coordenadas de um percurso referencial	
Jorge Fernandes Alves, Rita C. Alves	
SESSÃO 1	33
A química e a higiene científica: a epidemia de Coimbra em 1809.....	
João Rui Pita, Ana Leonor Pereira	
Joaquim dos Santos e Silva (1842-1906) e a investigação química sobre a Cinchona e a quinina.....	
Maria Guilherme Semedo, João Rui Pita, Ana Leonor Pereira	
Canábis e canabinóides nos últimos 50 anos, para fins ditos recreativos, em Portugal.....	
Catarina Paiva, João Rui Pita, Ana Leonor Pereira	
SESSÃO 2	51
Em torno de um <i>étalon photométrique</i>	
Isabel Malaquias	
Shedding light into the earliest collection of magic lantern slides in Portugal.....	
Ângela Santos, Alexandra Rodrigues, Carla Machado, Gilberto Pereira, Vanessa Otero, Márcia Vilarigues	
A descoberta da Polarografia, um novo caminho para a análise química em Portugal.....	
Cristina Marques	

SESSÃO 367

AMOR À PRÁTICA:

o que pode unir António Augusto de Aguiar, Virgílio Machado e Alfredo da Silva 69

Isabel Cruz

Simão Mathias:

importância na gênese da Sociedade Brasileira da História da Ciência..... 73

Luiz Felipe Sant'Anna Neto, Isabel Malaquias

O arquivo pessoal de Ferreira da Silva em estudo: descobertas recentes..... 77

Ana Freitas, Eugénia Fernandes, Marisa Monteiro

SESSÃO 481

Mole e número de Avogadro: uma visão sobre o desenvolvimento destes conceitos..... 83

João Oliveira

Evolução do cálculo das propriedades atómicas a partir de primeiros princípios..... 89

Pedro J. S. B. Caridade, Sérgio P. J. Rodrigues

**Lógicas do Passado: Como a História da Química argumenta
o advento da Inteligência Artificial em Ciência 95**

José Ferraz-Caetano

SESSÃO 599

Os primórdios da imitação da carapaça de tartaruga em Portugal..... 101

Artur Neves, Maria Elvira Callapez

Prussian blue: from its serendipitous discovery to the amazing applications 105

Maria Teresa S. R. Gomes

**Produção e divulgação de uma banda desenhada sobre a
história da espectroscopia de RMN na Universidade de Coimbra..... 109**

Roberto Lamanna, Décio Martins, Pedro Casaleiro, Sérgio P. J. Rodrigues

PROGRAMA E ORGANIZAÇÃO DAS SESSÕES

DIA 8

10h00	Abertura - VR Professor Artur Silva
10h30	Plenária 1 Role of chemistry and geochemistry in deciphering some aspects in the evolution of Egyptian Civilization - Hany Hamroush Moderadores: Isabel Malaquias e João Oliveira
11h30	
12h00	Reunião Grupo HQ -SPQ
13h00	ALMOÇO
14h30	SESSÃO 1 - Moderadores: João Oliveira e José Caetano
	A química e a higiene científica: a epidemia de Coimbra em 1809 João Rui Pita, Ana Leonor Pereira
	Joaquim dos Santos e Silva (1842-1906) e a investigação química sobre a Cinchona e a quinina Maria Guilherme Semedo, João Rui Pita, Ana Leonor Pereira
	Canábis e canabinóides nos últimos 50 anos, para fins ditos recreativos, em Portugal Catarina Paiva, João Rui Pita, Ana Leonor Pereira
15h30+15 min	Discussão
	COFFEE BREAK
16h00	SESSÃO 2 - Moderadores: Maria Elvira Callapez e João Oliveira
	Em torno de um <i>étalon photométrique</i> Isabel Malaquias
	Shedding light into the earliest collection of magic lantern slides in Portugal Ângela Santos, Alexandra Rodrigues, Carla Machado, Gilberto Pereira, Vanessa Otero, Márcia Vilarigues
	A descoberta da Polarografia, um novo caminho para a análise química em Portugal Cristina Marques
17h+15min	Discussão
17h30	Plenária 2 Chemistry and its transformations - José Antonio Chamizo Moderadores: Isabel Malaquias e João Oliveira
18h30	

DIA 9

10h00	Plenária 3 António Joaquim Ferreira da Silva (1853-1923), Químico: coordenadas de um percurso referencial - Jorge Fernandes Alves e Rita C. Alves Moderadores: Isabel Malaquias e João Oliveira
11h00	SESSÃO 3 - Moderadores: Sérgio Rodrigues e José Ferraz-Caetano
	AMOR À PRÁTICA: o que pode unir António Augusto de Aguiar, Virgílio Machado e Alfredo da Silva Isabel Cruz
	Simão Mathias: importância na génese da Sociedade Brasileira da História da Ciência Luiz Felipe Sant'Anna Neto, Isabel Malaquias
	O arquivo pessoal de Ferreira da Silva em estudo: descobertas recentes Ana Freitas, Eugénia Fernandes, Marisa Monteiro
12h+15 min	Discussão
12h15	Visita virtual à exposição bibliográfica de Ferreira da Silva
13h00	ALMOÇO
14H30	SESSÃO 4 - Moderadores: Maria Elvira Callapez e Sérgio Rodrigues
	Mole e número de Avogadro: uma visão sobre o desenvolvimento destes conceitos João Oliveira
	Evolução do cálculo das propriedades atómicas a partir de primeiros princípios Pedro J. S. B. Caridade, Sérgio P. J. Rodrigues
	Lógicas do Passado: Como a História da Química argumenta o advento da Inteligência Artificial em Ciência José Ferraz-Caetano
15h30+15 min	Discussão
	COFFEE BREAK
16h00	SESSÃO 5 - Moderadores: José Ferraz-Caetano e João Oliveira
	Os primórdios da imitação da carapaça de tartaruga em Portugal Artur Neves e Maria Elvira Callapez
	Prussian blue: from its serendipitous discovery to the amazing applications Maria Teresa S. R. Gomes
	Produção e divulgação de uma banda desenhada sobre a história da espectroscopia de RMN na Universidade de Coimbra Roberto Lamanna, Décio Martins, Pedro Casaleiro, Sérgio P. J. Rodrigues
17h+15min	Discussão
17h30	Encerramento

INTRODUÇÃO

Em “Múltiplas Facetas na História da Ciência Química” destacam-se várias participações decorrentes da realização do II Encontro Nacional de História da Química. Ao longo das páginas que se seguem, registam-se perspectivas sobre a importância atual da Química e suas diferentes interfaces, apresentando-se desenvolvimentos recentes da sua historiografia, suas instituições e diálogos concomitantes com outras áreas do saber, em desafios multidisciplinares que têm conduzido à melhor resolução de questões e desafios do quotidiano, ou que contribuam para um melhor entendimento de passados e civilizações longínquas como, por exemplo, a egípcia. A noção de que a existência de um conhecimento disciplinar incorpora um contexto social de transmissão e a existência de um grupo social que o reproduz, direciona-nos à percepção de que, tal como as outras ciências, a química apenas pode ser entendida através das suas modificações históricas. Dentro desta linha, e porque os atores são agentes das mudanças, relembra-se o químico português Ferreira da Silva, de quem se regista o centenário do seu falecimento. Será ocasião de recordar aspetos da sua vivência com realizações inovadoras no campo da produção científica, mas também de polémicas famosas, defendendo as suas posições, ao conhecimento de novos elementos do seu arquivo pessoal. Outros actores nacionais e internacionais serão objeto de referência, com destaque ao papel da experiência, relevante no contexto histórico da química, ao desenvolvimento de condições e criação de instituições dedicadas ao estudo e investigação da história da ciência, sem esquecer a importância da reflexão sobre novos produtos, ou fármacos, cujo impacto societal é revelador da sua importância. Num contexto um pouco diferente, destacam-se análises sobre o percurso evolutivo de conceitos, caros ao mundo químico, ou de propriedades que só podem ser obtidas indiretamente, ou ao questionamento de como o estudo crítico de episódios específicos/ metodologias científicas do passado podem ser relevantes na compreensão do futuro.

A Química esteve sempre no centro da capacitação da humanidade para a compreensão do mundo que a rodeia. A importância de preservar a memória histórica da dinâmica desse conhecimento, dos homens e mulheres que o produziram, implica também preservar a memória de vários artefactos, produtos, instrumentos

e técnicas, que constituíram percursos de desenvolvimento desta ciência a que se acrescentam atividades multidisciplinares específicas de restauro, identificação e especificidade química dos materiais, para além da própria utilização artística e/ou decorativa, de algumas substâncias, naturais ou sintetizadas, buscando alternativas menos agressivas do ecossistema biológico.

Aveiro, 7 de agosto de 2023

Isabel Malaquias
João Oliveira
José Ferraz-Caetano

PLENÁRIAS

ROLE OF CHEMISTRY AND GEOCHEMISTRY IN DECIPHERING SOME ASPECTS IN THE EVOLUTION OF EGYPTIAN CIVILIZATION

Hany Hamroush
The American University in Cairo
hamroush@aucegypt.edu

ABSTRACT

Both Chemistry and Geochemistry play an important role in our daily lives in numerous ways such as in the development of new materials and polymers, in the pharmaceutical industry and in the energy sector as well as many others. Moreover, we now understand that the modern use of Chemistry and Geochemistry calls for an interdisciplinary approach to best solve multiple issues and challenges in our daily lives. Similarly, an interdisciplinary approach can be utilized by archaeologists and Egyptologists to understand and decipher ancient Egyptian history.

This presentation will give some examples of how chemistry and geochemistry have helped to solve several questions posed by archaeologists and Egyptologists within the context of the evolution of the Egyptian civilization.

The first example demonstrates how the nature and behavior of the river Nile influenced the evolution of the Egyptian civilization. Specifically, it will address the nature of the evolution of ceramic technology during the Predynastic time in Egypt. The second example is the use of modern analytical techniques in discovering the secrets of some important ancient Egyptian mummies. And finally, it will illustrate how geochemistry helped to decipher some secrets about the Sphinx and its temple in the Giza Pyramids area.

CHEMISTRY AND ITS TRANSFORMATIONS

José Antonio Chamizo
Facultad de Química-Instituto de Investigaciones Filosóficas
Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad de México, México

INTRODUCTION

When the ontologically pluralist perspective is applied to the relationship between chemistry and physics, a picture completely different from the traditional one appears. Once the epistemological irreducibility of chemistry to physics is admitted, the ontological priority of the physical world turns out to be a mere metaphysical prejudice. From the pluralist view point, concepts like bonding, molecular shape and orbital, refer to entities belonging to the chemical ontology, which only depends on the theory that constitutes it. Chemical entities do not owe their existence to an ontologically more fundamental level of reality, but to the fact that they are described by theories whose immense predictive and creative power cannot be ignored.

O. Lombardi (2015, p. 23)

As we know it today, chemistry is the result of a thousand-year-old multitude of inheritances that, embodied in trades, influenced the daily life of all cultures, helping to build, in all of them, a material culture (Tilley, 2006). It is still surprising that practices as different as that of the blacksmith and metallurgy, the healer and pharmacy, the potter and ceramics, the baker and biotechnology have come together to end up merging, barely three centuries ago, in a common field: chemistry. It should be noted that there is no disciplinary knowledge absent from a social context of transmission and from a social group (the current chemical community, both academic and industrial) that reproduces itself. For this reason, what we currently call chemistry, as is the case with the other sciences, can only be understood through their historical changes.

Chemistry is thus a pluralistic relatively young discipline that has integrated a multitude of millenary trades, today transformed into technosciences

(Chamizo, 2013) a place where it is studied, practiced and transmitted how to manufacture and transform substances in small and very large quantities. Chemistry is mainly about chemical reactions.

In the scientific practices of chemistry, the laboratory is the central place, where the chemical experiment is carried out. Chemical practices (analysis and synthesis) are different from other scientific practices, particularly those from physics (Kim, 2014). By participating in a practice, one knows what to do and what to say, although part of the knowledge about it is tacit knowledge (Polanyi, 1966). Chemical practices are related to Kuhn's 'exemplars', that is, the collection of problems, theoretical and experimental, shared and solved by a specific community at a particular historical moment that are generally found in professional publications, and especially in their own discipline textbooks. It is apprenticeship in the regimented discipline of the chemical community that allows transmission of purposes. Chemical practices do not try to discover what matter is like, what they mainly seek is to build new substances (Tobin, 2016).

The value of instruments in the development of science and technology is already out of the question: *Scientific instruments are fundamental to the practice of science* (Bud, 1998, p. ix). This is noted because chemistry, or rather its predecessor alchemy, was the first practice that dedicated an isolated space in which it gathered the instruments necessary to carry out their activities (Holmes, 2000). From the beginning, the analysis of substances, permanently associated with the concept of purity, has been an obsession for chemists (Bensaude-Vincent and Simon, 2008). Since "natural" substances are not pure, the separation of the parts that constitute them, the isolation of what is wanted, has been a constant in chemical practices, even since they were alchemical. There is no such thing as pure substances. What we have direct access is to a "predominant" substance mixed in minor or very minor amounts with different substances. The purity depends on our technical ability to identify impurities. Different techniques indicate different levels of purity. For this reason, generally, when the purity is indicated, the analysis technique through which it has been recognized is mentioned.

Through the operation of technical-chemical systems, human beings as willing agents obtain objects that were not in the world, such as Dynamite, Aspirin, Nylon, freons and the millions of artificial substances that constitute a supernature, and which are philosophically called artifacts. There are no new substances - or artifacts - without action and without design. They are not only the result of an intentional human action, they also have a meaning embedded in a specific historical context. Since its millennial origin, through the trades, the main way in which chemists today 'know' is 'doing' and this chemical practice characterized by action increases and has increased the complexity of the world. For chemists, besides their substances, reality is found in the hidden accumulated entities (Arabatzis 2008) that explain chemical practices, such as chemical atoms, chemical electrons, ions,

spin or molecular orbitals (Mulder, 2011), not in the underlying physical theories, like quantum mechanics. As Morrison indicated (2004, p.446):

Too often philosophical debates about the reality of particular entities focus on specific conditions that are taken as defining what counts as “real”. By focussing less on definitional aspects and more on the evolution of properties and ideas within a conceptual/ physical framework, our philosophical arguments will gain historical accuracy and hence greater credibility as an explanation of scientific practice.

Substances are the ontology of chemical practices (van Brakel, 2012). Through his synthetic practices, the number of substances grew from several hundred in 1800 to more than 150 million at the beginning of the 21st century, most of which are commercialized. And every day, and day after day, more than 15,000 new substances are added to the world, posing a major ethical problem (Schummer, 2001).

Chemical practices mainly use models rather than theories (Schummer, 2010). Because in chemistry, models are also mediators between the real world and us, which means that they function not only as representations, but also as means of intervention (Klein, 2003). Because different models for the same field of application can coexist and complement each other in useful ways, for example in the diverse and complex number of acid-base reactions (Jensen, 1980). Because models are also used in industrial and technological chemistry (Suckling, 1978).

CHEMISTRY AND ITS TRANSFORMATIONS

Chemical sciences are not aimed at unveiling the underlying reality beneath the surface. Rather they are dealing with a jungle of molecules and striving to take advantage of their dispositions

B. Bensaude-Vincent (2008)

In 1732, in Europe, chemistry emerged as an independent science, with strong and stabilized shared practices: didactics (Powers, 2012), industrial (Clow, 1992; Aftalion, 2001), and experimental (Holmes, 1989). Since then, 1818, it has undergone four major transformations, characterized by the appropriation and accumulation of new epistemic objects or “hidden entities”, the first of them chemical atoms, that continue to be used today, and by the emergence of new subdisciplines such as organic chemistry, physical chemistry, instrumental chemistry, and organometallic chemistry, among others.

Transformation incorporates novelty into persistence (Chamizo, 2022). We transform what already exists, what we have, and after doing so, something of what we had always remains, a minimal common ground that in the case of chemistry refers to its method: analysis and synthesis. Transformations are not absolute changes.

After a transformation, the questions and criteria for acceptable answers are changed; its practitioners work in separate fields. After a transformation, different “exemplars” are introduced that incorporate new entities, which their practitioners share, thus changing the way chemistry is practiced. In addition, the transformations are cumulative, each one of them adds these new entities to the common ground, which allows building more detailed models of chemical reactions. In brief, transformation is continuation and modification. The most relevant characteristics of the four chemical transformations are shown in Table 1.

Table 1. Most important characteristics of chemical transformations

Trans formation	New instruments	New subdisciplines	New entities	New industrial developments	Alternative name
First (1828-1874)	Kaliapparatus, polarimeter	Organic chemistry	Molecule	Techno-chemistry	Silent Revolution (Rocke 1993)
Second (1887-1923)	Cathode rays tube, mass spectrometer	Physical chemistry	Electrons, Atomic nuclei, Ions, Radicals	Chemical engineering-Unit operations	Atomic number revolution (Wray, 2018)
Third (1945-1966)	Ultraviolet and infrared spectrometers, Nuclear magnetic resonance, Electron paramagnetic resonance, X-rays crystallography, chromatographs	Instrumental analysis, Quantum chemistry, Molecular biology	Spin, Orbitals	The words ‘plastic’ identified a valuable attitude, even though they also characterized the emerging global consumer society	Instrumental revolution (Morris, 2002)
Fourth (1973-1999)	Electron capture detector, Scanning tunneling microscope, Femtosecond spectroscopy	Organometallic, Green, Nano, Supramolecular, Femto, Chemistry	Nanoparticles	Recombinant DNA technology and combinatorial chemistry was used for the design of medicines. Ciba, Geigy and Sandoz merged in Novartis. Biotechnology.	Organometallic historical regime (Llanos, 2019)

REFERENCES

- Aftalion, F. (2001). *A History of the International Chemical Industry*. Philadelphia, Chemical Heritage Press.
- Arabatzi, T. (2008). Experimenting on (and with) Hidden Entities: The Inextricability of Representation and Intervention, in U. Feest, H-J. Rheinberger, J. Schickore, F. Steinle (eds.), *Generating Experimental Knowledge*. Berlin, Max Plank Institute for

- the History of Science.
- Bensaude-Vincent B., Simon J. (2008) *Chemistry. The Impure Science*. London, Imperial College Press.
- Bensaude-Vincent B. (2008) Chemistry Beyond the “Positivism” vs “Realism” Debate, in Ruthenburg, K., van Brakel, J. (eds.): *Stuff. The Nature of Chemical Substances*. Königshausen & Neumann, Würzburg.
- Bud, R., Warner, D.J. (1998). *Instruments of Science. An Historical Encyclopedia*. London and New York, The Science Museum, The National Museum of American History, Smithsonian Institution.
- Chamizo, J.A. (2022). Las prácticas químicas a través de sus transformaciones. *CRITICA, Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 54, 57-82.
- Chamizo, J. A. (2013). Technochemistry: One of the chemist’s ways of knowing. *Foundations of Chemistry*, 15, 157–170.
- Clow, A. and Clow, N.L. (1992). *The Chemical Revolution. A Contribution to Social Technology*. Philadelphia, Gordon and Breach Science Publishers.
- Jensen, W.B. (1980). *The Lewis Acid Base Concepts. An Overview*. New York, Wiley.
- Kim, Mi Gyung (2014). Stabilizing Chemical Reality: The Analytic-Synthetic Ideal of Chemical Species, *HYLE-International Journal for Philosophy of Chemistry*, 20, 117–139.
- Klein, U. (2003). *Experiments, models, paper tools. Culture of organic chemistry in the nineteenth century*, Stanford, Stanford University Press.
- Holmes, F., Levere, T.H. (eds.) (2000). *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*, Cambridge, The MIT Press.
- Holmes, F. (1989). *Eighteenth-Century Chemistry as an Investigative Enterprise*. Berkeley, University of California Press.
- Llanos, E.J., Leal W., Luu D.H., Jost, J., Stadler, P.F., Restrepo, G. (2019). Exploration of the Chemical Space and its Three Historical Regimes, *PNAS*, 116, 12660–12665.
- Lombardi, O. (2015). The Ontological Autonomy of the Chemical World: Facing the Criticisms. In: Scerri E. and McIntyre L. (eds) *Philosophy of Chemistry*, Dordrecht, Springer.
- Morrison, M. (2001). History and Metaphysics: On the reality of Spin, in J.Z. Butchwald and A. Warwick (eds). *Histories of the Electron: The birth of microphysics*, Cambridge, The MIT Press.
- Mulder, P. (2011). Are Orbitals Observable? *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*. 17, 24-35.
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. Chicago, The University of Chicago Press.
- Powers, J.C. (2012). *Inventing Chemistry. Herman Boerhaave and the Reform of the Chemical Arts*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Rocke, A.J. (1993). The Quiet Revolution of the 1850s: Social and Empirical Sources of Scientific Theory, in S.H. Mauskopf (ed.), *Chemical Sciences in the Modern World*, Philadelphia, University of Pennsylvania Press.
- Schummer, J. (2010). The Philosophy of Chemistry, in F. Allhoff (ed.). *Philosophies of the Sciences*, Chichester, Blackwell-Wiley.
- Schummer, J. (2001). Ethics of Chemical Synthesis. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 7, 103-124.
- Suckling, C.J., Suckling, K.E., Suckling, C.W. (1978). *Chemistry through Models. Concepts and Applications of Modelling in Chemical Science, Technology and Industry*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Tilley C., Keane W., Küchler S, Rowlands M. And Spyer P. (2006). *Handbook of Material*

- Culture*, London, Sage.
- Tobin, A., Ambrosio, C. (eds), (2016) *Theory Choice in the History of Chemical Practices*, Switzerland, Springer.
- Van Brakel, J. (2012). Substances: The Ontology of Chemistry, in A. I. Woody, R. F. Hendry and P. Needham (eds.) *Philosophy of Chemistry*, Oxford, Elsevier.
- Wray, K.W. (2018). The Atomic Number Revolution in Chemistry: A Kuhnian Analysis, *Foundations of Chemistry*, 20, 209–217.

ANTÓNIO JOAQUIM FERREIRA DA SILVA (1853-1923), QUÍMICO: COORDENADAS DE UM PERCURSO REFERENCIAL

Jorge Fernandes Alves¹, Rita C. Alves²

¹Centro de Investigação Transdisciplinar Cultura, Espaço e Memória (CITCEM)

²Rede de Química e Tecnologia (REQUIMTE)/Laboratório Associado
para a Química Verde (LAQV)

Gratos pelo convite para colaborarmos na evocação do centenário da morte do académico e químico António Joaquim Ferreira da Silva (AJFS), revisitaremos alguns tópicos da trajetória do “grande químico”, expressão recorrente na imprensa da época. O lastro luminoso que nos deixou remete para evidentes realizações no campo da produção científica, de sentido inovador, com reconhecimento público e oficial, mas também com disputas e processos de resistência que obrigaram o químico a tornar-se num forte polemista em defesa das suas posições. Recuperando investigação anterior, para a qual remetemos informação e bibliografia, podemos dizer que os caminhos de Ferreira da Silva se podem representar como uma ampla plataforma de investigação que disponibiliza problemáticas para múltiplas investigações de diversos ângulos disciplinares pelo que o acompanhamento aliciante do seu percurso no tempo histórico desafia sucessivas e diferentes abordagens.

Natural de Couto de Cucujães, concelho de Oliveira de Azeméis, onde nasceu em 28 de julho de 1853, na então denominada Quinta da Boavista (antigo convento, adquirida em 1850 por um seu tio “brasileiro”, Joaquim António, que retornara a Portugal no ano anterior, propriedade de que seu pai, António Joaquim, se tornou procurador). Em Cucujães se iniciou nas primeiras letras junto do boticário e de outros mestres locais, seguindo depois para os estudos secundários no Porto, onde frequentou também o seminário, o Instituto Industrial e Academia Politécnica. Com o falecimento do pai em 1869, terá sido determinante a ação posterior de um primo emigrante no Rio de Janeiro, que veio a ter um lugar de destaque na comunidade portuguesa: visitando Portugal em 1872, prontificou-se a financiar a sua ida para a Universidade de Coimbra, o que logo se verificou em

alternativa ao destino clerical ou Instituto Industrial. Tratava-se de Joaquim José Godinho, que, tendo partido para o Brasil, com 14 anos, recebeu o apoio inicial do tio de ambos, o acima referido Joaquim António Ferreira da Silva, e se tornou depois um reconhecido capitalista no Rio de Janeiro, sócio e acionista de várias empresas, diretor do Banco Rural e Hipotecário e da Companhia de Seguros Garantia, além de uma generosa participação em várias associações de portugueses e patrono de uma escola em Riba d'Ul, o que lhe valeu uma comenda e posterior título de Visconde de S. Tiago de Riba d'Ul. Pelo memorando deixado por Ferreira da Silva, podemos ver que as despesas para fazer os estudos lhe ficaram por 2537\$645, cobertas pelas ofertas da mãe, do primo e da sua legítima na herança paterna. Concluído o curso em 1877, AJFS preocupa-se em declarar que devolveu todo o débito para com o primo antes de 1880, ou seja, antes de se tornar seu genro. Ferreira da Silva casou em 25 de setembro de 1880, no Rio de Janeiro, com sua segunda prima, Idalina Godinho, filha do então comendador, então com 16 anos, de cuja união resultou uma larga prole, 14 filhos, dois falecidos na infância. Note-se que, pouco antes, um irmão de António Joaquim, de seu nome Manuel, emigrado no Rio de Janeiro, ali casara com Beatriz, filha mais velha de Joaquim José Godinho: a distância atlântica não impedia, antes podia mesmo propiciar este tipo de casamento-aliança no âmbito da família alargada. E os apoios vindos da emigração foram frequentemente decisivos para a ascensão social da segunda geração, como se ilustra aqui.

Aluno distinto, premiado todos os anos em várias cadeiras, Ferreira da Silva sai bacharel em Filosofia em 1876, mas não sem se ver envolvido em polémica. Por via da rivalidade entre docentes, o Visconde de Monte-São, diretor da Faculdade, e Júlio Henriques, o primeiro fez questão de presidir ao júri de exames e lançar bola de Reprovado no exame de Botânica a dois alunos do segundo, que assim passavam sem a distinção que esperavam. Foi acesa a polémica dos RR, suscitando um inquérito reitoral, surgindo artigos na imprensa a defender o diretor e uma brochura sua a justificar as suas posições de reprovação. Um desses alunos era A. J. Ferreira da Silva, que, não se ficando, publicou um opúsculo em sua defesa e do colega em resposta ao do Visconde de Monte-São. Tudo terminou com uma repreensão ao Diretor da Faculdade pelo Reitor e à atribuição de distinto a Ferreira da Silva em novo exame. Revelou coragem, todavia terá sido essa polémica que levou Ferreira da Silva a afastar-se de Coimbra, não se apresentando aos “actos grandes”, descurando o eventual doutoramento. Optou antes pela candidatura à docência na Academia Politécnica do Porto, onde entrou por concurso, em 1877, com a apresentação do Estudo sobre a classificação dos compostos orgânicos, para lente substituto da secção de Filosofia (7.^a, 8.^a, 9.^o e 10.^a cadeiras), assegurando então a docência de Química Inorgânica e Orgânica, cadeira vaga por falecimento de A. L. Ferreira Girão, Visconde de Vilarinho de S. Romão. Em 1880 subia a lente proprietário dessa cadeira. Era o passo decisivo para uma carreira de mérito, no

âmbito da qual propugnou por reformas e apetrechamento da Academia, da cadeira e do laboratório anexo, sem esquecer as obras continuadas do edifício da Academia.

Ferreira da Silva foi um dos dinamizadores e o relator da comissão que propôs a reforma de 1885 (Lei de 21 de julho e decreto de 10 de setembro), que reformulava os currículos da Academia e lhe permitia seguir o modelo da Escola Politécnica de Lisboa, assegurando, além dos cursos próprios, a formação de “preparatórios” para diversos cursos de escolas externas (exército, escola naval, médico-cirúrgicas, farmácia). Neste novo quadro, por sua sugestão, o ensino de Química era desdobrado em duas novas cadeiras: a 7.ª cadeira – Química Inorgânica; a 8.ª cadeira – Química Orgânica e Analítica, constando esta de Química orgânica geral e biológica – duas lições semanais, de Química analítica – uma lição semanal, e de Química orgânica industrial - uma lição semanal. A Ferreira da Silva foi atribuída esta 8.ª cadeira – Química Orgânica e Analítica, que integrava tantos os cursos da Academia como, parcialmente, os preparatórios referidos, mas muito presente nos preparatórios para as escolas médico-cirúrgicas e de farmácia. Ferreira da Silva, que, enquanto estudante publicara várias sebtas das cadeiras do seu curso, preocupou-se também com a produção de manuais para o ensino, a fazer sair, logo em 1884, o 1º volume do seu Tratado de Química Elementar a que outros se seguiram, com várias edições e revisões. Com a criação de novos cursos autónomos na Academia /Universidade do Porto, Ferreira da Silva assumiria, mais tarde, a docência de outras cadeiras afins (em Farmácia, desde a reforma de 1902, e Engenharia, desde 1916, para além dos preparatórios de Medicina).

Importa referir que Ferreira da Silva ingressou como docente na Academia Politécnica num período febril da atividade cultural do Porto. Em 1878 era eleito o primeiro deputado republicano em Portugal (Rodrigues de Freitas, seu colega na Academia). Em 1880, ano das comemorações de tricentenário da morte de Camões, multiplicaram-se as associações culturais, de entre as quais a Sociedade de Instrução do Porto, de que Ferreira da Silva se tornou socio-fundador, em cuja revista colaborou com textos científicos e presidiu à secção de Ciências Fisiológico-Naturais, onde exprimiu a necessidade de “fazer sair o ensino da senda acanhada e estreita dos livros e estudar a Natureza em si mesma”, como forma de criar um número suficiente de investigadores que promovessem a “reabilitação científica” da Pátria.

Mas era a Química Analítica que absorvia Ferreira da Silva e o prendia ao laboratório incipiente da Academia, a que procurou dar vida e reforçar com a aquisição de novos materiais. Foi nesse laboratório exíguo da Academia, compartilhado com o Instituto Industrial (então a funcionar no mesmo edifício), que Ferreira da Silva criou condições para responder à solicitação de colaborar no problema mais premente discutido na cidade e na Câmara Municipal do Porto, o abastecimento de água ao domicílio, na sequência de proposta anteriormente formulada (1864) pelo eng. Francês Eugène Gavand à Câmara, que apontava para o aproveitamento das águas do rio Sousa, em detrimento das fontes locais.

O então presidente, António Pinto de Magalhães Aguiar, formulava oficialmente, em 21 de abril de 1881, o pedido a Ferreira da Silva para estudar do ponto de vista químico e comparativo as condições de potabilidade das águas do rio Sousa e das fontes e mananciais utilizados na cidade. Nos finais de 1881 era apresentado o relatório minucioso dessas investigações laboratoriais: As águas do rio Souza e os mananciais e fontes da cidade do Porto. A conclusão de Ferreira da Silva favorecia largamente a exploração das águas do Sousa, sugerindo algumas medidas para proteger o curso de água de eventuais contaminações, caucionando a Câmara Municipal, entretanto já presidida pelo eng. Correia de Barros (por falecimento inesperado de Magalhães Aguiar), para avançar no contrato com a companhia francesa que iria assumir o empreendimento. Este estudo representava o primeiro grande serviço de Ferreira da Silva à comunidade, ajudando a instalar uma estrutura que serviu a cidade até anos muito recentes, quando foi substituída pelas águas do Douro através das captações na barragem de Lever-Crestuma, bem como serviu para interditar algumas das fontes utilizadas pela população da cidade, dada a sua insalubridade. Mas o processo de instalação suscitou polémica e foi demorado, com acusações múltiplas contra o envenenamento derivado do aproveitamento das águas do rio Sousa, o abandono das fontes tradicionais ou os prejuízos financeiros e estéticos derivados da obra de encanamento, problemas decorrentes do uso daquela água na alimentação, entre outros aspetos, com destaque para uma série de artigos no jornal republicano *A Discussão*, da autoria do médico Leonardo Torres, em novembro de 1886, que num verdadeiro folheto de 13 artigos demonizava Ferreira da Silva e apelava à reversão do processo de contrato pela Câmara. Mas críticas surgiram também em outros jornais, como *A Província*, *Jornal do Porto* ou *Comércio Português*. Ferreira da Silva, acusado subliminarmente de se “vender” à companhia, viu-se obrigado a responder com o opúsculo – “Réplicas aos meus críticos”, no plural, pois considerava haver outros por trás de Leonardo Torres, bem como fez, antes e depois, várias conferências de esclarecimento e artigos sobre o tema, fazendo ainda inserir respostas nos jornais, textos depois reunidos no volume *Contribuições para a Higiene da Cidade do Porto*.

Note-se que, meses antes, em fevereiro de 1886, Ferreira da Silva recebia a comenda de S. Tiago, por influência do colega da Politécnica e político regenerador, Wenceslau de Lima, que, em carta a dar-lhe a notícia, sublinhava a sua “dedicação pela ciência, pelo ensino e muito particularmente pela nossa Academia”, pelo que este arrastar do químico para o regime dominante suscitava só por si alguma animosidade pessoal.

Entretanto, a colaboração com a municipalidade portuense tinha sido muito ampliada. A Câmara, sob a presidência do Eng. Correia de Barros, apresentou, em 26 de setembro de 1881, um “Plano de Melhoramentos da Cidade do Porto”, entre os quais se encontravam o projeto de concretização do referido abastecimento de

água, bem como a limpeza urbana e o saneamento, a abertura ou retificação de ruas e mercados e, para o que nos interessa aqui, a criação de um laboratório destinado a análises de produtos alimentares que veio a ser designado de Laboratório Municipal de Química. Ferreira da Silva foi consultado para o efeito, contribuindo para a construção de um edifício de raiz e organização do Laboratório, sendo depois nomeado diretor do mesmo, em 10 de janeiro de 1883. Neste quadro, comissionado pela Câmara, realizou uma viagem de estudo ao Laboratório Municipal de Química, em Paris, a cuja imagem se organizou o do Porto, estabelecendo então contatos com o diretor, Charles Girard e outros investigadores, que o tornaram, desde 1884, sócio correspondente da *Société Chimique de Paris* (mais tarde *Société Chimique de France*). O Laboratório Municipal do Porto abriu as suas portas em 2 de junho de 1884, na rua do Laranjal, espaço arrasado em 1916 para dar lugar à Avenida dos Aliados. Desde 1884 até ao encerramento em 1907, Ferreira da Silva realizaria aqui uma intensa investigação aplicada, apetrechando devidamente o serviço de equipamentos e a biblioteca, dado que o Laboratório tinha receitas próprias, o que lhe permitiu funcionar como uma verdadeira escola prática, com uma equipa que se revelou notável (com Alberto de Aguiar e José Pereira Salgado), respondendo a solicitações dos municípios e de várias instituições. Daí saíram, por exemplo, várias teses médicas.

Ferreira da Silva tinha agora sob a sua direção dois laboratórios, o da Academia, destinado ao uso pedagógico, e o da Municipalidade, virado diretamente para a prática em função das solicitações da sociedade, concentrando-se ao máximo na aplicação da Química Analítica, não apenas aplicando protocolos segundo os modelos internacionais, mas pesquisando novas soluções para dirimir desafios inesperados. Nessa medida, o Laboratório e o seu diretor suscitaram a atenção e o reconhecimento público, nomeadamente a nível internacional. Os relatórios finais sobre a extinção e defesa do Laboratório Municipal, mostram-nos a extensão dos trabalhos ali realizados, alguns dos quais tiveram forte repercussão pública, na medida em que exigiram inovação e tiveram consequências de forte impacto social e/ou económico e são por isso mais conhecidos, suscitando bibliografia abundante para sustentar a defesa de procedimentos e conclusões. Se analisarmos os mais de 300 textos publicados por Ferreira da Silva, vemos que a grande maioria tem as suas bases nas análises e estudos realizados no Laboratório Municipal, na medida em que Ferreira da Silva não se limitou a cumprir as exigências académicas, mas acumulou no quotidiano este exigente trabalho laboratorial, numa altura em que a química, a nível nacional e internacional, passava a ter mais reconhecimento em função dos contributos que trazia para o progresso técnico-científico nos vários domínios. De resto, para além dos textos de base laboratorial, sublinhem-se os muitos textos de divulgação científica e de biografias de químicos relevantes, para as quais terá tido como base a bibliografia adquirida pelo laboratório e os periódicos internacionais da área, pois o Laboratório terá tido a melhor biblioteca de química do País.

Na impossibilidade de referenciar os trabalhos e relatórios realizados no Laboratório Municipal, achamos que pode ser útil recuperarmos alguma informação já publicada, nomeadamente o quadro síntese das mais de 10 mil amostras analisadas, tal como são apresentadas num dos relatórios relacionados com o processo de extinção do Laboratório, no qual se evidenciava que as amostras alimentares representavam cerca de 74 % do total analisado.

Tabela 1 - Distribuição das amostras apresentadas desde a instalação do Laboratório

Ano	Sub. alimentares e suas falsificações	Produtos industriais e comerciais	Adubos e terras	Medicamentos	Análises toxicológicas	Análises médicas	Diversas	Total
1884	158	1	-	5	2	2	8	176
1885	167	15	-	6	2	11	10	211
1886	224	12	2	4	-	17	15	274
1887	670	64	5	25	3	37	29	833
1888	282	33	3	8	-	54	1	381
1889	118	21	1	8	3	70	7	228
1890	332	13	-	7	4	77	5	438
1891	101	43	1	13	7	58	18	241
1892	204	40	2	19	23	103	12	403
1893	122	34	-	19	26	108	16	325
1894	296	23	-	23	16	106	3	467
1895	148	31	3	9	12	121	4	328
1896	184	23	3	7	10	125	2	354
1897	251	25	3	29	1	109	-	418
1898	156	24	1	14	-	105	-	300
1899	210	27	2	7	2	113	7	368
1900	341	17	4	10	10	92	7	481
1901	206	27	-	8	22	88	2	353
1902	340	15	-	5	18	104	7	489
1903	974	10	-	8	20	1	8	1021
1904	887	9	3	-	41	-	3	943
1905	509	12	-	4	24	-	6	555
1906	846	12	-	2	36	-	4	900

Fonte: Silva, A.J. Ferreira da - *A extinção do Laboratório Chimico Municipal...*, p.3

Embora o objetivo específico do Laboratório Municipal recaísse sobre a bromatologia ou química dos alimentos dos munícipes, a verdade é que a sua popularidade levou à solicitação de análise de outro tipo de amostras e pedidos de fora do município, as quais eram autorizadas pontualmente pelo diretor, daí advindo receitas extraordinárias fundamentais para a aquisição de produtos e bibliografia. Mas, desde 1902, que se começa a notar alguma visão negativa por parte das vereações em relação a esta abrangência, sobretudo à medida que começaram a surgir outros laboratórios que não gostavam da concorrência. Seguindo o relatório de Ferreira da Silva sobre a extinção do Laboratório Municipal, os trabalhos ali realizados distribuía-se por:

1. *Estudos de química sanitária interessando a higiene municipal*, que provocaram análises e textos sobre as águas de consumo, vinhos e vinagres, aguardentes e álcool, azeite, leites e laticínios, conservas, carnes, e assuntos afins como o chumbo na água potável e nos encanamentos, a desinfecção pelo ácido sulfuroso, os novos métodos de desinfecção por estufas de desinfecção a vapor, entre outros temas. Neste domínio, o contributo mais retumbante foi o aprofundamento do conhecimento sobre a salicilagem sobre os alimentos, nomeadamente na sua aplicação aos vinhos portugueses, acusados no Brasil do uso deste interdito e por isso proibidos. Ferreira da Silva, procurado pelas instituições de comerciantes de vinho em 1900, levantou a questão da metodologia usada, para demonstrar que face ao método francês usado no Brasil poderia haver a deteção de salicilagem natural do processo de vinificação, sem acrescento artificial de ácido salicílico, cujo uso estava interdito, isto é, sem fraude. Foram produzidos 15 textos sobre este problema, com o francês Pellet a reconhecer a pertinência da tese de Ferreira da Silva e a rever a sua metodologia, fazendo com que o Brasil, principal mercado dos vinhos portugueses, levantasse a proibição. Tratou-se de uma polémica científica debatida a nível internacional, que permitiu desmistificar os problemas que os vinhos portugueses estavam a enfrentar no Brasil, mostrando a normalidade da situação, com conseqüentes alterações nos processos internacionais de fiscalização dos vinhos.
2. *Química toxicológica e legal* – Por solicitação dos tribunais e serviços médico-legais, fizeram-se estudos sobre reações de alcaloides e ptomaínas, nomeadamente sobre a cocaína, eserina, alcaloides vegetais, sobre manchas de sangue, sobre o gonococo. O caso mais mediático, foi o do caso de eventual envenenamento promovido pelo médico Urbino de Freitas em relação a familiares próximos, que se revelou um processo complicado, pois só a descoberta de uma nova reação para detetar a cocaína, que foi aprovada pela Academia Francesa, permitiu desvendar o envenenamento de uma das vítimas (o jovem Mário), o que se veio a conjugar com a narrativa complexa por parte do acusado, levando à sua condenação pelo júri no julgamento que terminou em 1894. Foi um caso muito polémico, dado o elevado estatuto social do acusado, lente da Escola Médico-Cirúrgica, com a defesa a contraditar também no plano científico, contratando para isso o Laboratório da Universidade de Coimbra, que suscitou o apoio de especialistas alemães. Uma forte polémica internacional que Ferreira da Silva superou, embora tenha vivido momentos muito tensos e ficado com múltiplas inimizades. As incidências laboratoriais do caso podem ler-se O caso médico-legal Urbino de Freitas, editado em 1893, sob responsabilidade do grupo

de peritos (no qual se incluía Ferreira da Silva), em dois volumes, com versão portuguesa e versão francesa.

3. *Química merceológica ou comercial*, com análises de mercadorias e produtos que eram objeto de contestação na Alfândega.
4. *Química hidrológica*, com análises a águas minerais ou candidatas a essa condição. Desde 1896, por ali passaram águas de Campilho, Moura, Entre-os-Rios, Caldas das Taipas, Caldas da Saúde, Moledo, Livração, Unhais da Serra, Santo Tirso, Gerês, Marco de Canaveses, além de estudos analíticos de outras águas com pretensões minerais.
5. *Química agrícola, farmacêutica e técnica*, com análises a produtos como sabão, perfumes, tinturaria, barro de Espanha na clarificação de vinhos, bem como a terras, adubos, preparados para tratamento de vinhas, a beterraba e sua força sacarina, bem como medicamentos e preparações farmacêuticas (morfina, quinina, estriçnina, farinhas medicinais, emulsões), sem esquecer a composição de ferro de Moncorvo, carvões do Cabo Mondego ou amostras de sulfureto de carbono.
6. *Química clínica ou médica*, com análises a produtos clínicos como cálculos, pus, fezes, escarros e líquidos orgânicos, leite de mulher e urinas solicitados por receita médica, novo tipo de procura então emergente. Foi a componente mais contestada: a partir de 1902, estas análises foram proibidas por decisão da vereação, para evitar a concorrência com os novos laboratórios particulares que tinham surgido, isto apesar de este tipo de análises se ter iniciado, no Porto, no Laboratório Químico Municipal.

Os trabalhos e resultados do Laboratório produziram uma representação muito favorável entre os meios científicos e institucionais, levando a que o seu diretor fosse solicitado pelo governo a integrar várias comissões técnicas e por organizações internacionais para fazer parte das comissões de vários congressos. Por exemplo, dada a sua relevância comercial e política, o principal estudo sobre a salicilagem - O ácido salicílico e a questão dos vinhos portugueses no Brasil, volume com 520 páginas, foi mandado publicar pelo Governo português e o tratamento científico da questão suscitou múltiplos louvores oficiais e particulares.

Neste quadro, o edifício do Laboratório foi ampliado, com novas salas, em 1891, e um andar superior, em 1902-1903. E o Laboratório Municipal era reconhecido oficialmente para o serviço de fiscalização alimentar, sendo referenciado em sucessivos diplomas:

- Decreto de 1.9.1894, sobre inspeção e fiscalização na venda de vinhos e azeites (artigos 26 e 28).
- Decreto de 1.9.1899, sobre fiscalização de vendas das farinhas e pão (artigos 12 e 19).

- Decreto de 23.12.1899, sobre fiscalização da venda de leites e laticínios (artigo 19).
- Decreto de 14.9.1900, com instruções regulamentares para a fiscalização do leite e laticínios (artigos 3 e 12).
- Decreto de 10.10.1902, sobre o regulamento para execução da lei de 7.5.1902, relativa ao regime administrativo aduaneiro e fiscal de bebidas alcoólicas destiladas, vinhos, cervejas, cidras e outras bebidas fermentadas nas províncias portuguesas de África (artigo 103).
- Decreto de 30.9.1903 ainda sobre o tema anterior (artigo 189).
- Portaria de 22.4.1904, considerando o Laboratório Químico Municipal do Porto como laboratório oficial para análises químico-fiscais.

Por autorização da Câmara Municipal de 4.12.1903, o Laboratório passou também a ser utilizado para a instrução técnica dos farmacêuticos, a pedido do Centro Farmacêutico Português, dando apoio aos cursos de química geral, toxicologia, bromatologia e farmácia química, na sequência da reforma do ensino de farmácia.

Em 1889, Ferreira da Silva, tendo apreciado, na Exposição Universal de Paris, as questões químicas ligadas ao gás de iluminação, propôs a criação de um *Posto Photométrico*, para o estudo da qualidade e das consequências deste gás no Porto, que passou a funcionar num anexo ao Laboratório Municipal, sendo nomeado também pela Câmara Municipal para seu diretor, cuja atividade essencial se pode ler no volume - *A determinação do poder iluminante e da pureza química do gás de iluminação (photometria e analyse chimica) no posto photometrico principal do Porto* (Porto, 1895).

A nível governamental, Ferreira da Silva foi nomeado presidente da *Comissão de estudo e unificação dos métodos de análises de vinhos, azeites e vinagres*, criada pelas portarias de 13 de dezembro de 1895 e 14 de novembro de 1896. E, em 23 de janeiro de 1904, foi indigitado presidente da *Comissão Técnica dos métodos quantitativo-analíticos*, cargo que manteve até à sua extinção, em 9 de julho 1913, quando foram reorganizados os serviços da Direção-Geral da Agricultura.

O reconhecimento nacional e internacional de Ferreira da Silva, sustentado essencialmente na atividade laboratorial, era elevado, sendo procurado para enriquecer os corpos de associados de várias instituições. A Academia das Ciências de Lisboa elegia-o sócio correspondente, a Sociedade Farmacêutica Lusitana e a Sociedade de Ciências Médicas de Lisboa declaravam-no sócio honorário. Em 1891, era eleito para a *Commission Internationale pour la Répression des Fraudes*, sediada em Amesterdão; no ano seguinte, 1892, integrava a Comissão para a Reforma da Nomenclatura em Química, no âmbito do Congresso realizado em Genebra. E tornou-se um participante habitual nas várias edições do Congresso Internacional de Química Aplicada, integrando o comité português da organização, desde o primeiro, realizado em Bruxelas, em 1894, onde compareceram apenas ele e Sousa

Gomes, este da Universidade de Coimbra, mas atraindo outros para as sucessivas edições: na 5ª edição do Congresso, em Berlim, 1903, a participação portuguesa incluía 19 químicos. E, na linha internacional, em 1903 era sócio correspondente da *Società Chimica Italiana*; em 1905, sócio correspondente da *Société Chimique de Belgique*. Em 1907 recebia a Grã-Cruz da ordem civil Alfonso XII, por decreto do governo espanhol de 16 de junho. Em 1908, sob proposição da *Société Chimique de France*, era nomeado Cavaleiro da Legião de Honra da França. Várias outras filiações se sucederam no rol das distinções científicas. Noutra domínio, em 1894, a Academia das Ciências elegia-o “par do Reino”, num grupo de cinco elementos, pelo colégio eleitoral científico, em reunião de 30 de abril, para a Câmara dos Pares, em representação dos estabelecimentos científicos (na sequência do 2.º Ato Adicional à Carta Constitucional, que determinava uma quota de 50 pares por eleição). Em 1902, Ferreira da Silva recebia o estatuto honorífico de *conselheiro* de Sua Majestade, por proposta do Ministério das Obras Públicas, Comércio e Indústria, “pelos serviços prestados na questão dos vinhos portugueses”.

Entre 1902 e 1911, Ferreira da Silva ensinou na Escola de Farmácia do Porto, na 4.ª cadeira – *Análises toxicológicas, química legal, alterações e falsificações de medicamentos e alimentos. Prática no laboratório químico*, cadeira entregue, nos termos da Lei, ao químico analista do conselho médico-legal da respetiva circunscrição, mas como era uma cadeira do segundo ano começou por lecionar a 2.ª cadeira - *Farmácia química, análises microscópicas e químicas aplicadas a medicina e à farmácia*, tornando-se, assim, um dos dois professores iniciais do novo curso e um dos esteios da Escola de Farmácia. Em 1903-1904, com o apoio de alguns alunos, ajudava a publicar a *Revista Chimico-Farmacêutica*, boletim de uma sociedade com idêntica designação, a Sociedade Chimico-Farmacêutica, de que se tornou presidente honorário. Essa *Revista* funcionou como rampa de lançamento para a *Revista de Chimica Pura e Aplicada*, iniciada em 1905, com o apoio dos químicos do Laboratório Municipal, Pereira Salgado e Alberto de Aguiar, que viria a funcionar como plataforma agregadora que permitiu a constituição da *Sociedade Química Portuguesa*, criada em 1911, de que Ferreira da Silva foi um dos impulsionadores e primeiro presidente, a antecessora da atual *Sociedade Portuguesa de Química*.

Se a folha de serviços do Laboratório Municipal suscitou votos de louvor pela Câmara Municipal (em 1887, 1902, 1904 e ainda em 1907) a verdade é que em sessão camarária de 25 de Abril de 1907, a vereação, composta pela designada “lista da cidade”, constituída essencialmente por franquistas e republicanos, deliberou a supressão do Laboratório, com base num relatório do vereador e advogado José Correia Pacheco. Aí se considerava que o Laboratório andava “transviado da sua função própria - a análise dos géneros alimentícios”, fazia análises em sectores para os quais tinham sido criados outros laboratórios, dava despesas para além do necessário, nomeadamente com os estágios dos estudantes de farmácia e numa biblioteca excessiva (“impossível ler tanto”).

Representaria, enfim, uma despesa desnecessária para a Câmara, propondo-se o seu encerramento. Ferreira da Silva via o processo como uma deslealdade e uma vingança, apontando nomeadamente para Duarte Leite, seu colega, na Academia e esgrimiou argumentos, socorrendo-se de advogado. Duarte Leite, na verdade, escreveu, de facto, um artigo em que justificava a decisão camarária e procurava desqualificar o “sábio”, ironizando. A supressão gerou um coro de protestos por parte de numerosas entidades. Em vão! Demasiado complexo para ser aqui explicado, o processo judicial durou cerca de 10 anos, pelo meio o Laboratório foi derrubado para as obras da Avenida dos Aliados, o tribunal veio dar razão apenas ao vínculo profissional de Ferreira da Silva. Novas vereações resolveram o problema, ressarcindo financeiramente Ferreira da Silva, oferecendo o equipamento laboratorial à então Faculdade de Ciências.

Para alguns, sobravam quezílias académicas e razões políticas e ideológicas na extinção do Laboratório. Ferreira da Silva era monárquico convicto, tinha fortes ligações aos movimentos católicos, tornando-se, desde 1907, Presidente da Associação Católica do Porto, criada, em 1872, pelo Conde de Samodães. Em tempos de forte positivismo e anticlericalismo, Ferreira da Silva fazia conferências sobre o “O ideal religioso e a cultura científica”, buscando coerência entre Razão e Fé, em contracorrente ao ambiente vivido na Academia.

Por sua vez, em 1908, o governo, atuando em sentido contrário ao da municipalidade, nomeava Ferreira da Silva como delegado oficial do governo português ao I Congresso Internacional para a repressão das fraudes, em Genebra, o designado *Congresso do alimento puro*. O II Congresso sobre este tema decorreu em 1909, em Paris, cumprindo Ferreira da Silva o mesmo papel de delegado oficial. No regresso, esperava-o um banquete de homenagem e desagravo no Palácio de Cristal.

Mas o resto do caminho estava traçado: regresso em plenitude à vida académica, à redação da Revista e à continuação da representação portuguesa em congressos internacionais, na sequência da eleição, em 1908, para a *Commission Internationale d'unification des methodes de analyse des denrées alimentaires*, bem como a participação em diversas comissões nacionais ligadas à química.

Em 1911, com a criação da Universidade do Porto e a passagem da Academia a Faculdade de Ciências, António Ferreira da Silva passou a professor ordinário do grupo de Química, com regência dos cursos de Química orgânica, analítica e preparatória, além de Química biológica para o curso de medicina. Ferreira da Silva foi também eleito diretor da nova Faculdade de Ciências, cargo que manteve até agosto de 1912, do qual saiu a seu pedido, embora mantendo funções docentes. Por solicitação do Reitor, Gomes Teixeira, coube-lhe proferir a lição de abertura do ano letivo 1911-1912 da Universidade, perante o então ministro Sidónio Pais como representante do governo, subordinando-a ao tema “A importância e a dignidade da ciência e as exigências da cultura científica”, talvez o seu melhor texto de reflexão e de afirmação científica.

Em 1913 deixava o ensino no curso de Farmácia, por efeito da revisão curricular, voltando depois em 1918 para assegurar a nova cadeira de *Toxicologia e Análises Toxicológicas*. Assegurou ainda a cadeira de *Química Industrial* na Faculdade Técnica, desde a sua criação até ao final da sua atividade letiva como docente.

Mais tarde, em fevereiro de 1918, com a eleição para reitor de Cândido de Pinho, Ferreira da Silva seria também eleito, quase por unanimidade, para vice-reitor, desempenhando essas funções entre 16 de fevereiro de 1918 e 29 de outubro de 1921. Anote-se que Cândido de Pinho era o presidente em exercício da Câmara Municipal do Porto em 1909, quando no decurso do processo de extinção do Laboratório Municipal, a vereação decidiu avançar com um processo disciplinar contra Ferreira da Silva, aspeto que mostra a vontade de superação dos conflitos pessoais por parte dos dois intervenientes.

Em 11 de dezembro de 1918, o Reitor Cândido de Pinho comunicava-lhe por ofício que, na sequência do decreto 4554, 6 de julho de 1918 (Estatuto Universitário), o Conselho Escolar da Faculdade de Medicina lhe conferia o grau de Doutor, passando a estar registado no livro dos doutorados.

Entretanto, a doença de Parkinson fazia o seu caminho em Ferreira da Silva, havendo que ligasse esse mal aos desgostos últimos, nomeadamente a extinção do Laboratório e as humilhações então sofridas.

Em 24 de maio de 1920, o Senado da Universidade do Porto, aprovava o pedido ao governo para serem criados na Faculdade de Ciências os Institutos de Investigações Científicas respeitantes a química, zoologia e botânica, tendo como diretores, respetivamente, os professores Joaquim António Ferreira da Silva, Augusto Pereira Nobre e Gonçalo António Ferreira da Silva Sampaio. O pedido seguiu para o governo em 15 de novembro e era aprovado pelo ministro Júlio Dantas e assinado pelo Presidente António José de Almeida em 24 de novembro de 1920. Foi publicado no *Diário do Governo* de 31 de março de 1921.

A Faculdade de Farmácia, criada em 1921, por transformação do curso de Farmácia anexo à Faculdade de Medicina, propôs, através do Conselho Escolar, que fosse nomeado, por distinção, como professor catedrático e, em 1922, conferiu-lhe o grau de Doutor em Farmácia.

Em 28 de Julho de 1922, data do 69º aniversário de Ferreira da Silva, celebrou-se um encontro de homenagem, em que participou com a esposa e familiares, sendo-lhe lida e entregue uma mensagem assinado por grande número de amigos. Ficou apazado outro encontro para 9 de dezembro, para descerrar um busto modelado por Teixeira Lopes, anunciar a criação do Prémio Ferreira da Silva para o aluno mais classificado em Química, dar o seu nome ao Laboratório de Química e à rua lateral entre a Universidade e a Praça de Lisboa. A 5 de dezembro faleceu a esposa e Ferreira da Silva não conseguiu estar presente no encontro, sendo representado por um dos filhos. A 24 de dezembro, era inaugurado o retrato de Ferreira da Silva na Faculdade Técnica (futura Faculdade de Engenharia, onde

Ferreira da Silva também ensinou), em “homenagem ao antigo professor de 45 gerações de engenheiros”.

Aproximava-se a sua vez de transformação química: Ferreira da Silva falecia em Santiago de Riba-Ul em 23 de agosto de 1923, menos de um mês depois de se jubilar com os 70 anos de idade, com os restos mortais a repousarem no cemitério de Cucujães.

Fiquemos, então, com uma das suas mensagens agregadoras e mobilizadoras:

O ideal da civilização moderna é a paz. O progresso não se conquista pelas armas e pelos explosivos, que semeiam a morte, mas sim aproveitando os recursos que a natureza nos concedeu com mão larga, pela ciência e pelo trabalho. A química é, para este intento, uma das ciências que concorre com o mais largo quinhão. É a sua difusão que importa mais promover entre nós, para podermos afoitamente entrar no convívio das nações cultas. [...] Como os apóstolos, temos o dever de pregar o nosso Evangelho da Química, senão a toda a criatura, pelo menos a todos os nossos compatriotas, na esperança de que da nossa propaganda resultem benefícios e engrandecimento para a nossa Pátria.

FERREIRA DA SILVA — A utilidade, os intuitos e as esperanças da sociedade química portuguesa, sessão inaugural da Sociedade Química Portuguesa, 26 de janeiro de 1912.

SESSÃO 1

A QUÍMICA E A HIGIENE CIENTÍFICA: A EPIDEMIA DE COIMBRA EM 1809

João Rui Pita^{1,2}, Ana Leonor Pereira^{1,3}

¹ Grupo de História e Sociologia da Ciência e da Tecnologia do CEIS20;
²Faculdade de Farmácia; ³Faculdade de Letras — Universidade de Coimbra
jrpita@ci.uc.pt, aleop@ci.uc.pt

Resumo

A química, a partir de Lavoisier (1743-1794), colocou ao serviço da medicina uma série de utensílios fundamentais para a conservação da saúde e prevenção da doença. A higiene pública, desde o século XIX, foi influenciada pelas ciências laboratoriais, como a química. O tratamento e a prevenção de epidemias foi uma das áreas onde a química se fez sentir de modo positivo. O presente estudo mostra como se tentou combater uma epidemia surgida em Coimbra, em 1809, com as fumigações de Guyton de Morveau e o papel do Laboratório Químico da Universidade de Coimbra neste processo.

Palavras-chave Higiene pública, Química, Coimbra, Século XIX

OBJETIVOS

O presente estudo visa, através de um estudo de caso de uma epidemia na cidade de Coimbra em 1809, mostrar como a química se tornou um forte aliado da higiene pública nas medidas preventivas.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da química, a partir de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), colocou ao serviço da medicina uma série de utensílios para a conservação da saúde e prevenção da doença. A higiene pública, desde o século XIX, foi positivamente influenciada

pelas ciências laboratoriais, como a química, não só ao nível do tratamento de epidemias como da sua prevenção. O presente estudo visa, através de um estudo de caso, mostrar como a química se tornou um forte aliado da higiene pública nas medidas preventivas.

AS FUMIGAÇÕES DE GUYTON DE MORVEAU

Os avanços operados no domínio da química, a partir de Lavoisier, colocaram ao serviço da medicina, em particular da higiene pública, uma série de utensílios para a conservação da saúde e prevenção da doença. Entre os produtos utilizados para esta finalidade estão as fumigações com gases de Guyton de Morveau. Recorde-se que a descoberta do oxigénio do ar pelo sueco Carl Wilhelm Scheele (1742-1786) e pelo britânico Joseph Priestley (1733-1804) articulada com os trabalhos laboratoriais de Lavoisier (1743-1794) permitiram ao cientista francês lançar as bases para uma nova conceção da ciência química demonstrando a inviabilidade da teoria do flogisto de Stahl. Ao retirar o poder ao flogisto de Stahl, considerado como o termo da alquimia, Lavoisier e seus seguidores, como Louis-Bernard Guyton de Morveau (1737-1816), Antoine-François Fourcroy (1755-1809) e Claude-Louis Berthollet (1748-1822) lançaram as bases da química do oxigénio, de uma nova nomenclatura química e de novas leis químicas — a moderna química — o início da química científica. Recorde-se que estes três cientistas eram os principais colaboradores de Lavoisier. Entre muitos trabalhos fulcrais para a designada “revolução química”, lançaram as bases de uma nova nomenclatura química, tendo sido marcante, entre outras obras o *Méthode de nomenclature chimique* (1787) e o *Traité élémentaire de chimie* (1789).

Os estudos feitos com gases, nomeadamente as fumigações, foram determinantes para uma nova etapa no combate epidemiológico como demonstrou Guyton de Morveau ao utilizar gases de cloro no combate a determinadas epidemias em finais do século XVIII. Este método tirava partido de fumigações através do gás muriático oxigenado, prática já utilizada noutros países estrangeiros. O laboratório químico passava a assumir-se, então, como um precioso auxiliar da medicina em geral e da higiene em particular. Os tradicionais preceitos higiénicos e as práticas, muitas vezes completadas com rituais mágicos e religiosos, viam-se atingidos por uma nova ordem de medidas higiénicas de base científica e sustentadas nos avanços da química. O processo de cientificação da higiene implicava o domínio de contributos de tipo experimentalista e laboratorial.

O COMBATE À EPIDEMIA NA CIDADE DE COIMBRA EM 1809 COM AS FUMIGAÇÕES DE GUYTON DE MORVEAU

A epidemia que atingiu a cidade de Coimbra em 1809 exemplifica justamente os primórdios desta cientificação da higiene pública. Ou como se refere nos docu-

mentos, o “contágio” (eventualmente febre tifóide ou cólera, se bem que se julgue como seguro que a cólera entrou na Europa apenas nos anos trinta do século XIX) foi combatido com “fumigações do gás ácido muriático oxigenado», segundo refere o *Diário que offerecem ao publico os DD. Thomé Rodrigues Sobral e Jeronymo Joaquim de Figueiredo das operações por elles executadas em as vistas de attalhar o contagio, que nesta cidade de Coimbra se começava a experimentar*. O estudo foi publicado no periódico *Minerva Lusitana* entre os números 143 (9 de Setembro de 1809) e o número 153 (18 de Outubro de 1809). Este periódico é considerado o primeiro jornal publicado na cidade de Coimbra.

Trata-se de um interessante texto da autoria de dois professores da Universidade de Coimbra, Tomé Rodrigues Sobral (1759-1829) da Faculdade de Filosofia, afeto ao Laboratório Químico, e Jerónimo Joaquim de Figueiredo (1772-1828), professor da Faculdade de Medicina. Este estudo debruça-se sobre os cuidados a ter em consideração perante uma eventual epidemia (utilizando a palavra da época, *contágio*) de acordo com os preceitos higiénicos da época e de acordo com algumas das práticas químicas laboratoriais na época mais avançadas: as fumigações com cloro. As descrições que são feitas no artigo são muito pormenorizadas. Fazem, desde logo, a descrição da doença e depois descrevem a metodologia e as técnicas utilizadas no tratamento do “contágio”. Lembre-se que em 1809 ainda estava por esclarecer a origem etiológica das doenças contagiosas o que foi conseguido na segunda metade do século XIX, fruto dos aturados trabalhos de Louis Pasteur (1822-1895), Robert Koch (1843-1910) e outros microbiologistas. Lembre-se que Pasteur, embora microbiologista ímpar na história da ciência, era químico de formação base. No início do século XIX, havia a noção de contágio, de propagação da doença, mas não havia o conhecimento das entidades microbianas, habitualmente bactérias, que provocavam essa mesma propagação da doença.

A partir da noção de contágio e com os resultados decorrentes das inovações do trabalho de Guyton de Morveau, gerou-se a convicção de que estas fumigações propostas por este químico francês eram eficazes. Por isso, havia que noticiar a inovação e dar a conhecer à população o valioso processo preventivo, divulgando as condições de aplicação, aquando do contágio de 1809. Esta foi uma das missões da revista *Minerva Lusitana*.

De acordo com o texto do artigo, a atuação das fumigações foi eficaz e pode considerar-se um ato científico de higiene pública. Os trabalhos que iam sendo realizados eram noticiados na *Minerva Lusitana*. O artigo, ou melhor, a sucessão de artigos continuados constitui, no todo, um autêntico diário científico sobre a evolução dos trabalhos empreendidos — uma história e uma cronologia dos trabalhos realizados, isto é, o método de Guyton de Morveau aplicado à higiene pública. Este método tirava partido de fumigações através do gás muriático oxigenado, prática já utilizada noutros países. Os resultados alcançados noutros países haviam sido animadores.

Contudo, deve lembrar-se que os métodos higienistas tributários da química tiveram que enfrentar resistências várias e combater as práticas populares estabelecidas até então, infrutíferas e contraproducentes. O químico Tomé Rodrigues Sobral e o médico Jerónimo Joaquim de Figueiredo insurgiram-se contra os métodos populares e propugnavam por uma “polícia ilustrada e zelosa”, isto é, científica.

O método das fumigações revelou também algum poder de disciplinar o deficiente estado sanitário resultante do contágio. Dez anos mais tarde, Francisco Solano Constancio no seu artigo “Breve instrução sobre os meios de prevenir os contagios e de suster os progressos das febres epidemicas” publicado nos *Annaes das Sciencias, das Artes, e das Letras* em 1819 (p. 112-143) considerou de grande eficácia o processo utilizado; descreve entre outros processos metodológicos, o referido método e expõe os princípios científicos responsáveis pela sua eficácia.

Independentemente da identidade da epidemia, o que queremos sublinhar é que ela foi combatida com um método higienista resultante da aplicação da química lavoisieriana e, portanto, ilustra bem as vantagens médico-sociais e políticas resultantes do processo de cientificação da higiene.

O gás foi preparado no Laboratório Químico da Faculdade de Filosofia da Universidade de Coimbra, sendo Tomé Rodrigues Sobral o responsável pela sua preparação. Terá sido a primeira vez, no dizer dos autores do artigo, que em Portugal se tomou tal iniciativa de saúde pública e foi pela primeira vez preparado o referido gás.

CONCLUSÃO

O que foi exposto é um caso concreto, um estudo de caso. Os avanços operados no domínio da química, a partir de Lavoisier, colocaram ao serviço da medicina, em particular da higiene pública, uma série de instrumentos e dispositivos eficazes na conservação da saúde e prevenção da doença.

FONTES E BIBLIOGRAFIA

Fontes

Constancio, F. S. (1819). Breve instrução sobre os meios de prevenir os contagios e de suster os progressos das febres epidémicas. *Annaes das Sciencias, das Artes, e das Letras*, 3, 112-143.

Figueiredo, J. J. (1809). Diario de hum doente atacado da febre que grassou nesta Cidade principalmente no bairro da Trindade, da qual passou para o Hospital da Universidade onde foi tratado, *Minerva Lusitana*, nº 154,155 e 156, (páginas sem numeração).

Figueiredo, J. J.; Sobral, T. R. (1809). Diario que offerecem ao publico os DD (...) das

operações por elles executadas em as vistas de attalhar o contagio, que nesta cidade de Coimbra se começava a experimentar. *Minerva Lusitana* 143, 144, 146, 151, 152 e 153, (páginas sem numeração).

Minerva Lusitana (todos os números)

BIBLIOGRAFIA

- Carvalho, F. A. M. (1908). O primeiro periódico publicado em Coimbra, *O Conimbricense*, 61,6231, 5.
- Carvalho, J. A. S. (1872). *Memória Histórica da Faculdade de Filosofia (1772-1872)*. Coimbra: Imprensa da Universidade, 1872.
- Costa, A. M. A. (1986). Thomé Rodrigues Sobral (1759-1829). A Química ao serviço da Comunidade. In História e Desenvolvimento da Ciência em Portugal. Lisboa; *Publicações do II Centenário da Academia das Ciências de Lisboa*. vol. 1. 373-402.
- Costa, A. M. A. (1992). Introduccion de la Quimica de Lavoisier em Portugal, in La Quimica en Europa y America (Siglos XVIII y XIX). In Pastrana, P.A, (coord.), *Estudios de Historia Social de las Ciencias Químicas y Biológicas*. México: Universidad Autonoma Metropolitana, 41-67.
- Costa, A. M. A. (2013). Thomé Rodrigues Sobral e a Análise Química na Universidade de Coimbra no Início do Século XIX. In Fiolhais, C.; Simões, C.; Martins, D. Décio (Eds), *História da Ciência Luso-Brasileira. Coimbra entre Portugal o Brasil*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Pereira, A. L., Pita, J. R. (1993). Liturgia higienista no século XIX — pistas para um estudo. *Revista de História das Ideias*. 15, 437-559.
- Pereira, A. L., Pita, J. R. (2008). Saúde, farmácia e medicamentos no período histórico das invasões francesas. In Sousa, M. L. M. (coord.), *A Guerra Peninsular: perspectivas multidisciplinares*. Actas / Congresso Internacional e Interdisciplinar Evocativo da Guerra Peninsular, integrando o XVII Colóquio de História Militar nos 200 anos das invasões napoleónicas em Portugal. vol. 2. Lisboa: Comissão Portuguesa de História Militar / Centro de Estudos Anglo-Portugueses, 257-271.
- Pita, J. R. (2017). Medicamentos e saúde pública no jornal *Minerva Lusitana*. Os trabalhos de Tomé Rodrigues Sobral (1809). *Revista CEPIHS*. 7, 365-376.
- Pita, J. R., Pereira, A. L. (2011). Farmácia e saúde em Portugal — de finais do século XVIII a inícios do século XIX. In Sebastião J. Formosinho; Hugh D. Burrows, *Sementes de ciência. Livro de homenagem*. António Marinho Amorim da Costa. Coimbra: Imprensa da Universidade, 205-232.
- Prata, M. A. C. (2002). *Academia de Coimbra (1880-1926): contributos para a sua história*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.

JOAQUIM DOS SANTOS E SILVA (1842-1906) E A INVESTIGAÇÃO QUÍMICA SOBRE A CINCHONA E A QUININA

Maria Guilherme Semedo^{1,2,4}, João Rui Pita^{1,2,5}, Ana Leonor Pereira^{1,3,6}

¹Grupo de História e Sociologia da Ciência e da Tecnologia (GHSCT) do CEIS20;

²Faculdade de Farmácia (FFUC);

³Faculdade de Letras (FLUC) - Universidade de Coimbra

⁴Doutoranda em Ciências Farmacêuticas (FFUC),

Investigadora Colaboradora do GHSCT do CEIS20;

⁵Professor da FFUC, Coordenador e Investigador do GHSCT do CEIS20;

⁶Professora da FLUC, Coordenadora e Investigadora do GHSCT do CEIS 20

Resumo

Joaquim dos Santos e Silva é um dos nomes mais importantes da química portuguesa da transição do século XIX para o século XX. Farmacêutico formado pela Escola de Farmácia da Universidade de Coimbra, onde veio a ser professor, foi sobretudo como químico que se distinguiu no plano científico. As análises de águas e alimentos foram objeto da sua investigação mas também teve um importante papel na análise das quinas. Neste estudo focam-se as investigações que J. S. Silva realizou sobre a Cinchona e a quina e as conclusões positivas a que chegou sobre as plantações de quineiras em África.

Palavras-chave: Joaquim dos Santos e Silva, *Cinchona*, quinina, química, século XIX

OBJETIVOS

Estudar o papel que o químico Joaquim dos Santos e Silva teve na análise das quinas, bem como as conclusões a que chegou na sua investigação química sobre a Cinchona e a quinina.

INTRODUÇÃO

Joaquim dos Santos e Silva é um dos nomes mais importantes da química portuguesa de finais do século XIX e início do século XX. Formado em farmácia pela Escola de Farmácia da Universidade de Coimbra onde veio a ser professor, destacou-se no campo da química analítica. Foi autor do primeiro tratado de análise química em Portugal. Joaquim dos Santos e Silva também teve um importante papel na análise das quinas. É merecedor de destaque o papel que teve neste campo. É esse o assunto deste texto.

BREVE NOTA BIOGRÁFICA DE JOAQUIM DOS SANTOS E SILVA

Joaquim dos Santos e Silva era natural de Bruscos, Vila Seca, Condeixa, onde nasceu em 25 de Janeiro de 1842. Faleceu em 22 de fevereiro de 1906. Joaquim dos Santos e Silva chegou a Coimbra em 1859 e nesta cidade realizou os estudos liceais. Em 1864 assumiu o cargo de ajudante do preparador do Laboratório Químico da Universidade de Coimbra, tendo trabalhado sob tutela do químico alemão Bernhard Tollens que na época dirigia o Laboratório Químico da então Faculdade de Filosofia da Universidade de Coimbra. Em 1871, assumiu a direção dos trabalhos práticos do Laboratório Químico por Tollens ter regressado à Alemanha. Joaquim dos Santos e Silva foi enviado pelo Reitor da Universidade de Coimbra à Alemanha para aí prosseguir estudos e realizar estágios científicos quando ainda não tinha completado o curso de farmácia na Escola de Farmácia de Coimbra. Entre 1871 e 1872 esteve na Alemanha, em Göttingen, onde realizou estudos sob orientação de Tollens, de Wöhler e de Hübner, no domínio da química orgânica e noutros domínios da química. Daquela cidade alemã foi para Bonn onde prosseguiu estudos de química orgânica sob orientação de Kekulé e de Wallach, tendo regressado a Portugal em 1873. Em Bonn obteve o ácido monobromo-canfo-carbónico e os seus sais de bário e prata, tendo publicado uma memória na revista da Sociedade Química de Berlim. Logo de seguida, foi contratado para chefe dos trabalhos práticos do Laboratório Químico da Faculdade de Filosofia cargo que assumiu em 1880 (Decreto de 23 de Junho de 1880). Em 1875 terminou o curso de farmácia que deixara incompleto quando foi para a Alemanha. Foi nomeado professor catedrático da Escola de Farmácia da Universidade de Coimbra (Decreto de 27 de Novembro de 1902). Acumulou o cargo, como previsto na legislação, com o de químico-analista da circunscrição de Coimbra do Conselho Médico-Legal, tendo sido nomeado em 23 de Novembro de 1899. Colaborou com diversos professores da Faculdade de Medicina em análises químico-legais. Em 1892 tomou parte no famoso processo médico-legal Urbino de Freitas. É numerosa a sua bibliografia que teve por base análises de consumo, águas

termais, alimentos, etc. Enquanto chefe de trabalhos práticos do Laboratório Químico da Faculdade de Filosofia da Universidade de Coimbra, Joaquim dos Santos e Silva analisou quinas provenientes de São Tomé e de Cabo Verde.

A INVESTIGAÇÃO QUÍMICA SOBRE A CINCHONA E A QUININA

Havia interesse nacional na análise das quinas provenientes de São Tomé e de Cabo Verde devido às propriedades anti-maláricas da quina e da quinina. Santos e Silva analisou pelo menos seis amostras diferentes provenientes de São Tomé e que, de acordo com o analista, tinham quantidades significativas de quinina (Silva, 1877; Silva, 1880; Silva, 1881; Machado, 1883). Joaquim dos Santos e Silva analisou igualmente uma amostra proveniente de Cabo Verde em 1874, embora com pouco êxito em matérias de rendimento do princípio ativo. (Silva, 1877).

Em 1877 Joaquim dos Santos e Silva referiu que as espécies que se estavam a cultivar em São Tomé e em Cabo Verde eram a *Cinchona officinalis*, a *Cinchona succirubra* e a *Cinchona calisaya* que eram as mais ricas em princípios ativos (Silva, 1877). As primeiras análises de casca de *Cinchona* de São Tomé que Santos e Silva realizou foram estimuladas e tiveram como intermediário o famoso botânico português Júlio Augusto Henriques (Silva, 1877). A *Cinchona* de onde era proveniente a casca (provavelmente da espécie *Cinchona succirubra*) havia sido semeada na estufa do Jardim Botânico da Universidade de Coimbra e depois enviada para África em 1869. Em 1876, o médico em exercício em São Tomé, Jacintho de Sousa Ribeiro, fez chegar cascas destas mesmas plantas ao professor Júlio Augusto Henriques (Silva, 1877). Joaquim dos Santos e Silva depois de analisar as primeiras amostras de São Tomé afirmou que os resultados obtidos (45,76 g de quinina por quilo de quina e 8,54 g de cinchonina por quilo de quina) embora pudessem não ser totalmente exatos eram suficientes para tirar conclusões. (Silva, 1877). O objetivo da realização destas análises químicas era avaliar a qualidade da casca de *Cinchona* cultivadas nas então colónias portuguesas em África. Simultaneamente, as análises tinham como objetivo indicar com a precisão possível a quantidade de quinina e a quantidade de cinchonina na casca de *Cinchona* vindas das antigas colónias portuguesas em África.

O que estava em causa era saber se era possível realizar com êxito, com o mesmo rendimento em teor de quinina, as plantações de quineiras nas então colónias portuguesas em África. Para Joaquim dos Santos e Silva o crescimento de uma planta não era diretamente proporcional ao teor dos princípios medicamentosos nela existentes. Haveria equívocos quanto a esta situação.

Em 1880 Joaquim dos Santos e Silva estava consciente de que a sua análise de 1876 havia sido a primeira análise de casca de *Cinchona* das possessões portuguesas em África (Silva, 1880). Descreve ainda a análise de mais duas amostras

provenientes de São Tomé: uma delas enviada em setembro de 1878 por Quintas & Irmãos, proprietários na ilha de S. Tomé (2,5 kg de quinas de uma planta com 2 anos e meio). Joaquim dos Santos e Silva verificou que essa amostra continha 40,83 g de quinina por quilo de quina e 1,64 g de cinchonina por quilo de quina. A outra amostra era do proprietário Nicolau José da Costa (também da ilha de S. Tomé). Tratava-se de uma planta com quatro anos que possuía 41,21 g de quinina por quilo e 2,24 g de cinchonina por quilo de quina. Joaquim dos Santos e Silva referia que estas novas análises confirmavam os seus resultados de 1876. Através delas mostrava-se que a cultura da Cinchona em larga escala deveria suscitar o interesse dos proprietários na ilha da São Tomé. Em 1883 foram publicados os dados da análise de mais 3 amostras de cascas de Cinchona succirubra de São Tomé realizadas por Joaquim dos Santos e Silva. As amostras haviam sido enviadas por António Henriques Pires para o Jardim Botânico de Coimbra. Essas amostras continham teores inferiores de quinina (26,5 g/kg; 16,1g/kg e 27,2g/kg) mas teores superiores de cinchonina (Machado, 1883).

CONCLUSÃO

Joaquim dos Santos e Silva, através da realização de análises químicas, verificou que a casca de Cinchona proveniente das colónias portuguesas tinha uma percentagem adequada de quinina, indiciando que a cultura poderia ser realizada com bons resultados económicos. Esses resultados poderão ter sido importantes no estabelecimento de mais plantações de Cinchona nas colónias portuguesas.

BIBLIOGRAFIA

- Bernardino António Gomes's networks (1768-1823). In Barroso, M. S., Duffin, C. J., Silva, J. M. (Eds) *Insights into Portuguese Medical History: From the Birth of the Art of Asclepius*. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing. p. 436-448. ISBN: (10): 1-5275-831-9; ISBN: (13): 978-1-5275-8831-8
- Costa, A. F. (1944). *O problema das quinas*. Lisboa: Biblioteca Cosmos.
- Formosinho S. J., Herold, B. J., Cardoso, A. C. (2013). Joaquim dos Santos e Silva: um pioneiro português da Química moderna. In Fiolhais, C.; Simões, C.; Martins, D. (eds.) *História da Ciência Luso-Brasileira. Coimbra entre Portugal e o Brasil*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra. 207–227.
- Henriques, J. A. (1876). A cultura das plantas que dão a quina nas possessões portuguesas. *O Instituto*. 22(7-12), 184–190.
- Machado, S. (1882). A quina nas colonias portuguesas. *Jornal da Sociedade Pharmaceutica Lusitana*. 3, 251–257.
- Machado, S. (1883). Quinas de S. Thomé. *Jornal da Sociedade Pharmaceutica Lusitana* 4, 152.
- Pita, J. R. (2009). *A Escola de Farmácia de Coimbra (1902-1911)*. Coimbra: IUC

- Pita, J. R., Semedo, M.G., Pereira, A.L. (2022). Two centuries since the isolation of cinchonine:
- Semedo, M. G., Pereira, A. L., Pita, J. R. (2021). The influence of German science on Cinchona and quinine research in Portugal in the second half of the 19th century. *Die Pharmazie*.76(8) 396-402. doi: 10.1691/ph.2021.1050
- Semedo, M. G., Pita, J. R. (2021). Quina e quinina: descoberta, difusão e influência na saúde pública. In Cordeiro, A. M. R.; Dias-Trindade, S.; Sebastião, D. (Orgs.) — *Diálogos Multidisciplinares: investigação em perspetiva*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra. p. 277-290. ISBN: 2183-1610; ISBN DIGITAL: 978-989-26-2020-6; DOI: <https://doi.org/10.14195/978-989-26-2020-6>
- Silva, J. S. (1877). Breve noticia sobre a riqueza das quinas cultivadas nas possessões\ portuguezas da Africa. *Jornal de Horticultura Prática* 8, 90–92.
- Silva, J. S. (1880). Nova analyse das quinas da Ilha de S.Thomé. *Jornal de Horticultura Prática* 11, 238–239.
- Silva, J. S. (1881). Nova analyse das quinas da ilha de S. Thomé. *O Instituto*. Segunda Serie 28:71–73.

CANÁBIS E CANABINÓIDES NOS ÚLTIMOS 50 ANOS, PARA FINS DITOS RECREATIVOS, EM PORTUGAL

Catarina Paiva^{1,2,4}, João Rui Pita^{1,2,5}, Ana Leonor Pereira^{1,3,6}

¹Grupo de História e Sociologia da Ciência e da Tecnologia (GHSCT) do CEIS20;

²Faculdade de Farmácia (FFUC); ³Faculdade de Letras (FLUC) - Universidade de Coimbra

⁴Estudante de Doutoramento em Ciências Farmacêuticas (FFUC),

Investigadora Colaboradora do GHSCT do CEIS20;

⁵Professor da FFUC, Coordenador e Investigador do GHSCT do CEIS20;

⁶Professora da FLUC, Coordenadora e Investigadora do GHSCT do CEIS 20

Resumo

A presença da planta *Cannabis sativa* em Portugal não é recente.

Portugal ratifica, na década de 70 do século XX, tratados internacionais que pretendem combater as drogas. Desde então, rica é a história legislativa da canábis, bem como a oferta de produtos para fins recreativos, não apenas, mas também, no mercado ilícito.

Iremos apresentar alguns produtos disponibilizados nestes mercados ao longo dos anos, analisando diferenças entre eles quer ao nível dos principais constituintes químicos quer da perigosidade.

O aumento da potência em tetrahydrocannabinol (THC), bem como o consumo de canabinóides sintéticos têm sido principais preocupações.

Palavras-chave: canábis, canabinóides sintéticos, potência em THC.

OBJETIVOS

Tendo como ponto de partida a época do proibicionismo em Portugal, na década de 70 do século XX, pretendemos fazer uma análise de compostos à base da planta de canábis ou canabinóides disponíveis, de forma ilícita ou não, para fins ditos recreativos e identificar as principais preocupações atuais.

INTRODUÇÃO

A relação estreita entre Portugal e a planta da canábis teve o seu apogeu na época áurea dos Descobrimentos e foi reacendida em pleno século XX, durante a Segunda Guerra Mundial.

A utilização das fibras, da planta da canábis, para vestuário, fio de sapateiro, lonas, sacas e muitos outros produtos de uso corrente tornavam esta matéria-prima muito importante na economia dos países. Portugal não era exceção.

O hábito de fumar canábis terá chegado a Portugal com os militares vindos de África, da Guerra Colonial (Calado, 2016).

É em 1970 que Portugal ratifica acordos internacionais de combate à droga, iniciando-se a era do proibicionismo em Portugal.

Ao longo destes cerca de 50 anos foram muitos os produtos disponíveis relacionados com canábis ou canabinóides, para fins ditos recreativos, que preocuparam e preocupam as autoridades.

Se numa primeira fase era a planta da canábis que se usava para fins ditos recreativos, as descobertas químicas trouxeram novos compostos que anos mais tarde aproveitariam um vazio legal para se instalarem no mercado português. Mais recentemente, tentando novamente o desvio do mercado ilegal, os produtos com baixo teor de THC são também uma preocupação presente.

Daremos especial atenção a três grupos utilizados para finalidades ditas recreativas:

- planta da canábis;
- canabinóides sintéticos;
- produtos com baixo teor de THC.

PLANTA DA CANÁBIS

A canábis é hoje a droga ilícita mais consumida no mundo e em Portugal.

Um artigo publicado em 1970 refere que nos EUA a potência média, em THC, da marijuana seria cerca de 1 %. O mesmo estudo refere valores mais elevados para o haxixe que poderia chegar a valores de 20 % de THC (Chun, 1970).

Há, desde 2008, um aumento geral da potência média da canábis herbácea (cerca de 11 %) e da resina de canábis (cerca de 21 %) consumidas na Europa (EMCDDA 2020; OEDT 2022).

O aumento, em cerca de 30 vezes, do número de hospitalizações por surto psicótico ou esquizofrenia em indivíduos com consumo de canábis, em Portugal, entre 2000 e 2015 pode espelhar motivos para preocupação (Gonçalves-Pinho *et al.*, 2020).

CANABINÓIDES SINTÉTICOS

Pertencentes ao grupo das Novas Substâncias Psicoativas (NSP), os canabinóides sintéticos terão sido sintetizados inicialmente em laboratório por cientistas que tentavam encontrar novas moléculas que dessem resposta a doenças, tendo saído do laboratório e passado a ser usados com finalidades ditas recreativas (Nota de esclarecimento sobre K2 2023).

Em 2008 assinala-se a primeira deteção de canabinóides sintéticos em “drogas legais”, na Europa (EMCDDA 2017).

Em Portugal, em 2007, abre a primeira “smartshop” onde eram vendidas NSP, com uma falsa sensação de segurança, num mercado legal (Smartshops, 2013).

A perigosidade dos canabinóides sintéticos é elevada tendo sido relatadas mortes envolvendo estes compostos (OEDT 2022). Usualmente eram misturados ou polvilhados numa base vegetal, usada para fumar. Hoje encontram-se misturados com estimulantes, sedativos e até em recargas de líquidos de cigarros eletrónicos (EMCDDA 2017). Recentemente, no Relatório Europeu sobre Drogas, emitido em 2022, uma das preocupações explícitas é a adulteração de produtos de cânabis com canabinóides sintéticos (OEDT 2022).

Em Portugal, num estudo do SICAD, há percepção que o consumo de canabinóides sintéticos poderá ser muitas vezes não intencional (Lavado *et al.*, 2018).

PRODUTOS COM BAIXO TEOR DE THC

Na Europa, desde 2017, em lojas especializadas ou de alimentação saudável, têm sido disponibilizados óleos de cânabis ou cânabis herbácea, com baixo teor de THC, tendo como público-alvo quer os consumidores da substância ilícita, encontrando uma alternativa legal, quer outro grupo que busca “saúde e bem-estar” (Observatório Europeu de Droga e da Toxicodependência 2019). Portugal acompanha esta tendência.

Por toda a Europa a disponibilização dos produtos com baixo teor de THC tem levantado preocupações referentes quer ao estatuto jurídico quer aos seus potenciais efeitos nocivos. Em 2020 foi elaborado um relatório que teve como foco estes produtos. Numa área em franca expansão, o objetivo lato foi obter uma visão geral relativa à venda de produtos com baixo teor de THC. Constata-se no estudo que o número de substâncias é elevado e as suas formas de apresentação muito variáveis. São necessários mais estudos sobre os benefícios e riscos destes produtos na saúde (Observatorio Europeo de las Drogas y las Toxicomanias 2020).

CONCLUSÃO

Desde a época do proibicionismo a oferta de produtos à base de canábis e carabinóides para fins ditos recreativos tem sido rica também em Portugal. Num mercado dinâmico e criativo destacamos que os produtos consumidos hoje são muito diferentes daqueles consumidos há 50 anos, nomeadamente na potência em THC.

O aumento da potência da canábis e o consumo de cannabinoides sintéticos, inclusive não intencional, e em produtos de baixo teor de THC, tem sido alvo de interesse e preocupação por parte dos profissionais desta área.

BIBLIOGRAFIA

- Calado, V. G. (2016). As drogas em combate: usos e significados das substâncias psicoativas na Guerra Colonial Portuguesa Drugs in combat: uses and meanings of psychoactive substances in the Portuguese Colonial War. *Etnografica*, 20(3), 471–494. <https://doi.org/10.4000/etnografica.4628>
- Chun, G. (1970). Marijuana : A Realistic Approach. *California Medicine - The Western Journal of Medicine*, 7–13. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1501882/pdf/califmed00136-0039.pdf>
- EMCDDA (2020). Relatório Europeu sobre Drogas 2020: Questões-Chave. In *Observatório Europeu da Droga e da Toxicodependência*. <https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/13238/TD0420439PTN.pdf>
- OEDT (2022). *Relatório Europeu sobre Drogas - Tendências e evoluções*. https://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/14644/2022.2419_PT_03_wm.pdf
- Gonçalves-Pinho, M., Bragança, M., & Freitas, A. (2020). Psychotic disorders hospitalizations associated with cannabis abuse or dependence: A nationwide big data analysis. *International Journal of Methods in Psychiatric Research*, 29(1), 6–11. <https://doi.org/10.1002/mpr.1813>
- Nota de esclarecimento sobre K2, Associação Médica Brasileira de Endocannabinologia e Associação Pan-Americana de Medicina Canabinoide (2023). <https://doi.org/10.12659/AJCR.936209>
- EMCDDA (2017). *Os canabinoides sintéticos na Europa*.
- Smartshops. (2013). 100%Deejay. <https://deejay.pt/rusty/itemlist/tag/Smartshops>
- Lavado, E., Leonardo, J., Carapinha, L., Torrado, M., Frango, P., & Calado, V. (2018). *Novas Substâncias Psicoativas em Portugal - Metodologia Trendspotter - Relatório Final*. http://www.sicad.min-saude.pt/BK/EstatisticaInvestigacao/EstudosConcluidos/Lists/SICAD_ESTUDOS/Attachments/191/TRENDSPOTTER_Relatorio_Final_pt.pdf
- Observatório Europeu de Droga e da Toxicodependência. (2019). *Relatório Europeu sobre Drogas: Tendências e evoluções*. http://www.emcdda.europa.eu/system/files/publications/11364/20191724_TDAT19001PTN_PDF.pdf
- Observatorio Europeo de las Drogas y las Toxicomanias. (2020). *Productos de cannabis con bajo contenido de THC en Europa*. <https://doi.org/10.2810/99971>

SESSÃO 2

EM TORNO DE UM *ÉTALON PHOTOMÉTRIQUE*

Isabel Malaquias
Departamento de Física, CIDTFF
Universidade de Aveiro 3810-193 Aveiro
imalaquias@ua.pt

Resumo

A descoberta, num acervo de instrumentos didáticos de uma escola secundária, de um designado “*étalon photométrique Carcel*” conduziu-nos a questões sobre o que era, para que servia este dispositivo, e também que possíveis razões justificariam a sua presença naquele espaço educativo. Neste trabalho, procuraremos dar resposta às questões formuladas e perceber *se/* como a sua presença teve, de algum modo, conexão com a sociedade de então e suas preocupações.

Palavras-chave: Lâmpada de Carcel, iluminação a gás, fotometria, cultura material, A. J. Ferreira da Silva

INTRODUÇÃO

A iluminação das ruas das cidades mudou completamente a face destas, abrindo possibilidades e bem-estar desconhecidos na vida das populações, permitindo entre outras facilidades, a movimentação urbana nocturna e com maior segurança.

A invenção da iluminação a gás, em 1785, e o seu desenvolvimento a partir de 1816, em Paris, conduziram às primeiras racionalizações, visando a quantificação da potência de iluminação, tendo sido necessárias escolhas relativas à fonte de abastecimento de gás e das luminárias.

Do sucesso da invenção de Aimé Argand (1750-1803) resultou a melhor lâmpada de então, designada pelo nome do seu inventor, sobre a qual também se pronunciou o afamado polímato português João Jacinto de Magalhães (1722-1790), referindo, em carta para a Academia das Ciências de Lisboa, c. 1784, que

“...se tem descoberto o methodo de que huma só luz de hum Candieiro dê mais clarão do que déz vellas Ordinarias, sem que o fumo, nem o cheiro incomode de modo algum; e querendo, remeterá o tal Candieiro para modelo.” (Home *et al.*, 2017).

O desenvolvimento de lâmpadas e combustíveis veio acrescentar também a necessidade de caracterização de parâmetros que deveriam ser tidos em consideração, nomeadamente os de intensidade luminosa, fluxo luminoso, nível de iluminância.

O estudo pormenorizado da combustão de uma vela deu azo à célebre publicação de Michael Faraday, em 1848, *The chemical history of a candle*, numa altura em que o recurso a velas de estearina era ainda relativamente recente, de que se ressalta a sua tradução e anotação para português (Prata & Rodrigues, 2011).

O célebre médico, professor de farmácia e divulgador científico, Louis Figuier (1819-1894) dará um forte relevo à questão da iluminação no seu trabalho *L'Art de l'éclairage*, publicado em 1882, onde se referirá aos diferentes tipos de lâmpadas que foram sendo aperfeiçoados até à invenção da designada lâmpada de Carcel (Figuier, 1882).

Em 1895, a publicação oficial das matérias a lecionar na disciplina de Física da VII classe dos liceus portugueses, contemplava o estudo da fotometria, a partir das especificações: “... Photometros de Rumford e de Bunsen” (Barroso, 1995). Consistia este estudo na medição da intensidade da luz por comparação de duas fontes luminosas. Poderá parecer verdadeiramente um assunto simplesmente teórico e sem aplicação prática, mas, alargando a perspetiva, podemos contextualizar com a iluminação que revolucionou a própria sociedade de oitocentos. Nesse final de século, já se tinha iniciado, em alguns países e também em algumas cidades portuguesas, a própria electrificação das ruas, sucedendo a esse outro momento de grande impacto social, que foi o início da iluminação a gás. A fotometria que se propunha para estudo era relativamente simples e qualitativa, razão pela qual os vestígios materiais existentes na maior parte das escolas secundárias mais antigas, do início do século XX, são relativamente pobres, considerando a própria singeleza dos fotómetros a estudar, havendo, contudo, ainda vários fotómetros de Bunsen.

UM “ETALON PHOTOMÉTRIQUE”

Bernard-Guillaume Carcel (1750-1818) adquiriu fama pela invenção de uma alternativa à lâmpada de Argand, inventada em 1780, que até então era a melhor fonte de iluminação conseguida. Era 6 a 10 candelas mais brilhante que qualquer outra fonte usada à época. Apresentava, contudo, alguns problemas de funcionamento a que a invenção de Carcel veio obviar. Este projetou uma lâmpada na qual o reservatório de combustível se localizava abaixo do queimador e, de forma a que o óleo subisse, inseriu um pequeno mecanismo de relojoaria na base da lâmpada

que permitia acionar uma pequena bomba submersa no reservatório. Esta invenção foi patenteada em 1800, afirmando-se que a lâmpada fornecia dezasseis horas de iluminação sem necessidade de haver reabastecimento do óleo, tendo ainda vantagem sobre as de Argand, pelo facto de ter o depósito situado abaixo do queimador, pelo que se evitava o efeito de sombra que esta incluía. Com o dispositivo de relojoaria acionava-se a bomba aspirante-premente, que permitia uma melhor ascensão do líquido combustível ao pavio, bem como o seu gasto até ao fim.

A lâmpada de Carcel, muito vulgarizada durante o século XIX, era, contudo, pouco acessível ao vulgar cidadão, embora fosse mais eficiente que qualquer outra anteriormente usada. Em França, foi usada como medida padrão de iluminação, consistindo num queimador Argand cilíndrico que dava um brilho padrão quando 42 g de óleo de colza eram consumidos em 1 hora.

A importância da iluminação tornou-se por demais evidente em termos de sociedade, pois passara a ser então objeto de admiração e facilidades anteriormente desconhecidas. Não causa, pois, estranheza que um tópico de estudo no ensino liceal pudesse ter afinidade com esta questão, isto é, com a necessidade de comparar intensidades luminosas ainda que de forma muito pouco quantitativa. Mais surpreendente foi encontrar, de entre várias escolas visitadas, uma onde persistia a existência de um chamado “ETALON PHOTOMETRIQUE. CARCEL Inventeur brevete A PARIS”, dando materialidade a esta questão que temos vindo a apresentar.

A. J. FERREIRA DA SILVA E O POSTO FOTOMÉTRICO

Em 1908, os sistemas de iluminação na cidade do Porto foram transformados, discutindo-se a utilização de bicos de iluminação a gás que fossem mais económicos e de maior rendimento. Este episódio é relatado pelo Prof. António Joaquim Ferreira da Silva (1853-1923) que foi convidado a dar o seu parecer sobre os mesmos, enquanto diretor do Posto Fotométrico da cidade (Silva, 1914a). Para o efeito, indicou uma série de bicos, dos mais utilizados. Revelava ainda que fora encarregado de definir, experimentalmente, o consumo de gás nos diversos tipos de bico de chama livre, até então utilizados, e fazer a sua comparação com os de incandescência. Os resultados que obteve evidenciaram que os bicos de incandescência consumiam muito menos que os chamados bicos de fenda, de chama livre. Em certo passo da sua publicação, registava

“Era indispensável dar á Camara a indicação, complementar e essencial, do gasto no gaz nos bicos de incandescencia por unidade de luz CARCEL. Como é sabido, tal consumo nos bicos Bengel, que melhor aproveitavam até ahi o gaz, é de 105 l. a 115^l,5 por hora.

Como director do Posto photometrico informei o vereador do pelouro da iluminação de que, por experiencias realizadas no Posto dez anos antes, em 1897, os bicos Auer, que então se usavam, consumiam apenas uns 30 l. por carcel-hora; mas que, com os progressos realizados desde essa data, era natural que o gasto de gaz fosse hoje menor” (Silva, 1914a).

Acrescentava, no seguimento, que a determinação do poder iluminante dos bicos fora feita com recurso ao “photometro de Dumas e Regnault modificado”, utilizando como padrão luminoso uma lâmpada de Carcel, que queimava 42 g de óleo de colza depurado por hora (Silva, 1914b).

NOTA FINAL

A importância social da iluminação revelou-se carente da criação de padrões de medida que permitissem avaliar, entre outras, a intensidade da luz emitida por uma fonte. Um dos padrões que a certa altura entrou em uso foi o da lâmpada Carcel, de que um exemplar foi encontrado numa das escolas secundárias portuguesas mais antigas. A unidade carcel foi definida, em 1860, como a intensidade de uma lâmpada Carcel com queimador e chaminé de dimensões padrão, que queimava óleo de colza a uma taxa de 42 g de óleo de colza por hora, com uma chama de 40 milímetros de altura. Em terminologia moderna, um carcel equivale a 9,74 candelas. A unidade carcel é hoje uma unidade obsoleta, mas foi relevante desde os finais do século XIX ao início do século XX. A comparação fotométrica da utilização pública de bicos de iluminação a gás foi objecto da atividade do Posto Fotométrico da cidade do Porto, dirigido à época pelo Prof. A. J. Ferreira da Silva, de quem comemoramos o centenário da morte, que sobre o assunto publicou na *Revista de Chimica Pura e Applicada*, para além de em outra documentação escrita trocada com as respectivas entidades públicas. A proveniência da lâmpada Carcel encontrada é ainda uma incógnita. Seria parte integrante da escola, no âmbito de aquisições determinadas pela sua direcção, ou pelo ministério, ou terá sido objecto de uma doação particular, ou mesmo de uma instituição, por exemplo, o referido Posto Fotométrico? Estaremos ainda em condições de encontrar a peça em falta que contribua para esse esclarecimento ... eis a questão!

BIBLIOGRAFIA

- Barroso, J. (1995). *Liceus – Organização Pedagógica e Administração (1836-1960)*. Fundação Calouste Gulbenkian e Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, Vol. II, 744.
- Figuiet, L. (1882). *L'Art de l'éclairage* (2^e éd.). Paris: Librairie Furne – Jouvet et Cie., Éditeurs.

- Home, R.W., Malaquias, I. M., Thomaz, M. F. (2017). *For the Love of Science*, Vol. II, Peter Lang AG, International Academic Publishers, Bern-Berlin-Bruxelles-Frankfurt am Main-New York-Oxford-Wien, Switzerland, 1503.
- Prata, M. I., Rodrigues, S. (tradutores). *A História Química de uma Vela*, Imprensa da Universidade de Coimbra, Coimbra 2011.
- Silva, A. J. F. da (1914a). A transformação do systema de iluminação no Porto em 1908. *Revista de Chimica Pura e Applicada*, Série I, Ano 10, Número 7-12, 294-309, 296.
- Silva, A. J. F. da (1914b). Instrucções regulamentares para a determinação do poder iluminante do gaz adoptadas no Posto photometrico do Porto. *Revista de Chimica Pura e Applicada*, Série I, Ano 10, Número 7-12, 242-265.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P. no âmbito do projecto UIDB/00194/2020 (CIDTFF).

SHEDDING LIGHT INTO THE EARLIEST COLLECTION OF MAGIC LANTERN SLIDES IN PORTUGAL

Ângela Santos¹, Alexandra Rodrigues¹, Carla Machado¹,
Gilberto Pereira^{2,3}, Vanessa Otero^{1,4}, Márcia Vilarigues¹

¹ VICARTE research unit, Department of Conservation and Restoration,
NOVA School of Sciences and Technology (NOVA FCT), Caparica

² Museu de Ciência da Universidade de Coimbra, Largo Marques de Pombal, Coimbra

³ Centro de Física da Universidade de Coimbra, Rua Larga, Coimbra

⁴ LAQV-REQUIMTE research unit, Department of Conservation and Restoration,
NOVA School of Sciences and Technology (NOVA FCT), Caparica

* aba.santos@campus.fct.unl.pt

Abstract

The magic lantern was the first optical instrument for projecting transparent images, commonly designated as magic lantern slides and was used for diverse purposes, from arts to scientific and religious education, entertainment, and advertisement. A selection of 20 painted glass slides from the Science Museum of the University of Coimbra attributed to the 18th and 19th c. was studied for the first time. Our research covers their historical background, conservation state of glass and painting materials and the preliminary results obtained through a multi-analytical characterisation of materials and painting techniques applied to these fascinating objects.

Keywords: Science Museum of the University of Coimbra, painted magic lantern glass slides, 18th and 19th c., material characterisation, heritage conservation.

OBJECTIVES

This work aims to unfold historical and material information about the collection of painted magic lantern glass slides from the Science Museum of the University of Coimbra (MCUC). We will uncover the materials and techniques

used for their production, evaluate their state of preservation, and correlate the results with written sources and coeval slides. These objectives are achieved by: 1) investigating written sources, 2) applying a multi-analytical methodology using Energy Dispersive X-Ray Fluorescence (EDXRF) and Ultraviolet-Visible (UV-VIS) spectroscopies, Stereomicroscopy and Ultraviolet-Induced Visible Fluorescence photography, 3) comparing the glass and painting analytical with 18th and 19th-c. written sources on slides' production, 4) compare the analytical results with other Portuguese collections studied within the framework of MAGICA project (Magic Lantern: Study, Safeguard, Uses and Reuses in 19th-century Portugal, PTDC/ART-PER/1702/2021, www.magica-project.com).

INTRODUCTION

The magic lantern was developed in the mid-17th c. as the first optical instrument for projecting enlarged transparent images, commonly designated as magic lantern slides (Robinson et al., 2001). It was one of the most impactful devices of the 18th and 19th c., used for arts, scientific and religious education, entertainment, and advertisement (Frutos, 2010; Robinson *et al.*, 2001).

By the end of the 18th c., Portuguese philosophers were acquainted with new optical instruments' appearance and described and praised their usefulness, as in the specific case of the magic lantern (Bernardo, 2009; Vieira, 1717).

Interested in putting an end to Portugal's lag in development compared to other European countries, Sebastião José de Carvalho e Melo (Marquês de Pombal), as minister of King D. José I (1750-1777), instituted economic, cultural, political and philosophical reforms that changed the course of the country (Bernardo, 2009). In this sense, the educational reforms stand out, formalised by the creation of the new Statutes of the University of Coimbra in 1772, which indicate that the third year of the Philosophical Course would integrate the fundamental knowledge of Experimental Physics ("Livro III. Dos Cursos Das Sciencias Naturaes e Filosoficas," 1772; Nunes, 2011). Its program included, within the scope of the study of light, among other objects and instruments used in optics, the magic lantern.

The collection of painted magic lantern slides of the MCUC currently comprises 58 slides, 44 from the 18th c. and 14 from the 19th c., which can be divided into four groups (A, B, C and D) (Figure 1). The first three groups, composed of 34, three, and seven slides (groups B and possibly C are attributed to Giuseppe Zais, a landscape painter from Venice), were acquired for the Cabinet of Physics of the Royal College of Nobles of Lisbon and transferred in February of 1773 to the University of Coimbra, constituting the earliest collection of

slides known in Portugal (Pereira, 2017). It is also known that, at the time, the Cabinet of Physics owned three magic lanterns, emphasising the possibility that these instruments were used in lectures on Experimental Physics envisaged by the Statutes. The MCUC acquired a fourth group of 14 phantasmagoria slides from Jean-Gabriel-Augustin Chevallier (Optician du Roi, à Paris) in 1840, along with a phantasmagoria lantern, which no longer exists (Ramires *et al.*, 2006).

Over the last few years, Portuguese collections of slides have been studied within the framework of the MAGICA project aiming to develop preservation methods for those images and try to understand how they relate to Portuguese 19th-c. academic and cultural life. As a first approach to this collection, 20 slides were selected (10, one, three, and six, respectively, from groups A to D).



Figure 1 - Examples of painted slides from the four groups: A) unknown, 18th c. (FIS.2070); B) Giuseppe Zais, 18th c. (FIS.2105); C) Giuseppe Zais (uncertain), 18th c. (FIS.2113); D) Chevallier, 19th c. (FIS.2119).

MULTI-ANALYTICAL CHARACTERISATION OF SLIDES

EDXRF and UV-VIS spectroscopies allowed for acquiring a vast number of analytical results in a relatively short time. As a result, the glass composition could be uncovered, and the complementary use of these techniques allowed us to propose the main colourants present in most colours applied to these paintings and detect conservation problems under magnification.

The semi-quantification of the glass composition based on EDXRF analysis proved invaluable for significant quantities of glass objects without sampling and allowed the distinction of different compositional groups (potassium-rich, HLLA, and soda rich). Furthermore, a correlation was found between the compositional groups and the chronology attributed to the slides. The glass was revealed to be of excellent quality (e.g. thin, transparent and without defects to the naked eye), with small elongated bubbles, indicating the potential use of the cylinder technique to produce the flat glass sheets.

Regarding the painting materials, the colourants identified correspond mostly to those advised by coeval literature. Ochres appear to be present in yellow, red and brown areas, anthraquinone red lake pigments were found in slides from groups A and C, vermilion appears to be present in red areas of slides from group B, Prussian blue was perceived in all blue regions, and copper-based green (such as Verdigris) was present in slides from group A. Several oranges, browns, greens, and purples were composed of mixtures of other colours on the slides. Unidentified organic yellows and oranges were also detected, and the black colours were possibly carbon-based black. Differences in fluorescence under UV radiation were also observed.

CONCLUSIONS

Access to the slides collection from the MCUC, using analytical methods, gave a rare insight into the early production of painted magic glass slides. This methodology provided essential information regarding the materials and techniques to produce these objects impacting contemporary conservation. Furthermore, the results could be correlated with historical literature on painted slide production and slides from other manufacturers of the same period. This study will also contribute to developing a spatial-temporal map that supports the attribution of production periods, places and makers.

REFERENCES

- Bernardo, L. M. (2009). *Histórias da Luz e das Cores* (2nd ed., Vol. 1). Editora da Universidade do Porto.
- Frutos, F. J. (2010). *Los ecos de una lámpara maravillosa: La Linterna Mágica En Su Contexto Mediático*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Livro III. Dos Cursos das Sciencias Naturaes e Filosoficas. (1772). In *Estatutos da Universidade de Coimbra compilados debaixo da immediata e suprema inspecção de El Rei Dom José I* (Vol. 3). Na Regia Officina Typografica.
- Nunes, C. (2011). Os Estatutos de 1772 da Universidade de Coimbra. VI Congresso Brasileiro de História da Educação.
- Pereira, G. G. (2017). A reorganização do Museu Pombalino de Física da Universidade de Coimbra por Mário Augusto da Silva. *Conservar Património*, 26, 23–36.
- Ramires, A., Antunes, E., & Caldeira, M. H. (Eds.). (2006). *Passado ao Espelho: Máquinas e Imagens das vésperas e primórdios da Photographia*. Museu de Física da Universidade de Coimbra.
- Robinson, D., Herbert, S., & Crangle, R. (Eds.). (2001). *Encyclopaedia of the Magic Lantern*. The Magic Lantern Society.
- Vieira, I. (1717). *Tratado Da Dioptrica*. Available at Biblioteca Nacional de Portugal, COD.5165/12.

A DESCOBERTA DA POLAROGRAFIA, UM NOVO CAMINHO PARA A ANÁLISE QUÍMICA EM PORTUGAL

Cristina Marques
Bolsaira IHC-UE - UI/BD/151456/2021

Resumo

No início do século XX, o químico checo Jaroslav Heyrovský descobriu a polarografia, um método revolucionário para a análise química em soluções líquidas. Em colaboração com o químico japonês Masuzo Shikata, desenvolveram o polarógrafo, um dispositivo que registava fotograficamente os resultados da relação entre a corrente elétrica em função do potencial aplicado no eletrodo de mercúrio.

Em Portugal, nos anos 40, o Eng. Humberto de Almeida era o especialista em polarografia, destacando-se o seu trabalho *“Pesquisa do chumbo no vinho do Porto e em algumas bebidas estrangeiras”*.

Ao Instituto Superior Técnico a polarografia chegaria no ano de 1948 por iniciativa do Eng. Herculano de Carvalho.

Palavras-Chave: Heyrovský, Polarografia, Polarógrafo, Análise Química

OBJETIVOS

Este texto tem como objetivo apresentar uma narrativa histórica sobre a descoberta da polarografia, um método inovador para a análise química em soluções líquidas. Destacamos a contribuição do químico Checo Jaroslav Heyrovský na criação da polarografia, bem como a importância dos químicos portugueses, como o Engenheiro Humberto de Almeida, na pesquisa e desenvolvimento dessa técnica. Além disso, pretendemos salientar a introdução da polarografia no Instituto Superior Técnico, por iniciativa do Engenheiro Herculano de Carvalho. O texto

tem como propósito fornecer informações relevantes e precisas sobre o avanço científico na área da análise química, contextualizando-o dentro do cenário histórico da química em Portugal.

Há pouco mais de um século, precisamente na tarde de sexta-feira de 10 de fevereiro de 1922, o químico Checo Jaroslav Heyrovský (1890-1967) descobria um novo método para identificar e quantificar substâncias em quantidades muito reduzidas numa solução líquida. A análise química conheceria, assim, um avanço significativo para a precisão e exatidão dos seus resultados e acabaria por alterar a maneira como os químicos analisam e compreendem as soluções líquidas, representando um marco importante na história da química.

Em colaboração com o químico japonês Masuzo Shikata, Heyrovský desenvolveu o polarógrafo em 1925, um novo dispositivo eletroquímico capaz de registar fotograficamente os resultados da relação da corrente elétrica em função do potencial aplicado que ocorrem ao redor do eletrodo de mercúrio. O polarógrafo tornou-se no primeiro instrumento analítico automático disponível, desempenhando um papel crucial no desenvolvimento e disseminação do método polarográfico, baseado na eletrólise com um eletrodo de mercúrio gotejante.

Durante as décadas de 1920 e 1930, Heyrovský e os seus discípulos conduziram estudos extensivos sobre a polarografia, contribuindo para a compreensão e aprimoramento da técnica.

Esta nova técnica foi um passo importante para a mudança qualitativa na electro-analítica química que na época se restringia à potenciometria e à eletrólise de corrente controlada. A sensibilidade da polarografia neste método de análise permitiu que fossem determinadas espécies eletroativas em concentrações muito baixas expandindo as possibilidades da análise química.

Heyrovský descobriu uma técnica inovadora e, ao mesmo tempo, ia partilhando os seus resultados com a comunidade científica através de publicações científicas, seguindo a sua citação favorita de Faraday: “*Work, finish, publish*”. A técnica foi sendo melhorada e cada vez mais utilizada.

A literatura polarográfica expandiu-se rapidamente, desde a sua invenção. O número total de publicações sobre polarografia cresceu muito rapidamente, havendo uma grande aceitação desta nova técnica. Terá ajudado a este crescimento o acesso gratuito de diversa bibliografia.

O reconhecimento da importância da polarografia na comunidade científica acabaria por chegar em 1959 com a atribuição do prémio Nobel a Heyrovský. Este novo método podia ser utilizado para uma análise rápida, precisa e sensível. Era possível detetar traços de substâncias numa solução, numa diluição de um para um milhão, desempenhando um papel fundamental na pesquisa científica em todo o mundo. A ampliação da literatura polarográfica e a aceitação generalizada dessa técnica evidenciaram a sua importância em diversas áreas, incluindo química, biologia, medicina, metalurgia e mineralogia.

Em Portugal, o Eng. Humberto de Almeida conduziu vários estudos na área da polarografia, nomeadamente, o trabalho desenvolvido na sua tese doutoramento, em 1943 com título “*Polarografia: Análises Polarográficas Qualitativas e Quantitativas Aplicadas a Soluções Mais ou Menos Complexas*”. Mais tarde, no Instituto do Vinho do Porto, publicou diversos trabalhos científicos sobre a identificação e doseamento de substâncias no Vinho do Porto usando a polarografia. Destaca-se o trabalho apresentado no Congresso Internacional das Indústrias Agrícolas de Paris, em 1948: “*Pesquisa do Chumbo no Vinho do Porto e em Algumas Bebidas Estrangeiras*” e, além disso, na *Revista da Ordem dos Engenheiros*.

No Instituto Superior Técnico (IST), em 1948, por iniciativa do Prof. Herculano de Carvalho, diretor do laboratório de eletroquímica, e possivelmente influenciado pelo Dr. Artur de Sousa, foi adquirido um polarógrafo de Cambridge. Esse dispositivo, que utilizava a técnica do elétrodo de mercúrio gotejante, chegou ao IST e marcou o início das investigações relacionadas à análise polarográfica. A data exata é conhecida, pois o polarógrafo mantém a sua etiqueta original. A presença desse equipamento, juntamente com um manual de instruções, demonstrou o compromisso do IST em estar na vanguarda da ciência, procurando acompanhar as novas técnicas e instrumentação avançada disponíveis no mercado.

A Eng. Isabel Gago, na altura assistente do laboratório de eletroquímica do IST, assumiu a responsabilidade de criar uma secção de Polarografia no referido laboratório. Para tal, procurou o Dr. Humberto de Almeida, com o intuito de aprofundar os seus conhecimentos sobre a técnica e obter informações sobre o funcionamento do polarógrafo de Cambridge. Após a instalação do polarógrafo, a gestão da secção de Polarografia foi confiada a Maria Teresa Águas da Silva, uma aluna de 6º ano, que já tinha colaborado anteriormente no enchimento do capilar do polarógrafo com a sua colega Magda Cabrita.

Com o advento nuclear, esta secção foi utilizada pelo centro de estudos de química nuclear da Comissão de Estudos de Energia Nuclear no IST. O primeiro trabalho, intitulado “*Revisão de Métodos Polarográficos*” foi integrado no plano geral de revisão de métodos de dosagem do urânio, sob a orientação do Prof. Herculano de Carvalho.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento da técnica polarográfica por Jaroslav Heyrovský e Masuzo Shikata marcou um importante avanço na história da química analítica. O polarógrafo revolucionou a análise de substâncias em soluções líquidas, permitindo deteções precisas mesmo em concentrações extremamente baixas. A polarografia encontrou ampla aceitação e aplicação em diversas áreas científicas. A atribuição

do prémio Nobel a Heyrovský, em 1959, validou a sua importância. Em Portugal, investigadores como Humberto de Almeida contribuíram para a evolução da polarografia. O Instituto Superior Técnico demonstrou o seu empenho em adotar técnicas avançadas, com a aquisição do polarógrafo, e impulsionar a ciência para novos patamares.

BIBLIOGRAFIA

- Budnikov, G.K., Shirokova, V.I. (2009). History of voltammetry in Russia. *J Anal Chem* 64, 1279–1288. <https://doi.org/10.1134/S1061934809120144>.
- Butler, J. A. V., and P. Zuman. (1967). “Jaroslav Heyrovský. 1890-1967.” *Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society* 13, 167–91. <http://www.jstor.org/stable/769377>.
- Heyrovský, J. (2012). “Elektrolýsa se rtufovou kapkovou kathodou” [Reproduction of: J. Heyrovský, *Chemické Listy* 1922, 16, 256-264]. *Chemical record* (New York, N.Y.) vol. 12(1), 17-25. doi:10.1002/tcr.201200103.
- Heyrovský J, Zuman P (1968). *Practical polarography, an introduction for chemical students*. Academic Press, London, 49–52.
- Polarographie. IVth Part of the book by W. Bottger: *Physikalische Methoden der chemischen Analyse*, Vol. II, pp. 260-322. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig, 1936.
- Smutok, O., Katz, E. (2023). Electroanalytical instrumentation—how it all started: history of electrochemical instrumentation. *J Solid State Electrochem*, 84. <https://doi.org/10.1007/s10008-023-05375-3>
- Silva, M.T.A. (1953). *Revisão dos Métodos Polarográficos de Dosagem do Urânio*. Técnica a28-235-P2, p.41-58. <https://110.tecnico.ulisboa.pt/files/sites/125/revisaodosmetodospolarorografos.pdf>
- Heyrovský, M. (2012). Ninety Years of Polarography. *Chem Record* 12, 14-16. <https://doi.org/10.1002/tcr.201200001>.
- Sigarra. Antigos Estudantes Ilustres da Universidade do Porto - Humberto de Almeida. Disponível em: https://sigarra.up.pt/up/pt/web_base.gera_pagina?p_pagina=antigos%20estudantes%20ilustres%20-%20humberto%20de%20almeida. Acesso em 30 de maio de 2023.
- Nobel Prize. Jaroslav Heyrovský – Biographical Disponível em: <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1959/heyrovsky/biographical/>. Acesso em: 30 de maio de 2023.

SESSÃO 3

AMOR À PRÁTICA: O QUE PODE UNIR ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, VIRGÍLIO MACHADO E ALFREDO DA SILVA

Isabel Cruz

Agrupamento de Escolas de Mem Martins; IHC-Pólo U.ÉVora
AES-Associação EntreSéculos

Resumo

O projeto de pós-doc que recebe o título em epígrafe, encontra-se de momento em desenvolvimento, organizando-se em articulação com as instituições e organizações acima indicadas.

Tem como fulcro o estudo de três importantes personalidades no âmbito da Ciência e da Indústria que no seu conjunto abarcam os séculos XIX e XX – António Augusto de Aguiar, Virgílio Machado e Alfredo da Silva – para as quais a experimentação foi fator particularmente presente na sua praxis.

Este aspeto, insuficientemente valorizado no reconhecimento público que delas tem sido feito, assume neste projeto uma importância maior, não só pelo que a experimentação é na ciência e na educação científica, mas porque conhecendo-o em cada caso, se podem identificar as confluências, divergências e singularidades necessárias ao estabelecimento de uma “fileira de afinidades” entre estas três personalidades, baseada na partilha do valor epistemológico, cognitivo e produtivo da experimentação.

Palavras-chave: Experimentação; Prática; Química Prática; Manipuladores inteligentes

OBJETIVOS

Este projeto tem como objetivo geral o de realizar um estudo sobre três importantes personalidades do âmbito nacional técnico-científico mediante uma nova abordagem, ao introduzir a experimentação como temática organizadora e questão fulcral.

AMOR À PRÁTICA: O QUE PODE UNIR ANTÓNIO AUGUSTO DE AGUIAR, VIRGÍLIO MACHADO E ALFREDO DA SILVA?

Talvez o Amor à Prática não possa ombrear, em carga valorativa, com o Amor à Vida ou o Amor à Pátria. No entanto, pode ser fator distintivo a revelar uma atitude e uma forma de perseguir a construção da realidade mediante uma interpretação científica dos factos observados.

No sentido que lhes davam os homens da Regeneração, os “artistas inteligentes” eram aqueles que exerciam a prática eivados de conhecimento científico e por isso podiam ser os obreiros da transformação de uma arte oficial em algo mais evoluído; no limite, transformando Arte em Indústria.

No campo da Química para a indústria aprendiam a Química Prática mediante o ensino prático da cadeira de Química aplicada às Artes, manipulando a matéria com critério científico, que já nessa altura a Análise Química era capaz de fornecer. Alunos do Instituto Industrial e Comercial ao tempo de António Augusto de Aguiar (1838 – 1887), tiveram até oportunidade de nele entrarem, segundo um formato qualquer, e depois dele saírem como Químicos, porque o professor tinha criado um sistema intensivo programado de preparação de químicos ou melhor, de químicos-analíticos, no Laboratório de Química deste estabelecimento de ensino, que durou de 1872 a 1887.

António Augusto de Aguiar teve a iniciativa e a concretização da Química Prática no Instituto Industrial e Comercial de Lisboa. Como modelo de preparação prática de Químicos era adequada a uma Indústria onde a menor dimensão produtiva ainda permitia contornar o *engineering* de instalações, infraestruturas e equipamentos. A sua morte em 1887 determinou o fim de um programa formativo que, quando confrontado com as reformas e alteração de paradigma que se avizinhavam no campo da indústria química certamente caminhará para uma inevitável desadequação da realidade. E desta forma a Química Prática, como disciplina e modelo de preparação de Químicos, extinguiu-se no Instituto Industrial e Comercial de Lisboa (Cruz, 2016).

Coube a Virgílio Machado (1859 – 1927), formado pela Escola Médico-Cirúrgica de Lisboa, e experimentador ferrenho, suceder a António Augusto de Aguiar no ensino da Química Geral na instituição. A informalidade caracterizava o método de ensino que adotou, dando aulas quase exclusivamente no próprio laboratório, expondo as suas lições no meio dos alunos, todos de pé. No espaço nivelado entre alunos e professor, onde a hierarquia dos protagonismos se desvanecia, era o exame da crítica em especial que a todos se impunha, dado que Virgílio Machado tinha por costume encarregar os próprios estudantes de expor a lição ao curso, fazendo-lhe depois as suas emendas e a sua crítica.

Argumentação e crítica, bases do exercício científico, às quais Virgílio Machado acrescentava ainda sistematização e disciplina no trabalho. Nas aulas práticas

tinham os alunos oportunidade de aplicar o trabalho científico no objeto de estudo, interpellando-o com capacidade crítica, sistematizando com disciplina intelectual, os seus resultados, e interpretando-os com domínio argumentativo (Cruz, 2022).

Desta forma, Virgílio Machado permitiu que se caminhasse da prática como o veículo de exploração, da ação reformista de um conhecimento emanado da Ciência sobre uma Arte, para a desenvoltura, familiaridade e capacidade de pensar as coisas, na prática (Cruz, 2022). Os alunos das últimas décadas do século XIX do Instituto Industrial e Comercial de Lisboa viviam num mundo produtivo que começava a exigir o que a Química Prática com a sua Análise Química, não podia satisfazer (Aftalion, 1989). Mas, o pensar a prática estava lá, para esses e para todos os outros que não queriam ser Químicos Industriais. Manipuladores inteligentes no seu conceito mais lato: em qualquer contexto, detinham uma ferramenta para resolução de problemas na prática, que utilizariam depois no exercício das suas atividades (Cruz, 2016).

Foi o caso de Alfredo da Silva (1871 – 1942). O ensino prático que comprovadamente recebeu, com ótimo aproveitamento, de Virgílio Machado, enquanto aluno da 9.^a cadeira, Química Mineral e Orgânica; Análise Química, e da 10.^a, Tecnologia Química está na base da sua desenvoltura nas questões da Química Industrial, entrando e saindo das fábricas, analisando e discutindo aspetos dos fabricos, questionando inclusive o trabalho de mestres e de diretores técnicos (Cruz, 2010). “Produto acabado” de uma fileira formativa apostada num marcante processo de instrução, Alfredo da Silva, que se formou em Comércio, poderá justamente merecer o elogio que Virgílio Machado deixou nas suas Notas Autobiográficas, para memória futura sobre a categoria dos seus alunos:

“Com doses de inteligência e com faculdades de trabalho capazes de satisfazer os requisitos exigidos a um estudante modelar, nunca encontrei exemplares que excedessem a cifra de quatro ou cinco, por cada cento dos alunos, que seguiam os cursos, para neles obterem a necessária aprovação. As esperanças que esses grandes estudantes, no meu espírito, fizeram nascer converteram-se numa agradabilíssima realidade, quando eles, nas várias carreiras a que se destinaram, conquistaram situações de destaque que muito os tem honrado e enobrecido.” (Machado, 1925?).

CONCLUSÃO

Desta maneira se relacionam três personalidades que à partida só se adivinhariam ligados pela instituição: António Augusto de Aguiar, Virgílio Machado e Alfredo da Silva. O primeiro efetivamente um químico, ainda que muitas vezes visto como o político, o segundo um físico-médico, o terceiro, um patrão da Indústria. Tão distintos, mas igualmente obcecados por perseguir a construção da realidade mediante uma interpretação científica dos factos observados; diferentes destinos alimentados pelo mesmo motor – o Amor à Prática.

BIBLIOGRAFIA

- Aftalion, F. (1989). *A History of the International Chemical Industry*. Philadelphia, University of Pennsylvania Press.
- Cruz, I. M. N. (2010). Entre a CUF e o Barreiro: que lugar para Alfredo da Silva na Química? Faria, M.; Amado Mendes, J. (coords.). *Industrialização em Portugal no Século XX; O caso do Barreiro*. Lisboa, EDIUAL (Centenário da CUF no Barreiro, 1908-2008), pp.181 - 206.
- Cruz, I. M. N. (2016). *Da Prática de Química à Química Prática: desenvolvimento da prática de Química no ensino português (1852 – 1889)*. Tese de doutoramento. Évora, Universidade de Évora.
- Cruz, I. M. N. (2022). Memória e esquecimento: Virgílio César da Silveira Machado no seu périplo de vida (1859 – 1927). Judite Maria Zamith Cruz; Ana Maria Haddad Baptista; Associação EntreSéculos, AES (orgs.) – *Narrativas entre Séculos: Portugal e Brasil, e-Book*. Tesseractum Editorial, maio de 2022.
- Machado, V. (1925?). Notas Autobiográficas (documento datilografado). Maria Machado Macedo. Arquivo Virgílio Machado (coleção privada).

SIMÃO MATHIAS: IMPORTÂNCIA NA GÊNESE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Luiz Felipe Sant'Anna Neto¹, Isabel Malaquias²
Departamento de Física, CIDTFF, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro

Resumo

Neste trabalho procura-se resgatar a importância de Simão Mathias (1908-1991), químico e professor brasileiro, responsável pela construção do primeiro laboratório de físico-química do Brasil, em 1944, tendo sido pioneiro no ensino da área de físico-química no país. As suas contribuições tiveram papel fundamental no desenvolvimento da pesquisa e ensino, abrindo também caminho para discussões sobre sociedade e ciência. Pela sua competência interpessoal, desempenhou um papel crucial na fundação e consolidação de sociedades científicas, principalmente da Sociedade Brasileira de História da Ciência, criada em 1983, um marco na institucionalização desta área de estudo no Brasil, de que Simão Mathias foi precursor.

Palavras-chave: Simão Mathias; História da Ciência; Sociedade Brasileira de História da Ciências

OBJETIVOS

Este projeto, em desenvolvimento, tem como base investigar os contextos e fundação da Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC), de que ressaltou o papel e importância de Simão Mathias. Nesse sentido, tornou-se fundamental resgatar aspectos da vida deste pesquisador, procurando evidenciar-se o seu valor na institucionalização da área da história da ciência no Brasil.

A GÊNESE DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

O nascimento da Sociedade Brasileira de História da Ciência é apontado no dia 16 de dezembro de 1983. Sua criação, na verdade, ocorreu um pouco antes, no início dos anos 80 na Universidade de São Paulo (USP), como resultado de vários encontros informais. Figura charneira desses encontros foi Simão Mathias. Esses encontros surgiram no decurso de apresentações semanais sobre história da ciência e contaram sempre com as participações de Ruy Gama (arquiteto), de Julio Katinski (arquiteto), Shozo Motoyama (físico), Oswaldo Frota Pessoa (biólogo), Ubiratan D'Ambrósio (matemático) e do próprio Simão Mathias. A decorrência desses seminários semanais começou a atrair um olhar mais profundo e interessado pela USP, e as participações aumentaram, tendo surgido a vontade de transformar isso em um movimento mais organizado. Portanto, houve a necessidade de oficializar esse grupo que, na sua forma ideal, constituiu, em 1983, a Sociedade Brasileira de História da Ciência. Toda essa articulação convergiu para abarcar a transdisciplinaridade da História da Ciência, provocando a consolidação da institucionalização da área de estudo no Brasil, de que se vai destacar a figura de Simão Mathias.

QUEM FOI SIMÃO MATHIAS

De acordo com os registros no site da Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC, 2023), Simão Mathias foi um dos quatro primeiros alunos a frequentar a recém-inaugurada turma do curso de química na Universidade de São Paulo (USP) em 1935, também está acabada de nascer (1935). Simão Mathias foi também o primeiro doutorado formado em ciências pela USP (1942). Após completar o doutoramento no Brasil (USP), Simão Mathias passou dois anos nos Estados Unidos, na Universidade de Wisconsin, e foi nesse momento que consolidou a ideia de lecionar físico-química. Ao voltar dos estudos nos Estados Unidos, Simão Mathias, que nessa altura se tinha tornado professor livre docência, sugere a construção de um laboratório de físico-química. Ele mesmo construiu uma oficina de porte pequeno, e capacitou um técnico em vidro, para que juntos construíssem os equipamentos do laboratório (vidrarias e células dielétricas), ficando pronto este laboratório em 1944. Com a morte do professor titular, e mentor, Heinrich Rheinboldt (1891-1955), Simão Mathias torna-se chefe do departamento de química da USP, em 1956. Em 1960, Simão Mathias conseguiu centralizar em um único instituto, Instituto de Química da USP, todos os departamentos de química desta universidade. As suas atividades de institucionalização em prol da ciência, passam por sociedades científicas, como a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Nesta instituição, tornou-se secretário geral (1968-1973), e presidente de honra (1973), sendo responsável por captar

recursos financeiros para a instituição. Na SBHC, além de fundá-la, foi presidente durante três mandatos, nos seis primeiros anos de existência (1983-1989). Nessa época, escreveu o livro *Cem Anos de Química no Brasil*, além de diversos artigos sobre a temática de história da ciência, auxiliando na criação da revista da SBHC em 1985. Simão Mathias também foi responsável por articular a fundação da “segunda” Sociedade Brasileira de Química (SBQ), em 1977, já que a sua homônima (que hoje se chama de Associação Brasileira de Química), naquela época atendia apenas as necessidades relacionadas com as indústrias, sendo insuficiente para com os profissionais químicos. Em 1997, por reconhecimento dos serviços que prestou à SBQ, esta passou a atribuir, em sua homenagem, a Medalha Simão Mathias, uma honraria concedida anualmente a cientistas brasileiros que tiveram destaque no cenário científico dentro do país. De destacar ainda que a Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), em 1994, cria o Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciências (CESIMA/PUC-SP). Este centro de estudos é uma homenagem ao trabalho realizado por Simão Mathias pelo esforço da institucionalização da disciplina de história da ciência no Brasil. O objetivo do CESIMA é agregar pesquisadores, estudantes (seja de graduação ou pós-graduação), das mais diversas áreas e instituições, com o intuito de promover a história da ciência através da troca de experiências por seminários, publicações e acervo digital.

Além desse trabalho com sociedades científicas, Simão Mathias trabalhou com os seguintes temas da química: estrutura molecular, isomorfismos moleculares, mercaptanas bivalentes, sulfeto-idmercaptanas, espectroscopia molecular, estudos de teoria dos quântulos, momentos elétricos das moléculas.

CONCLUSÃO

As sociedades científicas legitimam e institucionalizam a área de estudo correlata, ao mesmo tempo que conservam a sua própria história e dos seus obreiros. O resgate de memória de pilares da ciência, como foi o caso de Simão Mathias, torna-se fundamental por uma questão de fortalecimento da identidade científica no país. A institucionalização da História da Ciência no Brasil, através da fundação da SBHC, é um marco importante. Ela desempenha um papel crucial na promoção, valorização e estudo desta área científica, contribuindo para a preservação da memória científica brasileira e para a formação de uma comunidade acadêmica mais sólida.

REFERÊNCIAS

Alfonso G., et al (1988). Reflexões sobre uma história adiada: trabalhos e estudos químicos e pré-químicos brasileiros. [s.l.] 5(3).

- Colombin , L.F. (1998). *O ímã que tudo anima. Homenagem a Simão Mathias*. São Paulo, Nova Stella, FAPESP.
- Ramalho, R. "O ímã que tudo anima". Homenagem à Simão Mathias. *Ciência hoje*, [s.d.].
- Simão. M. (1977), Simão Mathias, depoimento, in N.V. Xavier, R. G. Pinto e S. Schwartzm, org, <https://livros01.livrosgratis.com.br/cp095815.pdf>, p.159.
- Schwartzman, Simon et al. (1979). *Formação da comunidade científica no Brasil*. FINEP e Companhia Editora Nacional.
- Rheinboldt, H. (1995) "A química no Brasil." Em Azevedo. Orientação de ensino, *Anuário da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. 1934-1935*, USP.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado por Fundos Nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia, I. P. no âmbito do projeto UIDB/00194/2020 (CIDTFF)

O ARQUIVO PESSOAL DE FERREIRA DA SILVA EM ESTUDO: DESCOBERTAS RECENTES

Ana Freitas¹, Eugénia Fernandes¹, Marisa Monteiro²

¹ Gestão de Documentação e Informação Universidade do Porto Digital (GDI-UPdigital)

² Museu de História Natural e Ciência da Universidade do Porto (MHNC-UP)

Praça Gomes Teixeira, 4099-002 Porto

afreitas@uporto.pt, efernande@uporto.pt, mmonteiro@reit.up.pt

Resumo

No ano em que se celebra o centenário da morte de António Joaquim Ferreira da Silva (1853-1923), propusemo-nos analisar o seu arquivo pessoal, e outros relacionados. Esta documentação, guardada desde o final do século XX na Biblioteca do Fundo Antigo da Universidade do Porto, foi recentemente restaurada, digitalizada, reacondicionada e inventariada. Mediante a consulta e análise levada a cabo pelo curador das coleções de ciências exatas do Museu de História Natural e da Ciência permitiu-se esclarecer as circunstâncias que rodearam a aquisição de vários instrumentos científicos, utensílios e produtos químicos, possibilitando ainda um vislumbre do dia-a-dia das atividades letivas.

Palavras-chave: Arquivo Ferreira da Silva, Tratamento documental, Laboratório químico

DESENVOLVIMENTO

A vida e obra do eminente químico António Joaquim Ferreira da Silva (1853-1923) encontra-se profusamente representada em fontes escritas. A todos quantos discorreram sobre a sua personagem como académico e investigador de múltiplos interesses junta-se agora o testemunho do próprio, materializado em documentos mais ou menos formais e de teor variado. É o caso do “arquivo” a que nos referimos em título e cuja interpretação e análise estão ainda em curso. Rico em informação

que documenta o percurso profissional, mas também pessoal, de Ferreira da Silva, foi uma “descoberta” relativamente recente.

Os diferentes documentos que compõem este acervo documental, os quais se encontravam guardados em várias pastas de argolas e capas de elásticos (figura 1) foram recolhidos e organizados de acordo com uma classificação temática durante o final da década de 90 do século passado por João Cabral, professor do Laboratório de Química da Faculdade de Ciências e colaborador do então recentemente criado Museu de Ciência da Universidade do Porto. Em 2005, com a passagem de um conjunto de livros e periódicos do Laboratório Ferreira da Silva para o acervo da Biblioteca do Fundo Antigo, transitou também este conjunto documental de elevado valor histórico.

A amplitude cronológica do acervo, à qual se soma a diversidade dos temas nele abordados, reforçam aspetos conhecidos e que há muito são do domínio público. Ao mesmo tempo, contudo, contribuem para preencher lacunas e iluminar facetas de uma construção que, antecipamos, estará longe de terminar.

Volvido mais de um século sobre a sua produção e no ano em que se celebra o centenário da morte do químico portuense, um dos expoentes máximos da ciência portuguesa, debruçamo-nos sobre este acervo com o intuito de o tornar público e de acesso irrestrito. Para tal foi imperativo proceder à sua cotação, digitalização e posterior tratamento conservativo e arquivístico.

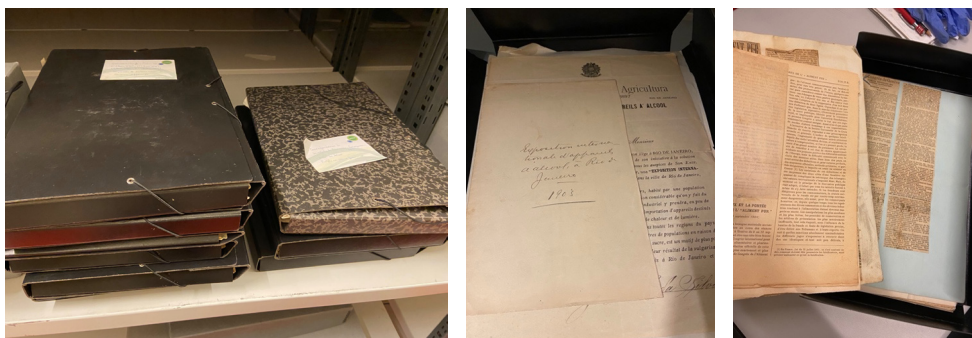


Figura 1 - Pastas onde se encontravam guardados os documentos pertencentes ao arquivo Ferreira da Silva (imagem da esquerda) e aspeto de um conjunto de documentos organizados segundo uma determinada temática geral (imagens central e da direita).

As operações de conservação e restauro principiaram com a desinfestação da documentação em câmara de anóxia seguida de uma higienização mecânica. Tal possibilitou a remoção de sujidades superficiais, elementos metálicos e fitas adesivas. Em seguida efetuou-se uma consolidação pontual de rasgos e um acondicionamento individual em bolsas de poliéster. Este sistema de acondicionamento permite uma visualização dos documentos sem a sua manipulação direta, permitindo ainda uma separação entre espécies documentais problemáticas como, por exemplo, documentos manuscritos com tintas metalogálicas, corrosivas. Os conjuntos documentais,

guardados em caixas de cartão museológico isento de substâncias ácidas, foram, posteriormente, acondicionados no Arquivo da Universidade do Porto (figura 2).

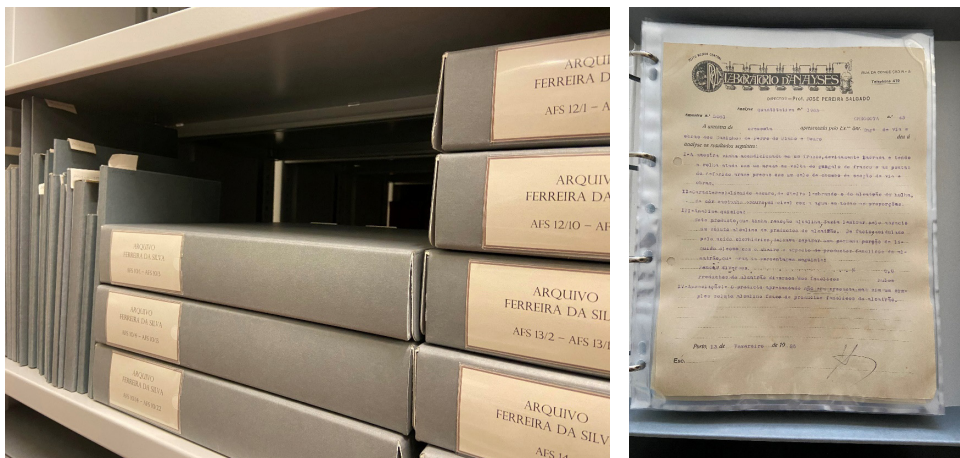


Figura 2 - Caixas de cartão feitas a partir de cartolinas isentas de ácido e bolsas em poliéster utilizadas para o acondicionamento individual dos documentos.

Composto por vários milhares de documentos a que corresponde igual número de ficheiros de imagem, a descrição arquivística recorreu a estes últimos em abono da facilidade de leitura e análise dos respetivos conteúdos. Nem todos os documentos se encontravam em bom estado de conservação, a caligrafia varia de autor para autor sendo até indecifrável nalguns casos, o idioma é com frequência o francês, o espanhol, o italiano e até o alemão e os recortes de imprensa apresentam já uma mancha gráfica esbatida cuja leitura melhorava significativamente com a possibilidade de ampliação e aumento do contraste das imagens.

À (re)organização em pastas, tal como referido anteriormente, presidiu uma classificação temática atribuída por quem “arrumou” e arquivou toda a documentação. Esta metodologia, evidente desde o primeiro contacto, é demonstrativa da intencionalidade de a classificar por assuntos. Assim, numa mesma unidade física deparamos com afinidades temáticas em toda a informação nela contida, quer se materialize em documentos avulsos, manuscritos na sua maioria, quer em documentos impressos, como separatas de artigos e outras componentes de publicações em série. Esta organização foi mantida, tanto na fase de acondicionamento, como na da publicação das imagens digitais. Até à data foi tratado cerca de 50% do acervo. Imagens e meta-dados descritivos têm sido gradualmente colocados à disposição da comunidade académica e do público em geral no arquivo digital da Universidade do Porto aos quais se pode aceder em <https://www.up.pt/arquivo/>.

De forma a ilustrar a importância da consulta deste arquivo na historiografia da Química portuense e, de uma forma mais ampla, da Química nacional, tendo em conta a abrangência da atividade científica e pedagógica de Ferreira da Silva,

refiram-se alguns exemplos. Em 1886, Ferreira da Silva dirigia ao rei D. Luís o pedido de uma verba extraordinária para compra de instrumentos e de diversas coleções de substâncias para uso nas suas aulas, assumindo a insuficiente dotação anual do Laboratório Químico; para afirmar a justiça do seu pedido, evocava a circunstância de ter regido gratuitamente na Academia Politécnica, em dois anos letivos consecutivos, o curso de análise química e química orgânica. Desconhecemos se houve resposta do rei, mas é certo que se manteve a intenção de adquirir, entre outras, uma coleção de 63 amostras de substâncias elementares, de que se faria encomenda mais de um ano depois, e que chegou aos nossos dias quase completa, podendo atualmente ser vista numa vitrina de um edifício da Faculdade de Ciências. Num outro exemplo, a linha temporal da montagem do grande laboratório de Química Analítica que tomaria o nome de Ferreira da Silva em uma das várias homenagens que lhe foram prestadas pela Universidade em 1922, pode ser traçada com detalhe por meio da consulta dos livros de registo da correspondência expedida e de documentos de despesa. De atas de reuniões também se infere a atuação instrumental, neste processo, do químico José Pereira Salgado (1873-1946), originalmente como assistente de Ferreira da Silva e, numa fase posterior, já como seu sucessor na direção do Laboratório. Deste arquivo consta igualmente o manuscrito que está associado à publicação de Ferreira da Silva sobre o abastecimento de água da cidade do Porto pelo rio Sousa (1881), a qual precede e possivelmente justifica o convite que lhe foi dirigido pela Câmara Municipal para montar e dirigir o Laboratório Municipal de Química.

FONTES DOCUMENTAIS

Academia Polytechnica do Porto (1885-1893). Laboratório Químico da Academia Polytechnica: livro de correspondência expedida, 1885-1903.

Silva, Ferreira da (1881). *As águas do rio Souza e os mananciais e fontes da cidade do Porto*. Porto: Typographia Occidental.

Arquivo Ferreira da Silva – <https://www.up.pt/arquivo/details?id=377239>

SESSÃO 4

MOLE E NÚMERO DE AVOGADRO: UMA VISÃO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DESTES CONCEITOS

João Oliveira
Departamento de Química - Universidade de Aveiro
CESAM Centro de Estudos do Ambiente e do Mar
jabpo@ua.pt

Resumo

A mole e o número de Avogadro são dois importantes conceitos em Química que estabelecem uma ligação entre as propriedades dos átomos ou moléculas individuais e as propriedades macroscópicas da matéria. É evidente que um dos primeiros teóricos da ideia destes dois conceitos foi Amedeo Avogadro. No entanto existe controvérsia sobre quando e por quem o conceito de mole foi introduzido pela primeira vez, e quando e por quem o Número de Avogadro foi calculado pela primeira vez. Com base nestes pontos, o presente trabalho procura dar uma visão sobre o desenvolvimento destes conceitos numa perspectiva histórica.

Palavras-chave: Número de Avogadro; Mole; Número de Loschmidt

NÚMERO DE AVOGADRO

O Sistema Internacional de Unidades (SI) baseia-se em sete unidades básicas. Uma delas é a mole. Foi introduzida no sistema de unidades SI pela 14^a Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM) em 1971 e é definida como a quantidade de substância num sistema que contém tantas entidades elementares quantos os átomos em 0,012 kg de carbono 12 (International Bureau of Weights and Measures, 1972). O número de átomos em exatamente 0,012 kg de carbono-12 é chamado número de Avogadro (The International System of Units, 2019). A profunda importância

do número de Avogadro é o facto de fornecer uma ligação entre as propriedades de átomos ou moléculas individuais e as propriedades da matéria em massa.

Os conceitos de átomos e moléculas e das suas grandezas já se encontram nos trabalhos de Newton de 1704. Os fundamentos da teoria atómica de Dalton (1808) foram definitivamente lançados com base em considerações resultantes de estudos sobre as transformações químicas. Acrescente-se que, na altura, os cientistas estavam mais preocupados com os pesos relativos das partículas, do que com as questões relativas aos dados relativos às partículas da matéria.

Uma das primeiras investigações sobre este assunto encontra-se no trabalho de Young, publicado em 1807 (Young, 1807). Ele concluiu que o diâmetro ou a distância das partículas da água está entre $0,125 \times 10^{-8}$ cm e $0,025 \times 10^{-8}$ cm. Por esta altura, em 1809, Joseph Louis Gay-Lussac (Gay-Lussac, 1809) estudou as reações químicas dos gases. Descobriu experimentalmente que a energia interna de um gás ideal era independente do seu volume e que as razões entre os volumes dos gases em reação eram números inteiros pequenos. Amedeo Avogadro fez uma descrição mais precisa das partículas em reação e distinguiu os átomos como partes de uma molécula. Avogadro afirmou em 1811 que volumes iguais de todos os gases à mesma temperatura e pressão contêm o mesmo número de partículas, o que é bem conhecido como o princípio de Avogadro. O trabalho de Avogadro foi quase completamente esquecido até ser apresentado por Stanislao Cannizzaro em 1858 quando publicou um sistema coerente de pesos atómicos e fórmulas químicas de todos os elementos, baseado nos princípios estabelecidos por Avogadro.

Nos anos seguintes, a hipótese de Avogadro foi tomada como ponto de partida a partir do qual se desenvolveram de forma tão lógica quanto possível, as ideias de peso molecular, peso atómico, valência, radicais, etc., e a partir do qual, finalmente, se desenvolveu o desafio de estimar o número de partículas nesse volume e de compreender a dimensão de um número tão grande.

Avogadro propôs a sua hipótese em 1811 (Avogadro, 1811). Nessa altura não existiam quaisquer dados sobre o número de partículas numa mole, ou um acordo sobre quaisquer pesos atómicos. De acordo com a hipótese de Avogadro, se o volume igual à mesma temperatura e pressão de 0°C ($273,15\text{ K}$) e 1 atm ($101,325\text{ kPa}$) for $22,414\text{ L}$, é o volume de uma mole de gás que resulta da definição de mole de Ostwald. Por conseguinte, o número de partículas numa mole de gás é $7,05 \times 10^{23}$.

De facto, o número $6,022 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ não foi descoberto nem calculado por Avogadro que nem sequer o referiu na sua hipótese (Avogadro, 1811). O termo “constante de Avogadro” foi utilizado pela primeira vez num trabalho publicado por Jean Perrin (Perrin, 1910). Nesse trabalho, escreveu: “O número invariável N é uma constante universal, que pode ser apropriadamente designada por ‘constante de Avogadro’ e é atualmente reservada para o número de partículas (entidades) numa mole, N_A , embora Avogadro não tenha feito qualquer estimativa quantitativa dessa constante.”

As primeiras estimativas que poderiam dar um valor aproximado para o número de Avogadro foram deduzidas a partir de observações do movimento browniano por Brown, em 1828 (Brown, 1828). Cannizzarro (Cannizzaro, 1858) utilizou o princípio de Avogadro para desenvolver um conjunto de pesos atômicos com base em 1/16 do peso atômico do oxigênio, em contraste com a definição acima referida da mole por um número de átomos de carbono.

Em 1850 e 1856, Clausius (1850, 1856) e Kronig (1856), respetivamente, desenvolveram a ideia de que o movimento das moléculas de gás deveria ser linear, exceto durante a colisão consigo próprias ou com o recipiente. Verificaram que cada molécula tem a sua própria esfera elástica dura com um determinado raio e que a razão entre o comprimento do caminho livre e o diâmetro da molécula e a razão entre o volume da esfera molecular e o volume do recipiente são de igual magnitude. Loschmidt (Loschmidt, 1865a, 1865b) deu as primeiras estimativas do tamanho e da densidade numérica, deduzidas a partir do comprimento médio do caminho livre. Calculou que o número de moléculas num centímetro cúbico de uma substância gasosa, em condições normais de temperatura e pressão, é da ordem de $2,6 \times 10^{19}$ moléculas cm^{-3} . Conseguiu também obter um diâmetro molecular da ordem de 1 nm, utilizando a nova teoria molecular cinética que descrevia as moléculas como esferas rígidas. Este valor é geralmente conhecido como “número de Loschmidt”.

MOLE

A escala de pesos atômicos e a mole são dois conceitos que estão relacionados entre si e a ordem de precedência é a escala de pesos atômicos. A mole e o número de Avogadro estão também hierarquicamente relacionados entre si e o número de Avogadro é o resultado do conceito de mole.

O termo “molar” (do Latim, moles, que significa “uma grande massa”) foi introduzido pela primeira vez na química por August Hofmann, por volta de 1865 (Hofmann, 1865). Originalmente, destinava-se a indicar qualquer massa macroscópica grande, em contraste com uma massa submicroscópica ou “molecular” (também derivada de moles pela adição do sufixo latino -cula, que significa “pequeno ou diminutivo”). É interessante ainda observar que o termo mole era também utilizado pelos romanos para designar as pesadas pedras utilizadas na construção de quebra-mares portuários e de mós. A ligação entre este último uso e o ato de moer explica também termos como dentes molares. O uso mais restrito do termo molar para significar, não apenas qualquer amostra macroscópica, mas uma cuja massa em gramas reflecte diretamente a massa das moléculas que a constituem, bem como o uso do substantivo “mol”, é geralmente atribuído ao físico-químico alemão Wilhelm Ostwald (1900a), e aparece em vários dos seus livros de texto escritos por

volta do início do século XX (Ostwald, 1900b). Ironicamente, o uso do termo por Ostwald estava ligado aos seus ataques à teoria atômico-molecular e à sua tentativa de estabelecer uma alternativa macroscópica para discutir as leis da estequiometria.

O conceito de mole foi introduzido na química mais cedo do que o número de Avogadro e pela primeira vez pelo químico alemão August Horstmann com o termo “gram molecular-weight” em 1881 (Horstmann, 1881). O químico alemão Wilhelm Ostwald usou o termo “mole” (mol em alemão), em vez do termo “peso molecular em grama” provavelmente em 1893. Ostwald definiu a mole “Chamamos geralmente mole ao peso em gramas que é numericamente idêntico ao peso molecular de uma dada substância” (Horstmann, 1893). Em 1900, Max Planck determinou o valor da constante de Avogadro a partir da lei da radiação do corpo negro: “A uma molécula-grama de uma substância correspondem $6,175 \times 10^{23}$ moléculas” (Planck, 1900). Em 1905, Albert Einstein desenvolveu uma teoria do movimento browniano, da qual derivou uma fórmula que permitiu uma determinação adicional da constante de Avogadro (Einstein, 1906a) e, num trabalho posterior (Einstein, 1906b), acrescentou a precisão de que “N é o número de partículas reais numa molécula-grama” (escreveu “Gramm-molekül”). O físico francês Jean Baptiste Perrin introduziu a expressão “número de Avogadro” na química (Perrin, 1910) em 1909. Tal como Ostwald, Perrin também baseou a definição de mole na quantidade de substância no volume de 22,414 L de gases e definiu o número de Avogadro como o número de moléculas num volume grama-molecular (nomeadamente 22,414 L) de um gás em condições normais. Num esforço para estimar o número de moléculas de gás por unidade de volume, em 1865, o químico austríaco Johann Josef Loschmidt calculou o número de moléculas num centímetro cúbico de um gás em condições normais como $1,83 \times 10^{18}$. Após a definição de mole de Ostwald e a definição de número de Avogadro de Perrin, o valor inicial do número de Avogadro foi calculado multiplicando o valor de Loschmidt pelo valor $22,4 \text{ cm}^3/\text{grama}$ de peso molecular. Para estimar o valor inicial do número de Avogadro, é evidente que o número $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ tem uma grande importância. No entanto, não se sabe ao certo quando e por quem o número $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ foi determinado pela primeira vez, pois nem Avogadro nem Cannizzaro calcularam o número $22,4 \text{ L mol}^{-1}$. Além disso, os conceitos de peso grama-molecular e volume grama-molecular, e o número $22,4 \text{ L mol}^{-1}$ não estavam implícitos nem nos ensaios de Avogadro (1811) nem nos de Cannizzaro (1858). No entanto, parece ter sido e o químico húngaro Károly Than quem determinou pela primeira vez o volume molar dos gases como 22,33 L em 1889 (Than, 1889). Assim, o primeiro valor do número de Avogadro na história da ciência deve ser $4,09 \times 10^{22}$ moléculas/grama de peso molecular, que foi calculado multiplicando $1,83 \times 10^{18}$ moléculas cm^{-3} de Loschmidt por $22 \text{ 330 cm}^3/\text{grama}$ de peso molecular de Than. Embora este valor fosse uma estimativa grosseira em comparação com o valor atual do número de Avogadro, representava o conceito pela primeira vez. A razão para este valor aproximado foi um grande desvio experimental no número de Loschmidt.

BIBLIOGRAFIA

- Avogadro, A. (1811). Essai d'une manière de déterminer les masses relatives des molécules élémentaires des corps, et les proportions selon lesquelles elles entrent dans ces combinaisons. *J. de Physique* 73, 58–76.
- Brown, R. (1828). *Ann. Phys. Chemie* 14, 294–313.
- Cannizzaro, S. (1858). *Nuovo Cimento* 7, 321–70.
- Clausius, R. (1850). *Ann. Phys. Chemie* 79, 368–97.
- Clausius, R. (1856). *Ann. Phys. Chemie* 79, 500–24.
- Dalton, J. (1808). A New System of Chemical Philosophy vol 1 (London: Russel), 189–207.
- Einstein, A. (1906a). *Ann. Phys., Lpz.* 17, 549–60.
- Einstein, A. (1906b). *Ann. Phys., Lpz.* 17, 549–60.
- Gay-Lussac, J. L. (1809). *Mem. Soc. d'Arcueil*, 207–32.
- Hofmann, A. H. (1865). Introduction to Modern Chemistry, Experimental and Theoretic, Walter and Maberley, London, 140-141, 150.
- Horstmann, A. (1881). *Chem. Ber.* 14, 1242-1250.
- Horstmann, A. (1893). Hand- und Hilfsbuch zur Ausführung Physiko-Chemischer Messungen. Verlag W. Engelmann, Leipzig, 119.
- International Bureau of Weights and Measures, (1972). *Comptes Rendus des Séances de la Quatorzième Conférence Générale des Poids et Mesures (1971)*. Résolution 3, BIPM (1972). <http://www.bipm.org/en/CGPM/db/14/3/>
- Kronig, A. (1856). *Ann Phys. Chemie* 99, 315–22.
- Loschmidt, J. (1865a) *Sitz. Kais. Akad. D. Wiss. (Wien)*, 395–407.
- Loschmidt, J. (1865b). *Z. Math. U. Physik* 10, 511–12.
- Ostwald, W. (1900a). Grundlagen der anorganischen chemie Engelmann, Leipzig.
- Ostwald, W. (1900b). The fundamental Principles of Chemistry Longmans, Green & Co. London.
- Perrin, J. (1910). Brownian Movement and Molecular Reality (Translated from the *Annales de Chimie et de Physique* 8^{me} Series, September 1909, par F. Soddy, London, 10.
- Planck, M. (1900). Zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspektrum. *Verhand. der Physik. Ges.* 2, 237–245.
- Than, K. (1889). Die einheit des molekularvolumens der gase. Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn VI, 162.
- The International System of Units (SI) (2019). Bureau International des Poids et Mesures 9th edition, v.2.01 December 2022, p. 134.
- Young Th. (1807). Lectures on Natural Philosophy, Lecture 49, 364.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e Tecnologia, I.P. no âmbito dos projetos UIDP/50017/2020 + UIDB/50017/2020 + LA/P/0094/2020 (CESAM).

EVOLUÇÃO DO CÁLCULO DAS PROPRIEDADES ATÓMICAS A PARTIR DE PRIMEIROS PRINCÍPIOS

Pedro J. S. B. Caridade, Sérgio P. J. Rodrigues
Universidade de Coimbra, CQC-ISM, Departamento de Química

Resumo

As propriedades atómicas são muitas vezes apresentadas sem mostrar as suas ambiguidades. Por se partir destas para entender e explicar as moléculas e as reações químicas, acredita-se que não tenham problemas. No entanto, há propriedades que podem ser obtidas experimentalmente e outras não. Por outro lado, há propriedades que não podem ser obtidas de forma experimental, mas podem sê-lo de forma teórica. Finalmente, há propriedades que só podem ser obtidas de forma indireta, ou que são dependentes de definições mais ou menos arbitrárias. Neste trabalho, faz-se uma revisão da história do cálculo das propriedades atómicas por métodos quânticos.

Palavras-chave: Átomos; Métodos *ab initio*; Cálculos quânticos

OBJETIVOS

Com este trabalho, onde se faz uma revisão da evolução do cálculo das propriedades atómicas por métodos quânticos, pretende-se mostrar a evolução e os problemas que estas propriedades foram enfrentando ao longo do tempo, após o surgimento desta Mecânica.

INTRODUÇÃO

Vários autores abordaram a evolução da Química Quântica (Kostas *et al.*, 2012) e da Química Computacional (Dykstra *et al.*, 2012, Caridade *et al.*, 2022a,

2022b), matérias que chegaram relativamente tarde às universidades portuguesas, nomeadamente a Coimbra (Redinha *et al.*, 2011). Neste trabalho, vamos concentrar-nos no cálculo das propriedades atómicas, usando primeiros princípios (métodos *ab initio*). Logo à partida, a definição de átomo apresenta ambiguidades, pois, em geral, não existem átomos separados, além de que, de acordo com os resultados da mecânica quântica, os átomos seriam de dimensão infinita. De facto, a definição, e ensino, da conceção de átomo apresenta bastantes problemas (Taber, s.d.). Por outro lado, nas moléculas, a definição de átomos é bastante ambígua e complexa, envolvendo várias questões topológicas, tendo dado origem a novas formas de encarar as definições de átomo e de moléculas (Matta *et al.*, 2007). Estas são, no entanto, questões adicionais que não serão abordadas.

Como é bem sabido, os únicos sistemas atómicos com solução analítica são os mono-eletrónicos, de que o átomo de hidrogénio é o paradigma. Todos os outros sistemas moleculares têm de ser tratados resolvendo as equações da Mecânica Quântica de forma numérica aproximada, por exemplo através da equação de Schrödinger. Hoje em dia, isto pode ser realizado com grande rapidez e podemos obter soluções de grande precisão usando computadores. De facto, embora a Mecânica Quântica fosse estabelecida em 1925 e no início dos anos 1930 vários problemas moleculares já pudessem ser estudados (Kostas *et al.*, 2012), só o uso dos computadores permitiu estudar problemas mais complexos (Caridade *et al.*, 2022a, 2022b).

Um grande avanço metodológico foi o início do uso sistemático de bases de funções Gaussianas (Caridade *et al.*, 2022b), as quais permitem fazer cálculos com muito mais rapidez do que o uso das bases de Slater que se pensavam ser naturais (derivadas das orbitais do átomo de hidrogénio). Basicamente, o procedimento envolve métodos variacionais (os mais comuns) ou perturbacionais e o aumento do número de funções de base que são usadas como uma combinação linear destas (Szabo *et al.*, 1996, Jensen, 2017; o número de títulos disponíveis é enorme).

Nos livros de Química Geral há muitas décadas que se usa a combinação linear de orbitais atómicas (LCAO, do inglês *Linear Combination of Atomic Orbitals*), na sua versão de base mínima (i.e., o número mínimo de orbitais necessárias para representar a ligação química, em geral as orbitais de valência de cada átomo envolvido), em gráficos qualitativos para construir orbitais moleculares e explicar a ligação química. Isso é bastante simples para moléculas diatómicas através da chamada teoria das orbitais moleculares (MO, do inglês *Molecular Orbitals*) para torna-se complexo para moléculas poliatómicas. Assim, para estes casos usa-se a chamada teoria das orbitais de valência (VB, do inglês *Valence Bond*), segundo a qual se podem construir orbitais moleculares localmente. Também não é intenção deste trabalho discutir estes aspetos, mas este é relevante para perceber o contexto em que as propriedades de átomos e moléculas são calculadas.

A maior parte dos programas de cálculo de estrutura eletrónica atuais usam métodos MO. Para além disso, para obter resultados que não sejam apenas qualitativos

usam-se bases atômicas LCAO muito grandes. No nosso caso, usámos com alunos do ensino secundário a base aug-cc-pVQZ (augmented correlation consistent polarize valence quadruple zeta) que tem 46 funções de base para o hidrogénio e hélio e 87 funções para os átomos do segundo período, em conjunto com o método CCSD(T) (*Coupled-Cluster Singles and Doubles, correction for Triples*) no WebMO (2023) para obter valores que em muitos casos são mais precisos do que os apresentados nos livros de texto. Como se pode ver, estes valores de funções de base são muito maiores que os referidos em Química Geral (Chang, 2007), dois ou cinco, respetivamente, usados para os esquemas qualitativos para obter as orbitais moleculares das orbitais atômicas a partir das orbitais atômicas) além que os métodos usados são bastante opacos para os estudantes. Isso acontece em muitas áreas da Química, obviamente, mas neste caso, estão no cerne de várias questões de base da Química.

Um aspeto interessante é que as bases de funções são atualmente otimizadas para reproduzir o melhor possível as energias dos átomos (ou seja poderia haver alguma ambiguidade devido ao facto de o cálculo ser a partir de primeiros princípios e isso raramente é discutido). Outro aspeto é que as orbitais atômicas e moleculares só têm significado matemático; só o seu quadrado tem significado físico. Este último aspeto tem sido analisado por vários autores (Autschbach, 2012), mas nem sempre é suficientemente reconhecido.

Uma revisão da explicação da Tabela Periódica, muito baseada em métodos *ab initio*, pode encontrar-se em Schwarz *et al.* (2010), por exemplo. Houve anteriormente alguma discussão filosófica acerca da questão de a tabela periódica ser explicada pela mecânica quântica, ou não (Scerri, 1998, Emerson, 1999, Scerri, 1999), mas é mais ou menos consensual que permite obter as propriedades atômicas e de as explicar, pelo menos de forma operacional (Schwarz *et al.*, 2010).

Um resultado colateral da aparente facilidade atual em obter os valores das propriedades, assim como de anos de estabilização das ideias, é que as ambiguidades raramente são evocadas. No entanto, se a energia de ionização e a afinidade eletrónica podem ser facilmente calculadas como a diferença de energia entre iões e átomos, o valor do raio atómico está sujeito a várias ambiguidades que têm de ser resolvidas através de definições. Para além disso, existem vários tipos de “raios” de que os “covalente” e de “van der Waals” são alguns exemplos. E se a definição de raio atómico tem problemas, mais problemas tem uma propriedade que só pode ser obtida de forma indireta como a eletronegatividade. De facto, é interessante que duas das propriedades mais importantes em Química: O raio atómico e a eletronegatividade sejam definidas com alguma arbitrariedade ou não podem ser obtidas diretamente.

A existência de algum tipo de correlação entre a energia de ionização e o raio atómico é conhecida há muito tempo e tem sido apresentada por vários autores. Bohórquez e Boyd (2007), por exemplo, mostraram que essa correlação é bastante boa e foi usada no trabalho referido. Outras formas baseadas em cálculos

de estrutura eletrônica para obter o raio atômico foram apresentadas por vários outros autores (Rahm, 2016).

Uma forma de obter a eletronegatividade, c , a partir de primeiros princípios, evitando muitos problemas da definição de Pauling, será usar a fórmula de Mulliken (1934) que calcula esta propriedade como a média da primeira energia de ionização, I , e da afinidade eletrônica, A , ou seja, $c=(I+A)/2$. E dada a evolução da qualidade dos resultados é possível fazer estimativas de outras propriedades como a dureza dos ácidos, h , através por exemplo de $h=(I-A)/2$.

CONCLUSÃO

A evolução do cálculo das propriedades atômicas está no cerne do entendimento das propriedades atômicas usadas para prever e interpretar as propriedades moleculares e reacionais, podendo a história desta ser usada para entender as dificuldades sentidas. O propósito principal deste trabalho foi traçar essa evolução, assinalar os problemas e mostrar algumas das suas potencialidades.

AGRADECIMENTOS

O centro de Química de Coimbra – Instituto de Ciência Moleculares (CQC-ISM) é apoiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) através do projeto UIDB/00313/2020.

BIBLIOGRAFIA

- Autschbach, J. (2012). Orbitals: Some Fiction and Some Facts. *J. Chem. Educ.* 89, 1032–1040. <https://dx.doi.org/10.1021/ed200673w>.
- Bohórquez H. J. e Boyd R. J. (2007). Is the size of an atom determined by its ionization energy? *Chem. Phys. Lett.*, 480, 127-31. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2009.08.034>.
- Caridade P. J. S. B. e Rodrigues S. P. J. (2022a). Contributos para a história da química computacional e do uso dos computadores em química. *História da Ciência e Ensino: Criando Interfaces*, 25 (Especial), 140–153. <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2022v25esp140-153>.
- Caridade, P. J. S. B. e Rodrigues, S. P. J. (2022b). Uma história da química computacional. In Malaquias, I., Oliveira, J. (Coords.) *Evolução da Química Impactos na Sociedade - Atas do 1º Encontro Nacional de História da Química*. Aveiro: UA Editora, pp. 189–193. <https://doi.org/10.48528/y82q-sf85>.
- Chang R. (2007). *Chemistry*, 9th Ed. Boston: McGraw Hill Higher Education.
- Dykstra C. E., Frenking, Gernot, Kim, Kwang S., Scuseria, Gustavo E. (Eds.) (2005). *Theory and Applications of Computational Chemistry: The First Forty Years*. Elsevier.

- Emerson K. (1999). “How Good Is the Quantum Mechanical Explanation of the Periodic System?” -comment. *J. Chem. Ed.* 76(9), 1189.
- Kostas G. e Simões, A. (2012). *Neither Physics nor Chemistry: A History of Quantum Chemistry.*: Cambridge: Massachusetts Institute of Technology Press.
- Jensen F. (2017). *Introduction to Computational Chemistry* 3rd Ed. Willey.
- Matta, C. F. e Boyd, R. J. (Eds.) (2007). *The Quantum Theory of Atoms in Molecules: From Solid State to DNA and Drug Design.* Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KgaA.
- Mulliken, R. S. (1934). A New Electroaffinity Scale; Together with Data on Valence States and on Valence Ionization Potentials and Electron Affinities. *J. Chem. Phys.* 2, 782–793.
- Rahm, M., Hoffmann, R., Ashcroft, N. W. (2016). Atomic and Ionic Radii of Elements 1–96. *Chem. Eur. J.*, 22, 14625 – 14632. <https://doi.org/10.1002/chem.201602949>
- Redinha J. S., Providência J., Varandas, A. J. C. (2011). *Quantal Aspects in Chemistry and Physics.* Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- Scerri, E. R. (1998). How Good Is the Quantum Mechanical Explanation of the Periodic System? *J. Chem. Ed.* 75(11), 1384-1385.
- Scerri, E. R. (1999). “How Good Is the Quantum Mechanical Explanation of the Periodic System?” - reply. *J. Chem. Ed.* 76(9), 1189.
- Schwarz W. H., Eugen, R., Ronald L. (2010). Theoretical Basis and Correct Explanation of the Periodic System: Review and Update. *J. Chem. Ed.* 87(4), 435-443.
- Szabo, A. (Author), Ostlund, N. S. (1996). *Modern Quantum Chemistry: Introduction to Advanced Electronic Structure Theory.* Dover Publications.
- Taber, K. S. (s.d.) *Conceptions of atoms.* <https://science-education-research.com/science-concepts/atoms/> (acedido 11 de junho de 2023).
- WebMO (2023). <https://www.webmo.net/> (acedido 18 de maio de 2023).

LÓGICAS DO PASSADO: COMO A HISTÓRIA DA QUÍMICA ARGUMENTA O ADVENTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM CIÊNCIA

José Ferraz-Caetano
LAQV-REQUIMTE – Departamento de Química e Bioquímica
Faculdade de Ciências da Universidade do Porto - Rua do Campo Alegre, S/N,
4169-007 Porto, Portugal.
jose.caetano@fc.up.pt

Resumo

Será que a história da química nos poderá ajudar a compreender a Inteligência Artificial (IA) ? Através de uma incursão pelo debate filosófico sobre indução e dedução em ciência, pretendo discutir como o estudo de episódios-chave da história da química poderá ser útil na elaboração e compreensão de modelos de IA para novas descobertas científicas. Ao propor uma “nova lógica de descoberta”, pretende-se demonstrar como o estudo crítico das metodologias científicas do passado podem ser importantes para compreender o nosso futuro.

Palavras-chave: História da Química; Explicação; Inteligência Artificial; Lógica de Descoberta

INTRODUÇÃO

A história da ciência tem documentado a importância da “explicação” nos vários projetos científicos na evolução do conhecimento (Van Brakel, 2006). Pela sua “descrição”, “classificação” ou “previsão”, é talvez esta última a mais relevante no atual debate filosófico sobre a produção do conhecimento. Com o advento de novas metodologias de Inteligência Artificial (IA) no processo científico, estas aplicações podem fazer previsões numéricas de propriedades, correlacionando informações recolhidas a partir de descritores teóricos ou experimentais. Esta associação constitui

um argumento interessante para discutir uma lógica de descoberta na ciência: haverá lugar para uma forma de origem indutiva para mostrar uma mudança de paradigma na forma como os cientistas problematizam as suas questões de investigação?

O QUE NOS SUGERE A HISTÓRIA DA QUÍMICA?

A minha posição sobre este tema não se define apenas pela emergência dos métodos computacionais, cada vez mais em voga na química. É também sustentada por uma matriz histórica que hoje, mais que nunca, não deve ser ignorada. A incapacidade de explicar um fenómeno científico pode identificar falhas claras na lógica da descoberta científica. E são vários os exemplos da história da ciência que nos permitem explorar esta linha de pensamento. No final do século XIX, Portugal enfrentou uma grave crise económica, cujas exportações registaram uma queda maciça de um dos seus bens agrícolas mais valiosos (Ferraz-Caetano, 2022). As vendas de vinho do Porto foram interrompidas devido à alegada presença de grandes quantidades de ácido salicílico (uma substância proibida). Detetada por cientistas Brasileiros durante uma ação inspetiva, através de um método de análise química recente, esta decisão foi sempre contestada pelos produtores Portugueses. Estes, conscientes da salubridade do seu produto, patrocinaram cientistas Portuenses para refutar estas críticas. E estes verificaram que, efetivamente, havia presença de ácido salicílico. Mas em quantidades reduzidas, passíveis para consumo humano. Como se explica esta constatação? Não porque os peritos tenham agido de má fé, mas devido a uma interpretação errada do método analítico. Uma vez que este não conseguia determinar a origem nem quantificar o ácido salicílico, este método carecia de uma fraca validade lógica. Isto chegaria mesmo a ser criticado pelo seu autor, corrigindo o método perante esta falha, ilustrando que quando a ciência se preocupa com a utilização de novos métodos, o seu processo criativo é essencial para além da inferência lógica a ele subjacente. A confirmação de um método é uma parte lógica da ciência e pode mudar com base em novas informações e na sua capacidade de descrever a realidade (Bensaude-Vincent, 2009). Sendo esta uma afirmação longe do consenso filosófico, revela que a ciência beneficia, em muito, de uma clarificação de destes conceitos.

UM “NOVO” MODELO

Embora a desconstrução concetual da vertente criativa da ciência possa hoje ser facilitada por um algoritmo que abraça esta estrutura, as suas conclusões podem ser mais difíceis de compreender. Por exemplo, a velocidade material e a velocidade concetual são substancialmente reduzidas em comparação com as conclusões no caso da ‘Salicilagem’. Como se verificou, a velocidade foi um fator de decisão científica, sendo

possível prever que uma caracterização lógica terá alguma dificuldade em acompanhar. Uma falha instrutiva na compreensão da importância da geração de hipóteses em química é não entender como as ferramentas para ‘fazer ciência’ estão a evoluir. Um modelo computacional bem sucedido fornecerá resultados ou previsões com a menor margem de erro. No entanto, para explicar os seus resultados, não se pode simplesmente excluir os argumentos dedutivos ou indutivos. É neste compromisso entre ferramentas de justificação que reside o poder explicativo do resultado do modelo, garantindo uma confirmação científica bem sucedida e uma maior divulgação pública. Dada a complexidade dos modelos baseados em IA, é a utilização da coexistência compatível da razão dedutiva e indutiva que facilita a explicação científica, na transição da experimentação do mundo real para o virtual.

É neste contexto que tenciono utilizar as ferramentas da história e da filosofia da ciência. Através de uma nova perspetiva sobre o contexto atual da descoberta em química, partindo da dicotomia de Reichenbach entre descoberta e justificação (Reichenbach, 1956), pretendo demonstrar que as previsões químicas baseadas em dados e IA podem ser explicadas como um processo lógico para gerar teorias sobre o comportamento de determinados sistemas (Ferraz-Caetano, 2023). Assentando o argumento no debate sobre reforço da noção de hipótese de confirmação lógica, indo para além dos exemplos clássicos da química, pretendo discutir como os dados da história da ciência nos podem ajudar a compreender este novo processo lógico computacional. A partir da tentativa de descrever a dinâmica dos cientistas na descoberta de modelos matemáticos históricos para as propriedades da química, mostramos como o advento da IA reforça a recapitulação do debate indução/dedução no empreendimento científico.

BIBLIOGRAFIA

- Bensaude-Vincent, B. (2009). “Philosophy of Chemistry” in *French Studies in the Philosophy of Science: Contemporary Research in France*. Brenner, A., Gayon, J. (editors). Springer: Dordrecht, The Netherlands, pp. 165–186.
- Ferraz-Caetano, J. (2022). O caso da “salicilagem dos vinhos do Porto”: Ecos de visão social, económica e científica das relações Portugal-Brasil (1885–1905). *Rev. Bras. História Ciência* 15, 108–119. <https://doi.org/10.53727/rbhc.v15i1.708>
- Ferraz-Caetano, J. (2023). The Artificial Intelligence Explanatory Trade-Off on the Logic of Discovery in Chemistry. *Philosophies* 8 (2), 17. <https://doi.org/10.3390/philosophies8020017>
- Reichenbach, H. (1991). *The Direction of Time*. (volume 8). Dover Publications: Mineola, NY, USA, p. 72.
- Van Brakel, J. “Kant’s Legacy for the Philosophy of Chemistry” in *Philosophy of Chemistry: Synthesis of a New Discipline*; Baird, D., Scerri, E., McIntyre, L. (editors). Springer: Dordrecht, The Netherlands, 2006; pp. 69–91. https://doi.org/10.1007/1-4020-3261-7_4

SESSÃO 5

OS PRIMÓRDIOS DA IMITAÇÃO DA CARAPAÇA DE TARTARUGA EM PORTUGAL

Artur Neves¹, Maria Elvira Callapez²

¹ LAQV/REQUIMTE, Departamento de Conservação e Restauro, NOVA School of Science and Technology, Universidade NOVA de Lisboa, 2829-516 Caparica

² Centro Interuniversitário de História das Ciências e da Tecnologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Campo Grande, Lisboa, 1749-016 Lisboa

Resumo

As tartarugas marinhas estão hoje entre os grupos de animais em maior perigo de extinção. Uma das principais razões reside numa tradição milenar de manufatura de pentes para as classes ricas. No século XIX, transformações tecnológicas e sociais conduziram aos primeiros esforços para a imitação deste material, primeiro com o chifre e depois com o celulóide, o primeiro plástico artificial bem-sucedido comercialmente. Neste trabalho iremos explorar as dinâmicas de imitação e substituição da carapaça de tartaruga pelo chifre e celulóide na indústria e mercado de pentes portugueses.

Palavras-chave: Pentes, indústria, tartaruga, chifre, celulóide

OBJECTIVOS

Esta comunicação tem dois objetivos principais:

- Acentuar a importância histórica da indústria de pentes em Portugal, nomeadamente em questões relacionadas com as dinâmicas de substituição da carapaça de tartaruga pelo chifre e pelo celulóide em finais do século XIX.
- Apresentar três coleções de pentes em Portugal com características únicas em contexto nacional, nomeadamente do Museu Nacional Soares dos Reis, da Sociedade Martins Sarmento e da Casa da Memória de Guimarães.

A IMITAÇÃO DA CARAPAÇA DE TARTARUGA EM PORTUGAL

A caça de tartarugas marinhas, como a tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*), procurada pelo valor da sua carapaça ocorre desde tempos imemoriais a nível mundial. Por exemplo, quando Júlio César conquistou o Egito, considerou os armazéns de Alexandria, cheios de carapaça de tartaruga, como o despojo mais valioso da sua vitória. Este material queratinoso tem propriedades plásticas que permitiram, por exemplo, aos antigos egípcios, gregos, romanos e japoneses lançar as bases do que viria a ser mais tarde a indústria de artigos de tartaruga, produzindo pentes, óculos, caixas de charuto e muitos outros artigos de luxo (Pedersen, 2021). A caça intensiva de tartarugas marinhas levou à diminuição da sua população mundial a uma velocidade alarmante. A Convenção sobre o Comércio Internacional de Espécies da Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES) banuiu o comércio da carapaça de tartaruga nos estados-membros em 1975, altura em que, por exemplo, o Japão importava 400 toneladas anualmente. Apesar dos esforços políticos para colocar fim à caça da tartaruga marinha, a indústria não se extinguiu, sobretudo no Japão (Heppell & Crowder, 1996). A tartaruga-de-pente é hoje um dos 10 animais em maior perigo de extinção no mundo. Nos últimos 30 anos, a sua população foi reduzida em 80% devido ao comércio ilegal, mas também devido a outros fatores, como a captura acidental em pesca ou destruição dos recifes de coral. Mais recentemente surgiu uma nova preocupação; a edição do *Science & Vie* de maio 2023, dedicada ao tema da poluição por parte dos plásticos, mostrava uma capa com uma tartaruga verde (*Chelonia mydas*) (também perseguida pela sua carapaça, mas em menor escala) agarrada a um saco de plástico. Infelizmente, tartarugas como esta, ou como a tartaruga-de-pente, comem sacos de plástico; investigação realizada em 2015 indicava que 52% das tartarugas a nível mundial tinham ingerido resíduos plásticos (Schuyler *et al.*, 2016). A ingestão destes materiais pode conduzir à morte, por exemplo, por obstrução dos canais digestivos.

Ironicamente, os plásticos foram inventados para salvar as tartarugas marinhas, pelo menos indiretamente. Inventado em 1870, o celulóide, composto por nitrato de celulose e cânfora, e considerado o primeiro plástico artificial bem-sucedido comercialmente, foi introduzido na indústria de pentes pelas suas impressionantes capacidades imitativas. O celulóide, como matéria-prima, era produzido com o formato de chapas quadradas ou retangulares em fábricas especializadas, com a aparência da carapaça de tartaruga. Isto era conseguido através da sobreposição de várias chapas de menor espessura e com cores diferentes, unidas sob pressão. Estas chapas eram distribuídas para fábricas de menor dimensão especializadas na produção de uma baixa gama de artigos, como eram as fábricas de pentes (Friedel, 1983). Para esta indústria de cariz tradicional, o celulóide era revolucionário: era fácil de adquirir, uniforme, podia ser transformado mecanicamente

em larga escala, eliminava todas as etapas da difícil preparação da carapaça de tartaruga (necessitava de ser transformada em chapa sob calor e pressão), e tinha um preço muito menor que o material natural que imitava. Este último fator induziu o crescimento do mercado de imitação, cujo público-alvo eram as classes mais baixas; o celulóide como material imitativo de grande qualidade permitia ao comprador satisfazer desejos materiais e criar uma sensação de maior status económico (Westmont, 2019).

Neste trabalho, mostramos que este mercado da imitação da carapaça de tartaruga foi essencial para a introdução do celulóide em Portugal nos finais do século XIX. Na literatura internacional tem-se considerado, em geral, que o mercado de imitação de tartaruga apenas ganhou expressão com o aparecimento do celulóide (Friedel, 1983; Kollmann-Caillet, 2017; Walton, 1925; Westmont, 2019). A nossa investigação mostra que em Portugal este mercado já existia antes da introdução deste novo material. Relatórios da Exposição Industrial de Guimarães em 1884 mostram que os penteeiros portugueses produziam pentes imitando carapaça de tartaruga usando o chifre. A noção da existência de um mercado de imitação de tartaruga com chifre é um assunto ao qual a comunidade científica tem prestado pouca atenção. No século XIX, o chifre tornou-se a matéria-prima mais utilizada para a fabricação de pentes. Os avanços tecnológicos desenvolvidos na região de Leominster, EUA, foram fundamentais ao permitirem uma transformação mais eficiente deste material. Destaca-se a invenção de uma prensa, entre 1798 e 1812, que permitia o alisamento do chifre e do seu corte em quadrados, formato necessário para as restantes etapas de produção (Walton, 1925). Foram inventadas várias máquinas de corte, entrecorte ou polimento, tanto para chifre como para carapaça de tartaruga, que permitiram acelerar os processos de produção. Foram também desenvolvidos métodos que permitiam colorir o chifre e obter vários efeitos diferentes, sendo o mais importante o de imitação de carapaça-de-tartaruga (Musser, 1978; Schmitt, 1923). No Museu Nacional Soares dos Reis, existe uma coleção de peinetas de alto valor, um legado de Cristiano Augusto da Silva (1870-1938), cuja análise com espectroscopia Raman portátil, uma técnica de caracterização molecular, mostrou a coexistência da carapaça de tartaruga e do chifre modificado neste mercado.

Em Portugal, estudos recentes mostraram que o celulóide foi introduzido em Guimarães pela Fábrica de Pentes a Vapor da Madroa em 1895 (Miranda, 2019; Neves *et al.*, 2020). Neste trabalho, duas coleções de pentes da Sociedade Martins Sarmiento e da Casa de Memória de Guimarães foram analisadas com espectroscopia Raman portátil. A identificação de pentes de celulóide, na sua maioria como imitação de tartaruga, produzidos pela fábrica de João Teixeira e pela Fábrica de Plásticos Pátria, duas referências na produção de pentes em Guimarães a operar após 1950, sugere que este material foi introduzido em Portugal para substituir as imitações feitas com o chifre. Iremos mostrar como a introdução do

celulóide em Guimarães no final do século XIX permitiu a esta região competir com a concorrência estrangeira na imitação da carapaça de tartaruga, ao oposto do distrito de Lisboa que não parece ter sobrevivido. Por último, iremos explorar o impacto do celulóide na importação de carapaça de tartaruga em Portugal de forma a perceber se a imitação semissintética correspondeu a uma substituição efetiva do material natural.

BIBLIOGRAFIA

- Friedel, R. (1983). *Pioneer Plastic: The Making and Selling of Celluloid*. The University of Wisconsin Press.
- Heppell, S. S., & Crowder, L. B. (1996). Analysis of a Fisheries Model for Harvest of Hawksbill Sea Turtles (*Eretmochelys imbricata*). *Conservation Biology*, 10(3), 874–880.
- Kollmann-Caillet, V. (2017). The Museum of the Comb and Plastics Industry in Oyonnax. *E-Plastory*, 5, 1–8.
- Miranda, M. (2019). Fantástico Plástico: Notas sobre o fabrico do brinquedo de plástico no século XX português. *Mínia*, 14, 133–150.
- Musser, M. (1978). Massachusetts Horn Smiths: A Century of Combmaking, 1775-1875. *Old-Time New England*, 68, 59–68.
- Neves, A., Callapez, M. E., Melo, M. J., & Friedel, R. (2020). On the Trail of Celluloid in Portugal. In M. E. Callapez, A. Neves, & S. F. de Sá (Eds.), *Proceedings of the Plastics Heritage Congress 2019, March 29-31, Lisbon, Portugal* (pp. 29–48). Ludus 2020.
- Pedersen, M. G. (2021). *Tortoiseshell*. Crowood Press.
- Schmitt, F. (1923). *Manuel du Fabricant de Peignes*. Librairie J.-B. Baillièrre et fils.
- Schuyler, Q. A., Wilcox, C., Townsend, K. A., Wedemeyer-Strombel, K. R., Balazs, G., van Sebille, E., & Hardesty, B. D. (2016). Risk analysis reveals global hotspots for marine debris ingestion by sea turtles. *Global Change Biology*, 22(2), 567–576.
- Walton, P. (1925). *Comb making in America*. Viscoloid Company, Inc.
- Westmont, V. C. (2019). Faux materials and aspirational identity: Celluloid combs and working-class dreams in the Pennsylvania anthracite region. *Journal of Material Culture*, 25(1), 93–107.

PRUSSIAN BLUE: FROM ITS SERENDIPITOUS DISCOVERY TO THE AMAZING APPLICATIONS

Maria Teresa S. R. Gomes
CESAM, Department of Chemistry, University of Aveiro, 3810-193 Aveiro
mtgomes@ua.pt

Abstract

Prussian blue (PB) began to be a very appreciate light fast pigment. Three hundred years later, PB was the subject of 1151 SCI papers, publish just in the 2022 year! This metal organic framework compound exhibits a zeolitic structure with sieving characteristics, and very interesting electrochemical properties, and even electrochromism. PB found applicability in painting, as an anti-radiation drug, in batteries, in waste treatment and sensors.

Keywords: Prussian blue, electrochemistry, recycling, radiation therapy drug, sensors

OBJECTIVE

This very short communication devoted to Prussian blue is a glance over its remarkable properties that opened the possibility to a diversity of applications. Three centuries after its discovery many more are expected to come.

DISCOVERY AND RECIPE

Prussian blue (PB) may have existed in the earth prebiotic atmosphere. However, in the mankind history, it was unknown until 1704, when it was first obtained by Heinrich Diesbach, during the preparation of crimson lake. This red lake pigment was obtained from crushed cochineal insects. Potash must be added

to the filtered aqueous solution. Diesbach bored the potash from the alchemist Johann Konrad Dippel (Delamare, 2020). Dippel distilled a mixture of potash and dried blood to prepare “sal volatile”, whose remains his assistant has wrongly labelled as Sal tartari, meaning potash (K_2CO_3) (Kraft, 2018). This potash was contaminated with “animal oil”, which is presently known to contain a mixture of nitrogenous organic bases such as pyrrole, and alkyl cyanides. Unexpectedly, Diesbach did obtain a blue precipitate instead of a red one. Dippel helped Diesbach to understand how the blue colour appeared, and soon the painters began to use this new blue synthesized in Berlin, the capital of the new founded Kingdom of Prussia. Not surprisingly, this colour was also known as Berliner Blau. However, don't think PB is the blue source in the uniform of the Prussian army. In spite of the stability of PB, it is not compatible with alkaline media, and therefore fabrics were tainted with indigo, as they need to be washed with soap (Kraft, 2018)). For the same reason, it is not a pigment to be used in frescos, but it was loved by painters, who gained a fastlight alternative to the very expensive ultramarine. PB is very present on the Picasso blue period.

John Woodward published the recipe for the preparation of PB in 1724, although its chemistry could only be understood much later. Chemically, PB is iron(III) hexacyanoferrate(II), but it has several names, as for instance Turnbull's blue, which was obtained from different reagents. Even today, methods to obtain PB are under optimization (Vyboishchik & Popov, 2020).

OTHER PROPERTIES AND ACTUAL USES

The present interest on PB surpasses its colouring properties. The uptake capability of Prussian-blue for rare metal ions is under investigation, both for recovering Ru, Rh, Pd, Mo from nuclear wastes and precious metals from E-wastes. The amount of gold in mobile phones is 10-80 times its existence in natural ore, and PB has a role to play in the recovery of Au, Ru, Rh, Pd, Re, Os, Ir, Pt from E-waste (Watanabe *et al.*, 2022). Besides, it has been applied to decontaminate soils after the Fukushima nuclear plant accident, by removing ^{134}Cs and ^{137}Cs (Watanabe *et al.*, 2022).

FDA approved a Prussian blue formulation to treat internal caesium and thallium contamination. Radiogardase, a 500 mg capsule, was used in the 1987 Goiânia incident, where a teletherapy source was stolen from an abandoned clinic, handled by several people, and broken. The treatment had very mild side effects, basically constipation and hypokalemia (Bishop & Shuster, 2020). PB is a coordination compound, with two independent redox centres. The Fe^{2+} and Fe^{3+} ions alternate at the corners of a cubic lattice, and the CN^- groups lie in the edges of these small cubes. It is a nanoporous open framework with a high capacity for alkaline and

alkaline earth metals insertion without significant changes in its geometry. The open structure assures a rapid ion conduction. These properties make PB and its analogues (PBAs), where Fe metal centres have been replaced by other transition metal ions, ideal for use as electrode materials. Although the specific energy and energy density of all PBAs batteries are much lower than their lithium-ion counterparts, they can be cost competitive in specific (Hurlbutt *et al.*, 2018).

PB is an electrocatalyst for H_2O_2 reduction, which is of main importance in the field of sensors. H_2O_2 is not only an analyte of interest by itself, but it is formed after the oxidation of very important biological molecules, as glucose or cholesterol, in the presence of the correspondent oxidases. The detection of H_2O_2 could be made applying a potential to oxidise it, but, as this potential is high, ascorbic acid and uric acid, present in the blood, may also be oxidised. The presence of PB would allow the selective detection of H_2O_2 by its selective reduction in the presence of O_2 (Karyakin, 2017; Gao, 2014). Compared to the platinum, PB modified electrode is 3 orders of magnitude more active in H_2O_2 reduction, and also 3 orders of magnitude more selective in the presence of O_2 (Sitnikova *et al.*, 2014).

Colour was PB first property of interest, but it can be reversible switched between different colours by changing the oxidation state. When it is reduced a colourless structure, Prussian white, is obtained and it turns pale green if oxidized (Berlin green). This leads to the possibility to develop optical sensors for, for instance, oxidant species like hypochlorous acid and hypochlorite ions (Valiūnienė *et al.*, 2022), or to build smart windows. Photomagnetism is another property that is mainly used for hydrogen storage (Chiang, 2019).

Every story has a dark side, but it difficult to imagine a darker one: PB mixed with sulfuric acid produces a poisonous gas, hydrogen cyanide or blausäure, used in Auschwitz.

CONCLUSION

Prussian blue was first produced by accident at the beginning of XVIII century, but what began to be a pigment has today applications in pharmacology, clinical analysis, energy, and chemistry. The important discovery of its catalytical properties for hydrogen peroxide was also made by chance, and, by chance or not, new discoveries are awaiting.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks are due to FCT/MCTES for the financial support to CESAM (UID-P/50017/2020+UIDB/50017/2020+LA/P/0094/2020), through national funds.

REFERENCES

- Bishop, K. A. & Shuster, C. E. (2020). *Update to Current Policies for use of radiation therapy drugs*, Institute for Defence Analysis (<https://www.jstor.org/stable/resrep25334.6>, accessed on 19 of June 2023).
- Chiang, Y.-H. (2019). Research and Application of Prussian blue in modern Science. *IOP Conf. Series: Earth and Environ. Sci.* 384, 012005.
- Delamare, F., Guineau, B. (2000). *Colors: the story of dyes and pigments*. New York: Harry N. Abrams, Inc.
- Gao, Z.-D., Qu, Y., Li, T., Shrestha, N. K., Song, Y.-Y. (2014). Development of amperometric glucose biosensor based on Prussian blue functionalized TiO₂ nanotube arrays. *Sci. Reports* 4, 689.
- Hurlbutt, K., Wheeler, S. Capone, I., Pasta, M. (2018). Prussian blue analogs as battery materials. *Joule*, 2, 1950-1960.
- Karyakin, A. A. (2017). Advances of Prussian blue and its analogues in (bio)sensors, *Curr. Opin. Electrochem.* 5, 92-98.
- Kraft, A. (2018). What a chemistry student should know about the history of Prussian blue. *ChemTexts* 4:16.
- Sitnikova, N. A., Komkova, M. A., Khomyakova, I.V., Karyakina, E. E., Karyakin A.A. (2014). Transition metal hexacyano ferrates in electrocatalysis of H₂O₂ reduction; an exclusive property of Prussian blue, *Anal. Chem.* 86, 4131-4134.
- Valiūnienė, A., Ziziunaite, G. Virbickas, P. (2022). Application of Prussian blue in electrochemical and optical sensing of free chlorine, *Sensors* 22, 7768.
- Vyboishchik, A. V., Popov, M. Y. (2020). Contemporary methods for production of Prussian blue. *IOP Conf Series: Materials Sc. Eng.* 962, 022035.
- Ware, M. (2008) Prussian blue artists' pigment and chemists' sponge. *J. Chem. Educ.* 85, 612–621.
- Watanabe, S., Inaba, Y, Harigal, M., Takeshita, K., Onoe, J. (2022). The uptake characteristics of Prussian-blue nanoparticles for rare metal ions for recycling of precious metals from nuclear and electronic wastes. *Sci Rep.* 5135.

PRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO DE UMA BANDA DESENHADA SOBRE A HISTÓRIA DA ESPECTROSCOPIA DE RMN NA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Roberto Lamanna¹, Décio Martins¹, Pedro Casaleiro², Sérgio P. J. Rodrigues³

¹Universidade de Coimbra, Centro de Física Computacional e Departamento de Física

²Universidade de Coimbra, Centro de Investigação da Terra e do Espaço

³Universidade de Coimbra, Centro de Química e Departamento de Química

Resumo

O trabalho descreve a criação de uma monografia científica em formato de história em banda desenhada sobre a Ressonância Magnética Nuclear (RMN) em Coimbra. Em particular, enfatiza que o congresso internacional de RMN de Coimbra em 1968 foi fundamental na história da espectroscopia de RMN em Portugal. Destaca-se a importância de fontes precisas, um processo de pesquisa detalhado e a comunicação de conceitos complexos de forma acessível. O envolvimento de um grande número de atores em todas as fases de pesquisa e produção é fundamental para produzir material científico de qualidade e acessível.

Palavras-chave: Espectroscopia de RMN, Monografia científica em banda desenhada, Fontes bibliográficas, Divulgação científica, Turismo cultural

OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo enquadrar os vários aspetos da investigação e produção da banda desenhada intitulada “Short history of nuclear magnetic resonance in Portugal com subtítulo University of Coimbra and NMR spectroscopy” (Lamanna, 2021). Entre os aspetos, referidos destaca-se a importância da pesquisa de fontes precisas e confiáveis. Para realizá-la, foram feitas escolhas, como a do formato e conteúdo, a criação dos desenhos e, por fim, a publicação. Este

trabalho pretende chamar a atenção para a questão da divulgação de monografias científicas em banda desenhada, e portanto, sua distribuição, bem como a receção do público e seu impacto no conhecimento da história da ciência em Portugal e, conseqüentemente, para o uso destas para ensinar tópicos científicos e usar a história da ciência no ensino das ciências.

INTRODUÇÃO

Uma revisão sistemática da literatura dos últimos vinte anos sobre o uso de bandas desenhadas científicas, na comunicação científica e na educação, mostrou que estes podem ser um recurso na comunicação científica e na educação (Mota *et al.*, 2022) uma vez que tem como objetivo tanto envolver o público com a ciência (comunicação), quanto fazer com que compreendam os conceitos científicos e sua importância (educação).

A partir das pesquisas realizadas durante o programa de Doutorado em História das Ciências e Educação Científica (HCEC), emergiu muito material que foi analisado, estudado e reelaborado. Uma monografia científica foi elaborada usando a linguagem da banda desenhada, criando assim uma fonte adicional que sintetiza os eventos mais relevantes relativos à RMN e inspira novas linhas de pesquisa. Além disso, a monografia procura chamar a atenção de *stakeholders* como professores e investigadores, sugerindo a criação de uma seção dedicada à espectroscopia de RMN no Museu da Ciência da Universidade de Coimbra contribuindo para aumentar o turismo cultural na cidade.

Foram adotadas muitas estratégias para chegar à criação, realização, publicação e, finalmente, à divulgação da monografia científica em banda desenhada. O guião foi criado em colaboração com a empresa ILMIOFUMETTO.IT em Milão e com a ilustradora Giulia Baitelli, inserindo elementos reais na banda desenhada. Na Tabela 1 estão as etapas principais.

Tabela 1. Fases de trabalho relacionadas com a história da investigação em espectroscopia de RMN e o desenvolvimento da BD

FASE DE TRABALHO	SUBCATEGORIA	RESULTADOS
1. Pesquisa	<ul style="list-style-type: none"> - Pesquisa de fontes e informações - Seleção das fontes mais confiáveis - Análise e classificação de fontes - Revisão da literatura científica 	Uso das fontes mais pertinentes para escrever e produzir mais materiais. Classificação dessas fontes com o <i>software Zotero</i> , que permitiu otimizar a coleta e organização das informações, tornando mais claro e acessível o processo de síntese dos conhecimentos adquiridos
2. Transformação dos dados coletados em informações	<ul style="list-style-type: none"> - Projeto de pesquisa sobre a história da RMN em Portugal - Escrita de artigos científicos 	Expansão do conhecimento científico Trabalho escrito, favorecendo assim o surgimento de uma nova fonte bibliográfica (tese de doutoramento)

3. Síntese das informações	<ul style="list-style-type: none"> - Ulterior revisão da literatura científica - Uso do material científico obtido na fase nº2 para a criação de uma monografia científica em banda desenhada sobre a história da espectroscopia de RMN em Portugal. 	A partir da nova fonte criada (tese de doutoramento), foi criada uma narrativa ambientada no final da década de 80 do século XX, uma época em que o cientista português Victor Gil era conhecido por seus muitos trabalhos sobre a RMN e o seu cargo como primeiro Reitor e Presidente da Comissão Instaladora da Universidade de Aveiro. Revisão, correção, supervisão do roteiro e das imagens, do produto final a banda desenhada científica destinada para publicação e a proteção.
4. Divulgação dos resultados da investigação	<ul style="list-style-type: none"> - Divulgação do material obtido nas fases nº2 e 3 	Apresentação dos resultados em conferências científicas e disseminação dos artigos científicos escritos e da monografia científica sobre a espectroscopia de RMN
5. Desenvolvimentos futuros	<ul style="list-style-type: none"> - Comunicações científicas dedicadas à história da ciência e em particular à RMN 	Criação de percursos virtuais/seções museais dedicadas para a visualização do material em papel coletado ao longo do tempo. Criação de websites temáticos sobre RMN.

DA PESQUISA DE FONTES À CRIAÇÃO DE TRABALHOS DERIVADOS: MONOGRAFIA CIENTÍFICA EM BANDA DESENHADA

Durante a fase de pesquisa, todo o material foi coletado e classificado. De facto, verificou-se que a descoberta do fenómeno da RMN está ligada à Física e depois se difundiu para outros campos do conhecimento, como da Química. Especificamente, a pesquisa sobre RMN em Portugal - em Coimbra - só foi possível graças aos Professores Fernando Pinto Coelho, João Manuel Cotelos Neiva e António Jorge Andrade de Gouveia. Estes foram titulares de funções publicamente relevantes em Portugal que fomentaram esta nova área de investigação científica. O primeiro grupo português da RMN nasceu em Coimbra foi formalmente assinado entre Fernando Pinto Coelho, António Jorge Andrade de Gouveia e Victor M. S. Gil. Este último começou como doutorando na área de RMN em Inglaterra e mais tarde tornou-se o cientista português com maior número de conhecimentos técnicos e científicos em RMN, tornando-se uma referência para muitos investigadores portugueses. Com o tempo, Victor Gil tornou-se o primeiro reitor da Universidade de Aveiro. O evento de RMN realizado em Coimbra no ano 1968 salienta o dinamismo e a evolução da investigação científica sobre espectroscopia de RMN a nível internacional. Considerando todas as informações aprendidas e deduzidas, foi possível incluir na banda desenhada a fotografia original do evento Nato Summer School on Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy do 1968 (Herold, 2021) - dividida em duas partes e em quatro vinhetas. Com o suporte da ilustradora, foram criadas ilustrações a partir de fotos como a do espectrómetro RMN Varian HA-100 (Costa & Cardoso, 2013, pp. 63, 102 Foto 14) e das notícias sobre o evento da Nato Summer School a Coimbra publicadas nos jornais portugueses em setembro de 1968, do Diagrama de um espectrómetro RMN (Gil, 1966, p. 177 Fig. I – 4). Outras ilustrações foram feitas a partir das capas de publicações em papel como: a banda

desenhada *As minhas primeiras investigações científicas* (Gil, 1983) e do resumo da reunião NATO Summer School on Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (NATO SUMMER SCHOOL, 1968).

Como referido por este texto de enquadramento, a criação de materiais de divulgação científica como a monografia sobre a espectroscopia de RMN requer a participação ativa de um grande número de atores em todas as fases de pesquisa, produção e divulgação. Sem a colaboração desses atores, seria difícil obter um trabalho de alta qualidade e acessível ao público do conhecimento que estava fragmentado em muitas publicações, artigos científicos e não científicos, fotografias, livros e trabalhos de tese.

FLUXOS DE TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO EM RMN EM PORTUGAL

Para tornar os resultados da pesquisa académica acessíveis a um público cada vez mais amplo, é importante utilizar uma linguagem simples e acessível, começando pelos ambientes escolares e envolvendo os leitores de forma cativante.

O trabalho de pesquisa realizado no âmbito do programa de doutorado HCEC do Instituto de Investigação e Interdisciplinar da Universidade de Coimbra e da Universidade de Aveiro permitiu obter uma análise original, parte da qual já é visível para o público em geral graças à linguagem da banda desenhada.

A monografia científica em banda desenhada sobre a história da espectroscopia de RMN na Universidade de Coimbra poderia dar seguimento a outras monografias, favorecendo assim o surgimento de uma coleção (ou série) sobre a história da ciência em Portugal, em particular a espectroscopia de RMN em Portugal, intitulada “Short history of nuclear magnetic resonance in Portugal”, e ter uma série de obras coerentes e de alta qualidade que sejam facilmente acessíveis, interessantes e envolventes para os estudantes.

CONCLUSÃO

O trabalho de investigação realizado através do programa de doutoramento HCEC é fruto da colaboração profissional e humana, que permitiu a produção de novo conhecimento, acessível pela transformação do texto escrito em imagens, focalizando assim uma série de momentos salientes da espectroscopia de RMN em Portugal ligados ao período em que a Universidade de Coimbra e seus professores eram os investigadores que dominavam esse campo de pesquisa.

A organização do evento sobre RMN intitulado NATO Summer School on nuclear magnetic resonance spectroscopy, representa um momento fundamental

na história da espectroscopia de RMN em Portugal, e é justo preservar a memória científica daqueles que tornaram essa área de investigação importante, especialmente do professor Victor Gil. A criação de obras derivadas, como as monografias científicas em bandas desenhadas, pode ser útil para comunicar ciência quanto para educar sobre tópicos científicos, em particular da história da Química.

BIBLIOGRAFIA

- Costa, A. A., & Cardoso, A. C. (2013). Capítulo III - Fernando Pinto Coelho, o investigador e “promotor” de grupos de investigação no Laboratório Químico. Em *Fernando Pinto Coelho o mestre e o professor universitário: No centenário do seu nascimento*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra. UC pombalina Coimbra University Press. Obtido de <http://hdl.handle.net/10316.2/38435>
- Gil, V. (1966). Espectros R.M.N. e estrutura molecular | Capítulo I | Introdução geral. *Revista da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra*, Vol. XXXVIII, 171–187. Biblioteca de Química da Universidade de Coimbra. Obtido de Biblioteca de Química da Universidade de Coimbra.
- Gil, V. (1983). *As minhas primeiras investigações científicas. Um Projecto para crianças (a partir dos 10 anos) N.º1. Colaboração de João Gil; desenhos de Jorge Santos, João Miguel Gil*. Coimbra: Gráfica de Coimbra.
- Herold, B. (2021, maio 23). *Foto da NATO SUMMER SCHOOL ON NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY 1968 | The Chemical Laboratory University of Coimbra—Portugal | Arquivo pessoal do Professor jubilado Bernardo Herold, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa*.
- Lamanna, R. (2021). *Short history of nuclear magnetic resonance in Portugal: University of Coimbra and NMR spectroscopy / story & screenplay by Roberto Lamanna ; pencils and inks by Giulia Baitelli*. Ferrara. BiblioFe polo bibliotecario ferrarese - Polo SBN della Regione Emilia-Romagna (Inventario 270792 e Collocazione MF 682.28 | Inventario 270793 e Collocazione MF 682.29 2. c.).
- Mota, M., Sá, C., & Guerra, C. (2022). A banda desenhada na comunicação e educação em ciência: Uma revisão sistemática da literatura. *Revista Lusófona de Educação*, 51, 99–119. doi: 10.24140/issn.1645-7250.rle51.07
- NATO SUMMER SCHOOL. (1968). *Abstracts of the NATO Summer School on nuclear magnetic resonance spectroscopy. Coimbra, Portugal*. Gráfica de Coimbra. Biblioteca de Química da Universidade de Coimbra.

Financiado por Fundos Nacionais através da FCT – Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito dos projetos UIDB/00194/2020, UIDP/00194/2020, UIDP/50017/2020, UIDB/50017/2020 e LA/P/0094/2020



REPÚBLICA
PORTUGUESA



Fundação
para a Ciência
e a Tecnologia



universidade de aveiro
theoria poiesis praxis



centro de investigação
Didática e Tecnologia
na Formação de Formadores



CENTRO DE ESTUDOS
DO AMBIENTE E
DO MAR