

Francisco Gil
Lídia Catarino
[Coord.]

Visões da Luz



Visões da Luz

Esta obra junta várias contribuições de especialistas em áreas muito diversas do saber, para discutir o tema 'Luz' de vários pontos de vista. Os temas reunidos nesta obra provêm das áreas de Física, Filosofia, Transcendência, Química, Ótica, Geologia, Literatura, História das Ciências, História, Geografia, Relações Internacionais, Biologia, Psicologia, Arte, Cinema e Fotografia, Medicina e Museologia. Os textos reflectem parcialmente os conteúdos apresentados no colóquio interdisciplinar 'Visões da Luz' realizado em Outubro de 2015, por ocasião do Ano Internacional da Luz de 2015, sob a égide do III-UC e aberto ao meio académico e à sociedade, em particular, a professores dos Ensinos Básico e Secundário.

Visions of Light

This work brings together various contributions from experts in very diverse areas of knowledge, to discuss the theme 'Light' from various points of view. The subjects gathered in this work come from the areas of Physics, Philosophy, Transcendence, Chemistry, Optics, Literature, History of Sciences, History, Geography, International Relations, Biology, Psychology, Art, Cinema and Photography, Medicine and Museology. The texts partially reflect the contents presented at the interdisciplinary colloquium 'Visões da Luz' held in October 2015, on the occasion of the International Year of Light 2015, under the aegis of III-UC and open to academia and society, to teachers of the Basic and Secondary Education.

Francisco Gil — Doutorado em Física Experimental pela Universidade de Coimbra (UC), é professor no Departamento de Física e investigador do Centro de Física da UC (CFisUC) e da Unidade de IGD Química-Física Molecular da UC. Desenvolve investigação em Física da matéria condensada e em Física aplicada ao património cultural.

Tem participado e liderado projectos e redes de investigação no âmbito do património cultural. Foi coordenadores do Mestrado em Conservação e Restauro da UC e é vice-coordenador do Mestrado em Património Cultural e Museologia da UC.

Tem diversas colaborações com outras Instituições universitárias e outras Instituições ligadas ou responsáveis por património cultural

Lídia Catarino — Doutorada em Engenharia Geológica pela Universidade de Coimbra, é professora no Departamento de Ciências da Terra e investigadora do Centro de Geociências da Universidade de Coimbra onde desenvolve investigação em áreas da recuperação/reutilização de materiais naturais, trabalhos em cooperação com Arqueologia sobre matérias-primas, e Geologia aplicada ao património cultural no âmbito da conservação de edifícios.

Tem participado e liderado projectos e redes de investigação no âmbito do património cultural. Foi coordenadora do Mestrado em Conservação e Restauro da UC e tem responsabilidades no Mestrado em Património Cultural e Museologia da UC.

Tem diversas colaborações com outras Instituições universitárias e outras Instituições ligadas ou responsáveis por património cultural.

Diretores (Main Editors)

João Rui Pita e Ana Leonor Pereira
Universidade de Coimbra

Os originais enviados são sujeitos
a apreciação científica por referees.

Coordenação Editorial (Editorial Coordinator)

Maria João Padez Ferreira de Castro

Edição

Imprensa da Universidade de Coimbra
Email: imprensa@uc.pt
URL: http://www.uc.pt/imprensa_uc
Vendas online: <http://www.livrariadaimprensa.uc.pt>

Design

Imprensa da Universidade de Coimbra

Imagem da Capa

Pormenor de espátula de Carlos Ramos (anos 70 do século XX). Coleção particular.

Infografia da Capa

Carlos Costa

Infografia

Imprensa da Universidade de Coimbra

ISBN

978-989-26-1818-0

ISBN Digital

978-989-26-1819-7

DOI

<https://doi.org/10.14195/978-989-26-1819-7>

Depósito Legal

470181/20

Obra publicada com a colaboração de:

2



FACULDADE
DE CIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Os volumes desta coleção encontram-se indexados e catalogados
na Base de dados da Web of Science.

© MAIO 2020, IMPRENSA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FRANCISCO GIL
LÍDIA CATARINO

VISÕES DA LUZ



• COIMBRA 2020



Biblioteca Joanina – Gabinete N.º V.

Fonte: Fotografia composta para o cartaz do Colóquio «Visões da Luz», © Paulo Mendes, 2007.

CONSELHO EDITORIAL (EDITORIAL BOARD)

Alain Touwaide

Institute for the Preservation of Medical Traditions, Smithsonian Institution,
Washington, USA

Anita Magowska

Poznan University of Medical Sciences, Poland

António Gonzalez Bueno

Universidad Complutense de Madrid, España

Emanuela Appetiti

Institute for the Preservation of Medical Traditions, Smithsonian Institution,
Washington, USA

Javier Puerto

Universidad Complutense de Madrid, España

Jean-Noel Missa

Université Libre de Bruxelles, Belgique

Juan António Rodriguez Sanchez

Universidad de Salamanca, España

Márcia Ferraz

Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil

Olivier Lafont

Université de Rouen, France

Patricia Aceves

Universidad Autónoma Metropolitana, Xoximilco, México

Pedro Ricardo Fonseca

Universidade de Coimbra, Portugal

Philip Rieder

Université de Genève, Suisse

Stéphane Tirard

Université de Nantes, France

Stuart Anderson

London School of Hygiene and Tropical Medicine, Great Britain

Victoria Bell

Universidade de Coimbra, Portugal

SUMÁRIO

Introdução	9
Capítulo 1. Uma muito breve história da luz <i>Carlos Fiolbais</i>	11
Capítulo 2. À luz da Filosofia <i>Mário Santiago de Carvalho</i>	29
Capítulo 3. As forças criativas e salvadoras da Luz <i>A. M. Amorim da Costa</i>	37
Capítulo 4. Os Primórdios da Espectroscopia no «Laboratorio Chimico» da Universidade de Coimbra: 1850–1975 <i>Augusto Correia Cardoso e Sebastião J. Formosinho</i>	47
Capítulo 5. Luz e Sombra <i>Francisco Gil e Lídia Catarino</i>	67
Capítulo 6. Visões da Luz na Literatura <i>Oswaldo Manuel Silvestre</i>	71
Capítulo 7. História do conhecimento sobre a Luz <i>Luís Miguel Bernardo</i>	85
Capítulo 8. A História enquanto Luz e a Luz na História <i>Maria Antónia Lopes</i>	93

Capítulo 9. A luz nas paisagens e nas territorialidades. Reflexões culturais e políticas desde a Geografia <i>João Luís J. Fernandes</i>	103
Capítulo 10. A dimensão global da energia: governação como politização? <i>Licínia Simão</i>	119
Capítulo 11. A Luz e a evolução dos Olhos <i>Paulo Gama Mota</i>	129
Capítulo 12. À Luz da Psicologia <i>Margarida Pedroso de Lima</i>	139
Capítulo 13. A luz na pintura europeia medieval e moderna – visões do mundo <i>Pedro Redol</i>	155
Capítulo 14. Nem Pura Luz, Nem Sombra: <i>Nostalgia da luz</i> como Documentário Poético Politizado <i>Sérgio Dias Branco</i>	163
Capítulo 15. Um pouco de luz sobre a Imagem Médica <i>Nuno C. Ferreira</i>	175
Capítulo 16. A arte, a luz e o futuro – uma exposição de ciência e arte: O projeto Sol do pintor. Olhares transversais <i>Virgínia Gomes e Catarina Pires</i>	183

INTRODUÇÃO

Por ocasião do 725.º aniversário da Universidade de Coimbra (UC) e do 2.º aniversário da sua classificação pela UNESCO como Património da Humanidade, o Instituto de Investigação Interdisciplinar da UC, associou-se às comemorações do Ano Internacional da Luz 2015, organizando um Colóquio interdisciplinar alargado a diversas áreas do conhecimento nela desenvolvidas.

Este Colóquio, subordinado ao tema «Visões da Luz», decorreu em outubro de 2015 no auditório da Reitoria da UC e cada dia foi dedicado a um mote: «Descoberta da Luz», «Um Olhar sobre a Luz» e «Futuro da Luz».

O tema «Luz» é muito abrangente e pode ser abordado a partir de diversas perspetivas, seja científica, filosófica ou da transcendência. No desenvolvimento destas grandes áreas do conhecimento, a «luz» pode ser estudada na(s) sua(s) produção e características, na sua interação com a matéria e na sua deteção. Além disso, pode ser encarada por considerações causa-efeito em termos das transformações operadas nos materiais inertes e biológicos e em termos de aplicações úteis à Humanidade. O conhecimento do Universo, desde o micro- ao macro-cosmos é construído com base na «luz». A evolução tecnológica que a Humanidade tem protagonizado muito deve ao conhecimento e controlo da «luz». A própria evolução histórica, económica e social da Humanidade depende em larga escala da «luz». A «luz» é também o mote para a Humanidade adquirir conhecimento sobre si mesma e dar «asas» à sua criatividade através da imagem, na arte, na literatura e na arquitetura e dar um salto para além de si própria e do mundo onde vive e alcançar o inalcançável através do seu lado transcendente.

Com este pano de fundo, é importante e pertinente estabelecer um diálogo aberto e despretenso sobre as várias áreas do conhecimento, aproveitando o tema «luz» e confrontar áreas tão diferentes (aparentemente) como Física, Filosofia, Transcendência, Astronomia, Geologia, Literatura, Arquitetura, História da Ciência, Química, História, Geografia, Energia, Relações Internacionais, Ciências da Vida, Antropologia, Psicologia, Arte, Cinema e Fotografia, Imagiologia Médica, Robótica, Visão e Cérebro e História da Arte.

Este Colóquio pretendeu dar um contributo para este fim, sendo dirigido ao público académico (docentes, investigadores e alunos), escolar (professores e alunos de escolas secundárias e outras Instituições de ensino superior) e sociedade civil em geral.

Nesta publicação, apresenta-se um conjunto de contribuições relevantes para este diálogo interdisciplinar, sendo da inteira responsabilidade dos respetivos autores, o seu conteúdo e assuntos abordados.

FRANCISCO GIL, LÍDIA CATARINO

CARLOS FIOLEAIS

ORCID: 0000-0002-1527-0738

Departamento de Física da Universidade de Coimbra

Coordenador do Ano Internacional da Luz 2015 (AIL2015)

tcarlos@uc.pt

CAPÍTULO 1 UMA MUITO BREVE HISTÓRIA DA LUZ

A VERY BRIEF HISTORY OF LIGHT

RESUMO: No Ano Internacional da Luz 2015 passaram-se aniversários de alguns marcos da história da Ótica. Conta-se a história da descoberta da luz, desde o primeiro tratado de Ótica do árabe al-Haytham há mil anos até à eletrodinâmica quântica de Feynman, Schwinger e Tomonaga dos anos 50 do século passado. Pelo meio passou-se uma das mais famosas polémicas da história da ciência — a que opôs os partidários da teoria corpuscular da luz como Newton e os defensores da teoria ondulatória como Huygens, Fresnel e Maxwell. A polémica foi resolvida no início do século XX com o desenvolvimento da teoria quântica por Planck, Einstein, Bohr e outros, a qual enquadra a dualidade partícula-onda. Várias aplicações da luz foram surgindo à medida que aumentava a ciência da luz: duas das maiores foram as ondas hertzianas e os raios X, na segunda metade do século XIX. Apresentam-se brevemente as primeiras experiências de raios X na Universidade de Coimbra.

Palavras-chave: Luz, história da ciência, partícula, onda, tecnologias da luz

ABSTRACT: In the International Year of Light 2015 happened the anniversaries of some milestones of the history of Optics. We present the history of the discovery of light from the first treaty of Optics by the Arab al-Haytham one thousand years ago to the quantum electrodynamics of Feynman, Schwinger and Tomonaga of the 50s of last century. In the middle it took place one of the most famous controversies of the history of science — that opposed the supporters of the corpuscular theory of light as Newton and proponents of the wave theory as Huygens, Fresnel and Maxwell. The controversy was settled in the early 20th century with the development of quantum theory by Planck, Einstein, Bohr and others, a theory which encompasses particle-wave duality. Several applications of light have emerged as the science of light enlarged: two of the most relevant were radio waves and X-rays in the second half of the 19th century. We present briefly the first experiments of X-rays at the University of Coimbra.

Keywords: Light, history of science, particle, wave, light technologies

Por ocasião do Ano Internacional da Luz 2015, que celebrou alguns grandes marcos da história da luz, é oportuno divulgar essa história.

A questão da Natureza da luz sempre intrigou os estudiosos dos fenômenos luminosos, dos quais um dos primeiros foi o árabe al-Haytham (965–1040), que há cerca de mil anos escreveu o primeiro tratado de Ótica. Este autor foi premonitório sobre o papel do cientista quando escreveu «Se a aprendizagem da verdade é o objetivo do cientista, então ele tem de se tornar inimigo de tudo aquilo que lê»¹ (Sabra, 2003, para. 7). Desde então, muitos foram os autores que, a propósito da luz, se basearam na observação e na experiência para se tornarem inimigos daquilo que leram, fazendo avançar os conhecimentos na área da ótica.

Os instrumentos revelaram-se essenciais para a observação e experiência de fenômenos óticos. Um marco foram, decerto, as primeiras observações feitas em 1609 pelo italiano Galileu Galilei (1564–1642) com a luneta astronômica. A construção do telescópio só foi possível graças ao aperfeiçoamento no polimento de lentes. Ao ampliar o poder do olho aumentou-se também o poder da mente. O Universo passou a ser um sítio diferente: a Lua não era plana, o Sol não era absolutamente claro, Vénus tinha fases e Júpiter tinha luas. Fala-se, quando se refere essa época, de Revolução Científica, mas talvez seja revelador da continuidade o facto de um dos primeiros atlas da Lua, o tratado de selenografia do astrónomo polaco Johannes Hevelius (1611–1687), ter colocado no frontispício de um lado al-Haytham, simbolizando a razão, e do outro Galileu, simbolizando os sentidos (Figura 1.1.). Na Revolução científica junta-se o antigo e o moderno, a razão e os sentidos, estes ampliados pelo novo instrumento.

Contemporâneo de Newton foi o francês René Descartes (1596–1650) que, no seu famoso *Discurso do Método*, publicado em Leyden, em 1637, descreve num apêndice o arco-íris como um exemplo do poder do método. Os raios de Sol entram numa gota de água na atmosfera, desviam-se ao entrar nela (refração), refletem-se na parede posterior da gota e voltam a desviar-se (nova refração) ao saírem da gota (Figura 1.2.).

¹ Tradução livre do autor. No original, «*if learning the truth is his goal, is to make himself an enemy of all that he reads*» (Sabra, 2003, para. 7).



Figura 1.1. «Selenografia» de Johannes Hevelius, mostrando al-Haytham e Galileu.
 Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hevelius_Selenographia_frontispiece.png.

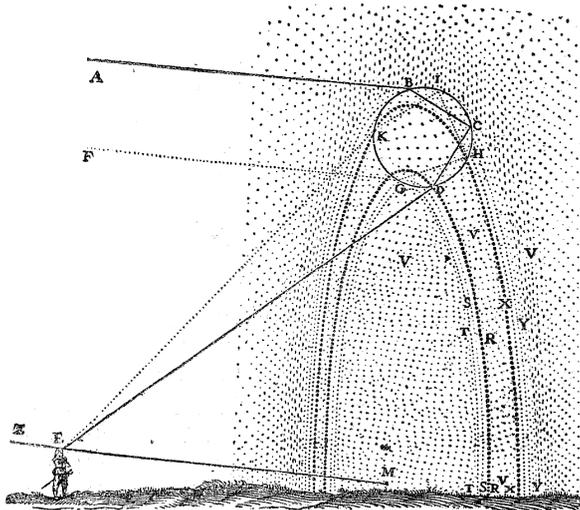


Figura 1.2. Figura do livro *Meteoros*, em apêndice ao *Discurso do Método* de Descartes (1637), que esquematiza o fenômeno do arco-íris.
 Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Descartes_Rainbow.png.

As cores apareciam já dentro da gota e ainda mais cá fora. O próprio Descartes fez estudos experimentais do fenômeno da refração com garrafas de água, que o levaram a formular uma lei matemática que descreve a geometria do fenômeno (lei de Snell-Descartes).

O inglês Isaac Newton (1642–1726), na geração seguinte, deu o próximo passo ao produzir o arco-íris em sua casa, com o auxílio de dois prismas (de novo o aperfeiçoamento da indústria vidreira vinha em auxílio da ciência). Numa carta que escreveu à Royal Society de Londres, em 1672, descreve fenômenos que observou nos anos de 1665–1666, quando recolheu a sua casa no campo após ter acabado o curso, devido ao encerramento da Universidade de Cambridge por um surto de peste:

Para este fim, tendo escurecido o meu quarto e feito um pequeno buraco na minha janela para deixar passar uma quantidade conveniente de luz do Sol, coloquei o meu prisma numa entrada para que ela [a luz] pudesse ser refractada para a parede oposta. Isso foi inicialmente um divertimento muito agradável: ver todas as cores vivas e assim intensamente produzidas, mas, após um tempo dedicando-me a estudá-las mais seriamente, fiquei surpreso por vê-las...

Note-se o encantamento do grande físico, que precedeu o seu estudo pormenorizado do fenômeno do arco-íris. Newton explicou a separação das cores (chamada dispersão) já analisado por Descartes. A luz seria constituída por diferentes partículas, sendo cada tipo associado a uma cor. Ora as partículas de cor vermelha teriam dentro do vidro (ou da água) desvios diferentes do de uma partícula de luz violeta. Numa experiência dita «crucial» reparou que a luz branca do Sol era dispersa em todas as cores do arco-íris pelo prisma, mas, se recolhesse apenas raios de cor vermelha no segundo prisma, verificava-se que a luz entrava vermelha e saía vermelha (Figura 1.3.).

Isto é, o vermelho era uma cor primária, que era desviada pelo prisma mas não decomposta, ao contrário da luz branca, que era uma mistura de todas as cores. Era natural que Newton imaginasse a luz formada por partículas. Pois não se sabia desde a Antiguidade que os raios, fossem eles do Sol ou de uma outra fonte, viajavam em linha reta, como é próprio de um projétil? E não se conheciam desde tempos antigos as leis da reflexão em espelho, que descre-

vem uma situação idêntica à de uma bola de bilhar que bate numa tabela? Para o sábio inglês a luz branca era desdobrada em luz de várias cores no interior do prisma por ser composta por corpúsculos de tamanhos diferentes. Os maiores viajariam mais lentamente no vidro, ao passo que os menores viajariam mais rapidamente. As cores do arco-íris que apareciam no interior do vidro e surgiam mais nítidas quando o feixe emergia estariam associadas ao diferente tamanho das partículas. Newton acertou em cheio quando afirmou que a luz branca continha a luz de todas as cores e quando explicou o desdobramento das cores pela diferente velocidade das partículas, mas falhou quando imaginou partículas de diferentes tamanhos. É assim em qualquer avanço da ciência: quando sabiamente se corrige um sábio anterior, deixa-se espaço para que mais sábios venham depois a fazer alguma correção.

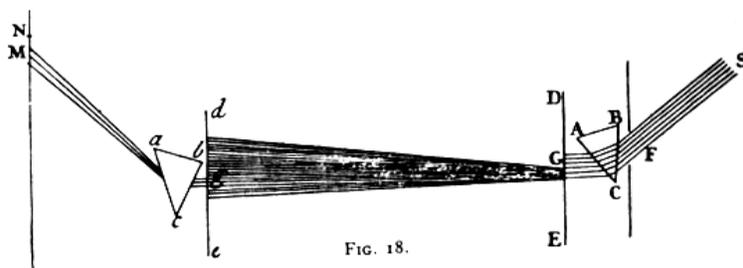


Figura 1.3. Experiência crucial de Newton do duplo prisma.

Fonte: http://brizhell.org/Newton_Speckles/Opticks%20-%20scan%20from%20original%20manuscript%20-%201.%20Newton.pdf.

A teoria corpuscular da luz foi contraditada por grandes sábios da época como o inglês Robert Hooke (1635–1703), que escreveu a Newton apontando inconsistências à teoria newtoniana. Foi numa resposta que Newton escreveu a sua famosa frase: «Se consegui ver mais longe foi porque estava aos ombros de gigantes.» Os historiadores de ciência ainda hoje não sabem se era uma bela metáfora sobre a construção da ciência ou se era antes um dito perjorativo, dada a pequena estatura de Hooke. Descartes, por exemplo, era mais alto que Hooke e Newton ter-se-á baseado mais em Descartes do que em Hooke. A autoridade de Newton, que foi durante muitos anos Presidente da Royal

Society, parecia ter imposto de início o conceito corpuscular de luz, mas o fenómeno da difração observado precisamente no mesmo ano de 1665 das primeiras experiências óticas de Newton (o seu livro *Optics* só seria publicado em 1707, após a morte do seu rival Hooke), por um padre jesuíta de Bolonha, o italiano Francesco Grimaldi (1618–1663), encerrava uma crítica muito forte à teoria de Newton. A difração consiste no espalhamento da luz quando ela passa por um pequeno orifício. Ora o projétil iria simplesmente a direito, mas a luz, como é próprio de uma onda, espalha-se nessa circunstância em todas as direções.

No arco-íris todas as cores, porque se veem, referem-se à luz dita visível. Sabemos hoje que essa banda de luz visível é apenas uma pequena parte de todo o espectro de luz, a que hoje chamamos espectro eletromagnético. A diferença entre os vários tipos de luz do espectro pode exprimir-se pelo comprimento de onda. A primeira luz invisível foi descoberta por um astrónomo alemão que trabalhou na Inglaterra, William Herschel (1738–1822). No ano de 1800, quando estava a realizar uma experiência análoga à de Newton, notou que um termómetro colocado perto da região vermelha do ecrã assinalava uma apreciável subida de temperatura (Figura 1.4.).

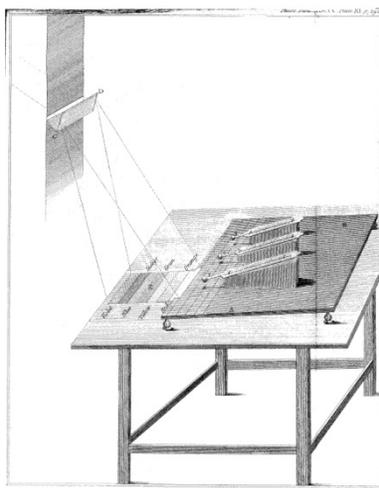


Figura 1.4. Experiência de Herschel que levou à descoberta dos infravermelhos.

Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:William_Herschel%27s_experiment.gif.

Havia pois uma forma de luz ou radiação que, apesar de invisível, tinha propriedades térmicas. Tratou-se da descoberta da luz infravermelha, a primeira forma de luz invisível. A tentação de medir do outro lado do espectro, perto do violeta, foi imediata, mas nada de semelhante foi encontrado. Contudo, não demorou mais de um ano até que um químico alemão, Johann Ritter (1776–1810), que tinha ouvido falar da descoberta de Herschel, descobrisse que, do outro lado da banda visível, perto do violeta, se encontrava uma outra radiação invisível. Sabendo que o cloreto de prata era particularmente sensível à luz azul, ficando preto, Ritter experimentou colocá-lo num alvo perto da cor violeta do espectro: observou que ele ficava ainda mais preto. Ritter chamou a esta nova forma de luz raios químicos, mas raios ultravioletas foi o nome que acabou por vingar. O cloreto de prata ainda hoje é usado no papel fotográfico.

Sabemos atualmente que vemos luz visível e não infravermelhos (alguns répteis veem infravermelho) ou ultravioletas (as abelhas veem ultravioleta) devido simplesmente ao fenómeno de adaptação darwiniana. Os seres humanos, ao longo do lento processo da evolução biológica, adaptaram-se a ver melhor a luz que o Sol envia em maior abundância. A nossa estrela emite luz de todos os comprimentos de onda, mas tem um pico bem mais pronunciado para os comprimentos de onda da luz visível.

Hoje conhecemos outras radiações invisíveis emitidas pelo Sol, os raios X e os raios gama, mas essas radiações invisíveis perigosas do chamado espectro eletromagnético são absorvidas pela atmosfera, que funciona como um escudo protetor da vida. O Sol visto do espaço, por exemplo da Estação Espacial Internacional, é branco, pois todas as cores do arco-íris se encontram misturadas, mas, visto da Terra, aparece-nos com uma cor amarelo-alaranjado, devido à presença da atmosfera que capta alguma luz colorida.

Uma teoria que concorreu com a teoria corpuscular da luz de Newton foi a teoria ondulatória do físico holandês Christiaan Huygens (1629–1695). No seu livro *Traité de la Lumière*, publicado em Leyden, em 1678, ele avançou a ideia de que a luz se propaga na forma de ondas (Figura 1.5.).

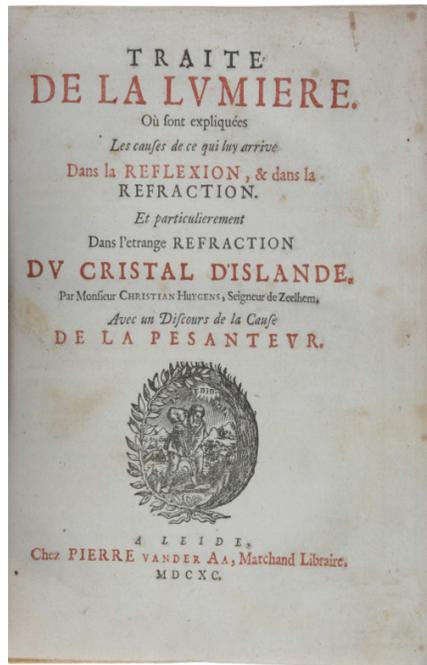


Figura 1.5. *Traité de la Lumière* de Huygens, que apresenta a teoria ondulatória da luz.
Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Treatise_on_Light#/media/File:Web_Huygens690.jpg.

Tanto a reflexão como a refração podem ser explicadas por ondas, assim como as duas são explicadas por partículas. Mas, na verdade, ondas são muito diferentes de partículas: uma partícula está num sítio enquanto uma onda está em todo o lado. Por outro lado, as ondas interferem umas com as outras, podendo mesmo duas ondas sobrepor-se de modo a anularem-se completamente. No entanto, duas partículas que colidem nunca se podem anular. Apesar das observações do Padre Grimaldi e de outras em favor da descrição ondulatória, dada a autoridade de Newton, só no início do século XIX a teoria newtoniana viria a ser descartada. Uma experiência com passagem de luz por dois orifícios efetuada em 1803 (três anos após a experiência de Herschel e dois da de Ritter), pelo médico e polímato inglês Thomas Young (1773–1829) mostrou, sem apelo nem agravo, que a luz era um fenómeno ondulatório. Verificava-se não apenas difração em cada orifício, mas também interferência — isto é, sobreposição construtiva ou destrutiva — da luz que provinha das duas aberturas (Figura 1.6.). Num ecrã verificavam-se franjas de luz e sombra.

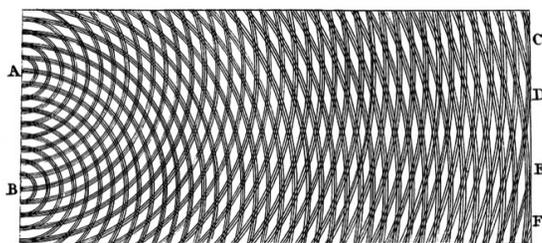


Figura 1.6. Experiência de Young das duas fendas que mostra dois fenômenos ondulatórios: difração e interferência.

Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Young_Diffraction.png.

Pouco depois era feita uma experiência com muitos orifícios, um efeito conseguido por uma rede, dita de difração. O alemão Joseph von Fraunhofer (1787–1826) ficou conhecido pelas suas experiências realizadas em 1814 da observação da luz solar com a ajuda de uma rede de difração.

Com essa rede consegue-se o mesmo efeito que com um prisma. Fraunhofer teve o mérito de, com a ajuda do novo instrumento (o telescópio associado à rede de difração), ter inaugurado um novo ramo da física e da química, a espectroscopia, que permite identificar substâncias químicas. Fraunhofer observou riscas no espectro da luz do Sol, que revelavam a presença de elementos químicos no Sol, o mais importante dos quais era o hidrogênio, o primeiro elemento da Tabela Periódica, que também existe na Terra (por exemplo, na água, combinado com o oxigênio para formar as moléculas H_2O). Foi graças à espectroscopia que, no século XIX, se descobriu no Sol o segundo elemento da Tabela Periódica, o hélio (este nome vem precisamente da palavra grega para Sol).

Fez em 2015, Ano Internacional da Luz, 200 anos que o físico francês Augustin-Jean Fresnel (1788–1827) descreveu matematicamente as ondas de luz, que se manifestavam na experiência de Grimaldi ou na de Young. Um seu contemporâneo, o francês Siméon Poisson (1781–1840), duvidou dessa teoria, por ela prever, por interferência construtiva, a observação de um ponto luminoso na sombra que se forma por detrás de um pequeno objeto esférico opaco, como a cabeça de um alfinete. O presidente da Academia Francesa, François Arago (1786–1853) fez o que se deve fazer em polémicas semelhantes: mandou que se realizasse cuidadosamente a experiência, que foi conclu-

siva. O ponto existia mesmo e é uma ironia da história que ele tenha o nome da pessoa que duvidou da sua existência: «Ponto de Poisson».

Na mesma época fizeram-se progressos enormes na determinação da velocidade da luz. Já se conhecia, pelas observações do dinamarquês Ole Rømer (1644–1710) e do britânico James Bradley (1693–1762), o valor aproximado dessa velocidade a partir de fenômenos astronômicos (cerca de 300.000 km/s), mas só a meio do século XIX foi possível medir num laboratório terrestre a velocidade da luz. As experiências dos franceses Hippolyte Fizeau (1819–1896) e Léon Foucault (1819–1868), realizadas por volta de 1850 (os dois trabalharam primeiro em conjunto e depois separadamente, usando espelhos rotativos, que desviavam a luz de um espelho fixo para sítios diferentes), mostraram que a luz é mais lenta na água do que no ar, ao contrário do que a teoria corpuscular previa. Era o último prego no caixão da teoria ondulatória de Newton...

Mas uma onda é a propagação de uma perturbação qualquer. O que seria no caso? Fez exatamente 150 anos no Ano Internacional da Luz que o físico escocês James Clerk Maxwell (1831–1879), num golpe de gênio, conseguiu descrever todos os fenômenos elétricos e magnéticos. Ficou então claro o que era a luz. As forças elétricas e magnéticas exercidas à distância podiam, conforme tinha sugerido o inglês Michael Faraday (1791–1867) ser descritas pelo conceito de campo: ora a luz não passava, depois de combinadas as quatro equações de Maxwell do eletromagnetismo (Figura 1.10.), da propagação de perturbações dos campos elétrico e magnético, que neste contexto aparecem sempre associados um ao outro.

$$\begin{aligned}\nabla \cdot \mathbf{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0} \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0 \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} \\ \nabla \times \mathbf{B} &= \mu_0 \mathbf{J} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}\end{aligned}$$

Figura 1.7. As quatro equações de Maxwell.

Cargas em movimento causam não só um campo elétrico mas também um campo magnético, que lhe é perpendicular. A luz era nada mais, nada menos do que onda eletromagnética, isto é, campos elétricos e magnéticos que vibram no espaço, avançando à velocidade da luz. No tempo de Maxwell pensava-se que tinha de haver um meio a suportar os campos — o éter — mas hoje sabemos que não existe éter e que as variações de campo se podem propagar no vazio. Essencial no raciocínio de Maxwell foi verificar que a velocidade das ondas eletromagnéticas, calculada a partir de propriedades elétricas e magnéticas, coincidia com a velocidade da luz determinada por Fizeau. A unificação, conseguida por via matemática, por Maxwell da eletricidade e do magnetismo foi um dos maiores feitos da física. E a confirmação teórica da natureza ondulatória da luz foi um dos seus grandes corolários. A ótica passou a ser uma consequência do eletromagnetismo. Comentou muito mais tarde o Prémio Nobel da Física Richard Feynman (1918–1988):

Numa visão de longo prazo da história da humanidade, visto de, digamos, daqui a dez mil anos, não pode haver qualquer dúvida de que o acontecimento mais significativo do século XIX será a descoberta das leis do electromagnetismo de Maxwell.

A teoria de Maxwell previa a existência de outras formas de luz invisível para além dos infravermelhos e dos ultravioletas. Bastava para as conseguir agitar cargas elétricas de modo adequado num dispositivo que hoje chamamos antena. Essa luz invisível poderia fazer agitar cargas numa outra antena mais à frente. Em 1886, o físico alemão Heinrich Hertz (1857–1894) mostrou, no seu laboratório, que era possível emitir e recolher luz invisível de comprimento de onda muito maior do que os da luz visível.

Essas ondas foram chamadas ondas hertzianas ou ondas de rádio. A sua diferença relativamente à luz visível consistia no facto de ter muito maior comprimento de onda. Parecia agora que a teoria corpuscular de Newton estava morta e enterrada. A ciência de Hertz rapidamente se tornou em tecnologia, quando o italiano Guglielmo Marconi (1874–1937) conseguiu estabelecer comunicações de longa distância usando as ondas hertzianas. O mundo passou a estar ligado à velocidade da luz.

O século XIX, que foi o século da descoberta das radiações invisíveis, não haveria de terminar sem que fossem encontradas duas novas formas de luz, radiação de comprimento de onda mais curto e com maior poder energético: os raios X e os raios gama. Em 1895 o alemão Wilhelm Roentgen (1845–1923) realizava experiências de raios catódicos (que sabemos hoje serem feixes eletrônicos), que são descargas elétricas num tubo de gás.

Descobriu, ficando justamente alvoroçado, que placas fotográficas que se encontravam, convenientemente protegidas, no escuro ficavam impressionadas por uma radiação misteriosa que provinha do choque dos raios catódicos com o vidro. Passaram a ser chamados raios X, embora na Alemanha ainda hoje se chamem raios de Roentgen («Röntgenstrahlung»). Como é que eles tinham impressionado as chapas protegidas? Acontece que os raios X têm a fantástica propriedade de atravessar os corpos opacos. É essa propriedade que permitiu rapidamente o seu uso para a visualização do interior do corpo humano. Roentgen interpôs a mão da sua esposa entre o tubo e a placa e nesta logo apareceram os ossos da mão: o marido estava surpreendentemente a ver o interior da sua mulher! A descoberta dos raios X valeu a Roentgen, em 1901, o primeiro Prémio Nobel da Física.

É curioso referir que o único Prémio Nobel português em ciências, António Egas Moniz, iniciou a sua familiarização com a ciência vendo raios X. No início do ano de 1896 era ele estudante de Medicina em Coimbra quando teve a oportunidade de colaborar com o seu professor de Física, Henrique Teixeira Bastos, na primeira reprodução em Portugal das experiências de raios X, passados dois escassos meses da descoberta daqueles raios por Wilhelm Roentgen na Alemanha. Escreveu ele muitos anos mais tarde sobre as suas experiências com os raios X:

O facto era conhecido, mesmo no vivo, pois nenhuma descoberta teve até hoje aplicação mais rápida e imediata que a de Roentgen. Em Coimbra, porém, não se tinha feito e lembro-me da alegria que tal acontecimento determinou na minha vida.

Os últimos raios invisíveis vieram do núcleo atómico, embora nessa altura este ainda não fosse conhecido. Em 1900, o francês Paul Villard (1860–1934)

detetou uma radiação nuclear, proveniente do rádio, um novo elemento químico que tinha sido identificado pouco antes por Marie Curie, mais conhecida por Madame Curie (1867–1934), em trabalhos que acabaram por lhe valer dois prémios Nobel: um da Física em 1913 com o marido, Pierre Curie (1859–1906), e com o descobridor da radioatividade, Antoine-Henri Becquerel (1852–1908), e outro da Química, sozinha, em 1911. Ainda hoje Madame Curie é a única pessoa que recebeu dois prémios Nobel em duas áreas científicas distintas.

Hoje em dia usamos os infravermelhos, para além dos comandos de televisão, em câmaras que servem para ver no escuro, em termómetros, na análise de obras de arte, em lâmpadas para aquecer os alimentos, etc. Por seu lado, usamos os ultravioletas, para além da fotografia, na deteção de notas falsas, na impressão de circuitos digitais, na esterilização e desinfeção, em certas formas de terapia dermatológica, etc. As ondas de rádio, tal como as micro-ondas podem ser vistas como ondas com comprimentos de onda inferiores a um metro e maiores do que um milímetro. Os raios X são usados em medicina, para diagnóstico e tratamento, nos aeroportos para inspeção de bagagens, no exame de obras de arte, em astronomia (com os detetores a bordo de satélites), etc. Finalmente, os raios gama são usados para tratamentos médicos, para esterilizações, também em astronomia como os raios X, etc.

Se o século XIX foi o século do eletromagnetismo e dos raios invisíveis, o século XX seria o século da teoria dos átomos e da luz: a teoria quântica, que explica a interação entre os átomos e a luz. Em 1900, o alemão Max Planck (1858–1947) avançava com a extraordinária hipótese quântica para explicar o «problema do corpo negro» (Figura 1.8.): a radiação existente num forno (um espaço com paredes a uma temperatura uniforme, que ficou conhecida por corpo negro) tinha de ser emitida e absorvida pelas paredes do forno em pacotes, a fim de se descrever matematicamente a distribuição da potência de luz irradiada por toda a banda de comprimentos de onda, visível e invisível (já atrás se referiu o exemplo da luz emitida pelo Sol, que um tanto paradoxalmente pode ser considerado um corpo negro). A ideia era algo extravagante pois até aí pensava-se que a luz podia ser emitida ou absorvida em qualquer quantidade de energia. Os *quanta* são os pacotes de luz, sendo *quanta* o plural de *quantum*, que significa em latim «quantidade».

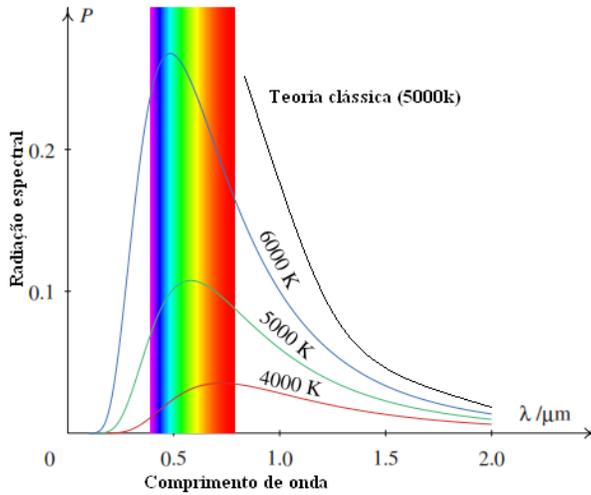


Figura 1.8. Descrição matemática feita por Planck da radiação do corpo negro.
 Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Radia%C3%A7%C3%A3o_espectral.png.

Demorou apenas cinco anos até que o físico suíço nascido na Alemanha Albert Einstein (1879–1955) afirmasse que a luz não só era emitida e absorvida em pacotes como existia em pacotes. Ao tentar interpretar um outro fenômeno estudado no laboratório por Hertz, sem qualquer relação direta com as ondas hertzianas, chegou à conclusão de que a luz é afinal formada por partículas. O fenômeno era o chamado «efeito fotoelétrico». Luz ultravioleta, ao incidir numa placa metálica, conseguia arrancar elétrons, que percorriam um circuito fechado: de certo modo, a energia luminosa era convertida em energia elétrica (Figura 1.9.). O choque da luz com os elétrons só podia ser explicado pensando que um grão de luz batia num elétron. Não interessava tanto a intensidade da luz mas mais o comprimento de onda da luz. Não foi Einstein quem chamou fótons a esses grãos, mas sim mais tarde o químico norte-americano Gilbert Lewis (1875–1946). Einstein chamou-lhes, em alemão, *Lichtquanta* («quantidades de luz»). Ele foi mais longe que Planck ao afirmar que a luz não só era emitida e absorvida em pacotes, mas também existia em pacotes, ou pelo menos manifestava-se em pacotes noutras circunstâncias, designadamente quando interagia em certas condições com elétrons. Einstein ganhou o Prémio Nobel da Física de 1921 devido a essa sua hipó-

tese e não à sua teoria da relatividade, que parte de uma ideia sobre a luz: a invariância da velocidade da luz para todos os observadores. Einstein estava certo quanto à nova natureza corpuscular da luz e agora só faltava conciliar melhor os aparentemente opostos, isto é, desenvolver uma teoria consistente que permitisse explicar o caráter dual da luz.

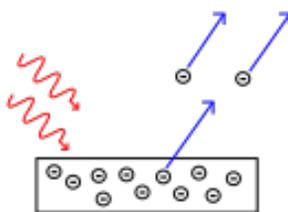


Figura 1.9. Efeito fotoelétrico, interpretado por Einstein.

Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Photoelectric_effect.svg.

A teoria iniciada por Planck e Einstein acabou por fazer o seu caminho. O dinamarquês Niels Bohr (1885–1962) deu um grande passo em frente quando propôs que os átomos só podiam emitir ou absorver luz de alguns comprimentos de onda: a emissão ou absorção de fótons dá-se, respetivamente, quando um átomo passa de um estado excitado para um estado de energia mais baixa ou ao contrário (Figura 1.10.). Conseguiu assim descrever a emissão e absorção de luz por um átomo de hidrogénio e, embora de forma aproximada, de hélio, dando uma base teórica às observações espectroscópicas que vinham do século XIX.

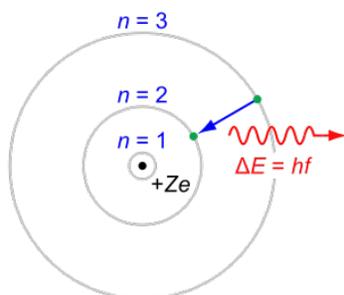


Figura 1.10. Modelo do átomo de Bohr.

Fonte: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bohr_atom_model.svg.

A teoria continuou com a ideia do francês Louis de Broglie (1892–1987), avançada na sua tese doutoral de 1924, da dualidade onda-corpúsculo: tal como a luz, uma partícula material como um eletrão podia ser vista quer como partícula quer como onda. A experiência de Young foi realizada em 1961 com eletrões, confirmando a ideia de Broglie: já foi chamada pela revista *Physics World* «a mais bela experiência de Física».

A teoria quântica acabaria por ficar praticamente pronta em 1926, com artigos no mesmo ano do alemão Werner Heisenberg (1901–1976) e do austríaco Erwin Schroedinger (1887–1961). Os dois usaram técnicas matemáticas diferentes — respetivamente matrizes e uma equação diferencial — mas as descrições conduziam aos mesmos resultados, reproduzindo os resultados mais importantes obtidos por Bohr para os estados possíveis do átomo de hidrogénio. A teoria quântica permite-nos hoje descever a luz e a interação da luz com a matéria. Pode parecer esquizofrénico, mas a luz é, por vezes, partícula — o fóton — e, por vezes, onda. Tudo depende do dispositivo e do modo de observação.

A experiência de duas fendas, realizada em primeiro lugar por Young, pode hoje ser realizada num laboratório escolar com uma fonte laser (o laser, um feixe de luz coerente e monocromática, é uma outra ideia luminosa de Einstein!) de fraca intensidade, que emite fotões um a um. Se esperarmos o tempo suficiente conseguimos detetar, usando aparelhos chamados fotomultiplicadores, que convertem luz em corrente elétrica (um processo algo semelhante ao que se passa com os cones na nossa retina), a chegada dos fotões, um a um, sobre um ecrã, afastado dos dois orifícios. Verificamos que, em cada posição do ecrã, a luz só chega num número inteiro que é o número de fotões, isto é, a distribuição de luz que parecia contínua é afinal discreta. A teoria quântica permite prever o padrão de luz e sombra, a figura de interferência, mas — estranhamente — já não permite prever deterministicamente quando chega um eletrão a um certo sítio. Só permite prever probabilidades. Por que orifício passa a luz? Temos de dizer que passa pelos dois, embora seja emitida e recolhida sob a forma de fotões. Se pretendermos averiguar a passagem de luz num certo orifício, destrói-se com a medida o padrão de interferência, isto é, a coisa observada depende do procedimento do observador. Para Feynman o fenómeno patente na experiência de dupla fenda é «impossível de explicar

de um modo clássico, tendo nele o coração da teoria quântica. Na verdade contém o único mistério [dessa teoria]»² (Feynman, Leighton, & Sands, 2005).

A luz tem, portanto, duas caras: tanto aparece na forma de partícula como na forma de onda. Newton e Einstein têm razão. Como também a têm Huygens, Fresnel e Maxwell. Uma maneira de descrever esse seu comportamento dual consiste em dizer que viaja como uma onda mas é observada como uma partícula ou grão de luz. A teoria quântica permite conciliar esses dois aspectos aparentemente contrários, pois uma onda está espalhada por todo o lado ao passo que uma partícula está localizada num ponto do espaço. Não se olha: é onda. Mas se olha, então já é partícula.

O físico português José Tito de Mendonça, no seu livro *Uma biografia da luz. Ou a triste história do fotão cansado* fala assim da estranha natureza da luz: «Há nomes de pessoas que são estereótipos de esquizofrenia: Ortega y Gasset, Costa e Silva, Cotton-Mouton ou Cohen-Tannoudji, o sábio de Tunes. Dois personagens numa só pessoa. O mesmo dilema se encontra na luz, que não sabe se é onda ou se é partícula. E tem que ser as duas coisas ao mesmo tempo.» (2015).

A eletrodinâmica quântica (QED, do inglês *Quantum Electrodynamics*) que valeu em 1965 o Nobel a Richard Feynman, ao norte-americano Julian Schwinger (1918–1994) e ao japonês Shin'ichiró Tomonaga (1906–1979), que reúne coerentemente a teoria quântica com a teoria da relatividade restrita de Einstein para explicar a interação entre elétrons e luz que se realiza nos átomos e moléculas, é hoje uma coroa de glória da física mais moderna. Ela, para além de proporcionar compreensão aprofundada do dualismo corpúsculo-onda através do conceito de campo quântico, consegue fazer previsões com uma precisão extraordinária. Estamos longe de saber tudo sobre a luz, mas sabemos bastante.

² Tradução livre do autor.

Referências

- CALADO, J. (2015). *Haja Luz! Uma história da química através de tudo* (3.^a ed.). Lisboa: ISTPress.
- FEYNMAN, R. (2015). *QED - A estranha teoria da Luz e da matéria*, Lisboa: Gradiva.
- FEYNMAN, R., Leighton, R. B., & Sands, M. (2005). *The Feynman Lectures on Physics* (2.^a ed.). Boston, Massachusetts, EUA: Addison-Wesley.
- MENDONÇA, J. T. de (2015). *Uma biografia da luz. Ou a triste história do fóton cansado*. Lisboa: Gradiva.
- SIMONYI, K. (1990). *Kulturgeschichte der Physik*, Thun_Frankfurt am Main: Harri Deutsch.
- SABRA, A. I. (2003, Sep.-Oct.). Ibn al-Haytham. *Harvard Magazine*. Consultado em 1 de out. 2015. Disponível em <https://harvardmagazine.com/2003/09/ibn-al-haytham-html>.
- WEISS, R. J. (1996). *A Brief History of Light and those that lit the way*. Singapore: World Scientific.

MÁRIO SANTIAGO DE CARVALHO

ORCID: 0000-0002-8257-9962

Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

mscarvalho@fl.uc.pt

CAPÍTULO 2 À LUZ DA FILOSOFIA

IN THE LIGHT OF PHILOSOPHY

RESUMO: «À luz da Filosofia» expõe sucintamente algumas conexões possíveis, sobretudo ontológicas e antropológicas, dos temas da luz e da filosofia. À pergunta inquietante de como pôde o Homem moderno, dominado pelo excesso de luz, experimentar alguma cegueira que conhecemos hoje em dia, responde-se com as possibilidades críticas da negação, a experiência assaz humana da treva.

Palavras-chave: Luz, Filosofia, Homem, Conhecimento, Racionalismo, Teologia negativa

ABSTRACT: «In the light of Philosophy» briefly follows the interrelation between «light» and «philosophy», mostly in its ontological as well as anthropological motives. By asking how the excess of light in European Rationalism also blinded one's mind, the decisive or nagging dimension of negation — the human experience of darkness — is invoked.

Keywords: Light, Philosophy, Man, Knowledge, Rationalism, Negative Theology

A luz metonimiza a filosofia. Dizer «filosofia» equivale quase a expor todas as formas do lexema «luz», como «luminosidade», «iluminação», mas também todos os seus efeitos ou horizontes, como «clareza», «evidência», «clarividência», etc. Contudo, na situação em que nos encontramos hoje, urge concitar o seu dialético antónimo, a experiência da iluminação conferida pela treva. Terminarei, por isso, com uma referência à «treva luminosa» — o que em figuras de estilo consiste em substituir a metonímia pelo oxímoro — proposta que considerará o momento sombrio em que nos encontramos — quiçá de uma luminosidade tenebrosa — como um resultado da entrada do Homem na história da luz.

Dois motivos de outras tantas obras do século XIX, as quais, nada têm a ver com a matéria em que estamos a entrar, podem balizar a exposição que se segue. Refiro-me a *Die Welt als Wille und Vorstellung* (Leipzig, 1819) e *Enten-eller* (Copenhaga, 1843). O primeiro título (normalmente traduzido por *O Mundo como Vontade e Representação*), da autoria de Arthur Schopenhauer, possibilita-me convocar uma velha ideia de que a luz é tudo quanto há, não obstante poder ser conhecida apenas pelas suas manifestações. Posto perante a possibilidade de não se poder conhecer o interior das coisas — a «Coisa em si», dito à maneira de Kant — Schopenhauer preconiza a possibilidade do conhecimento das suas manifestações; algo assim como se eu dissesse que, não podendo conhecer Camões, posso sempre conhecer *Os Lusíadas*. A segunda obra, escrita por Søren Kierkegaard, serve aqui para frisar que «o interior não é o exterior», que a aparência e a realidade não coincidem. O narrador da obra, Victor Eremita, relata a seguinte história, alegadamente na origem de *Ou...Ou* (numa possível tradução do título dinamarquês): numa escrivãzinha em segunda mão, da qual terá sido aberto, à força, um painel secreto, descobrem-se uns manuscritos inéditos de duas pessoas, A e B; este é um juiz (Assessor i Retten) chamado Wilhelm, defensor de uma vida ética (af ethisk Indhold), o outro, A, ficará para sempre anónimo. Atraída pelo erotismo do *Don Giovanni* de Mozart, a personagem A estaria sempre a esconder-se, atrás de máscaras, numa autoilusão permanente, como num jogo de caixas chinesas (den ene Forfatter kommer til at ligge inden i den anden som Æsker i et chinesisisk Æskespil), revelando-nos dessa feita que o ser humano também é um ser sombrio.

Desde os alvares da filosofia que Parménides, que seria um monista (nisto em conformidade com o futuro texto de Schopenhauer), nos diz, no seu *Poema*, que a realidade é indivisível, que tudo está cheio do que é (fragmento 8). E continua: retirando os véus das faces e abandonando a mansão da noite, as filhas do Sol conduzem o poeta/filósofo para a luz (*eis pháos*) revelando-lhe que as aparências se assemelham ao ser. Que belo elogio deste milagre poderoso que é a aventura do pensamento ocidental! Na realidade, nesta perspetiva, não existe verdadeiramente aparência porque o ser esgota o que é, e quem não vê senão aparência encontra-se equivocado, deambulando pelo mundo da opinião. Mesmo Heraclito, referindo-se ao «fogo» (fragmento

30), descreve o seu devir como ordem (*kósmos*), que com medida (*metra*) se acende e com medida se extingue. Nada nos impede de dizer que toda a nossa cultura ocidental — aquela que deriva do nascimento auroral da Magna Grécia — é preenchida por esta ideia, a convicção, ou porque não dizê-lo mesmo, a *crença*, de que o que há ou existe aí é inteligível, verdadeiro, quer dizer, capaz de/da verdade.

Foi sobretudo na figura lexical da luz que esta formulação se apoiou e se desenvolveu. O Ocidente é um efeito da luz. De Platão ou Plotino a Goethe — numa tradição designada por «metafísica da luz» — subsiste a convicção de que a luz pode ser uma boa metáfora para a inteligibilidade, para o olhar que se esforça por ver claro, com evidência — seria inevitável que o olhar e a luz não se associassem irrefragavelmente, conjugação que se impõe sobretudo desde Platão e Aristóteles —, e até para designar a própria realidade. O motivo comparece antologicamente num texto soberbo e quase genesiaco dos alvares do século XIII, da autoria de Roberto Grosseteste (Grosseteste, 2012). Sem termos tempo de comentar o majestoso início deste *Tratado da Luz* retenhamos uma sua lição: a luz não é uma forma derivada, é a própria corporeidade, tudo quanto é. Apesar de alguma linguagem aristotélica, coube ao neoplatonismo garantir a ideia de continuidade inerente a este monismo, mas também o correspondente vetor da degradação (saturação, intensificação, rarefação, etc.). Enfim, para o continuísmo, sempre que a luz se acende — e a tal milagre ela jamais pode furtar-se — clareza e inteligibilidade impõem-se *ipso facto*.

O problema é que o ser humano também experimenta esta imposição de forma traumática ou cética. O Homem ocidental nem sempre é um efeito da luz. Em tais ocasiões, ele buscou por isso, uma solução cognitiva ou salvífica, investindo no motivo do «desvelamento», ideia aliás facilitada pela etimologia grega, constantemente explorada, *phaós/phainomai*. Com a colonização da luz pelo ser humano passa-se de um registo ontológico para outro, mais antropológico, e a conseqüente identificação luz/Homem levou à invenção de uma antropodiceia. Esta inevitável intromissão teve vários momentos de crise, não sendo o menor deles, a ousada crítica de Goethe a Newton, pelo facto de este ter quebrado o romantismo da unidade da luz, restituindo-a assim ao seu terreno próprio, a Natureza, a Física.

A qualquer crise na antropologia da luz, isto é, à incidência do perigo no ser humano, ou se procurou responder por um investimento na transcendência — experiência traduzida por Agostinho de Hipona no século IV no diálogo de juventude *Contra os Acadêmicos* — ou por um investimento na imanência — tal como o percebemos nos principais motivos modernos do imprecisamente chamado «crescimento axiológico da humanidade»: filantropia, sentimento, paixão, história, civilização, progresso, depois ostensão, coerência, logicismo. O motivo da transcendência substituiu a crença arcaica no absoluto da inteligibilidade pela inteligibilidade do absoluto, acentuando-se a Verdade como o último horizonte do Humano. Já o motivo da imanência deslocou o absoluto para o Homem, propondo o tribunal da Razão e a mais fria Lógica como os seus últimos horizontes. Afinal, em ambas as soluções, coube à luz dirigir a viagem, metamorfoseando-se vezes sem conta em Verbo, Amor, Libertação, Política, Espírito, Natureza, Deus, Ser. Lembrarei apenas como, no Renascimento, Nicolau de Cusa nomeia Deus como *lux impermiscibilis, lux inacessibilis*; como, no Racionalismo (e vamos repetir-nos), Newton (*Regulae philosophandi*) incitará a ver a luz não na Razão, como queria Descartes, mas na Natureza; por fim, e consequentemente, porque afinal fechando o círculo Descartes/Newton, como, no Romantismo alemão, a refração do Espírito que se realiza na Natureza há de prolongar-se até ao século XX, e.g. na clareira (*Lichtung*) heideggeriana.

Descortinar a presença sinuosa e não consensual do Homem na história da Luz, eis o que se poderia escandir no seguinte ritmo ternário. [1.º] Platão, na *República* (508c), comparando o poder da visão ao Sol — este, chamado «filho do Bem» — reconhece que na luz se conhece mais facilmente do que nas trevas; mais adiante, aludirá (521c), precisamente em contraste, ao jogo do caco (*ostrakínda*), o nosso conhecido «cara ou coroa», em grego dito porém, *nyx* e *heméra* (= noite ou dia, branco ou preto); assim concluirá que, elevar-se até aos deuses ou à verdadeira realidade/filosofia, não é tão fácil como jogar o cara ou coroa! Por isso [2.º], e dada também a mesma raiz de *phantasia* (imaginação/apresentação) e de *phaós* (luz), Crisipo (SVF II 54) teorizará um mútuo *páthos*, dito (em linguagem mais moderna) do sujeito e o do objeto, mas mais daquele do que deste:

A apresentação (*phantasia*) é uma afeção (*pathos*) produzida dentro da alma e que se manifesta ao mesmo tempo a si própria e ao objeto que a provocou. Quando por exemplo percebemos o branco através da vista, a afeção é o que se produz dentro da alma, em consequência da visão...

Para o último movimento do ritmo [3.º] teremos de atravessar o Mediterrâneo, na direção inversa à que desgraçada ou desumanamente assistimos hoje em avassaladoras imagens televisivas. Refiro-me à sobreposição dos motivos Deus/Luz/Amor (1Jo 1, 5) que encontramos nos textos bíblicos de língua grega, ou também à sua deriva, como quando v.g. João Escoto Eriúgena (*De praedestinatione* 18, 9) diz que a luz só pode ser percebida por um homem *spiritalis et liber*, espiritual e livre. A monoteologização da luz — patente em ditos como «Deus é luz e nele não há obscuridade» (*o theós phos estin kai skotía en auto ouk éstin oudemía*) — devém indissociável da ação/conversão — política ou soteriológica, para nós aqui é o mesmo — que sobre o ser humano a Luz deve exercer: «Vós sois a luz do mundo [*tò phos tou kósmou*] [...] brilhe a vossa luz [*lampsáto tò phos*] diante dos homens...» (Mt 5, 14–16); ou: «... escrevo-vos um mandamento novo [...] porque as trevas passaram e já resplandece a verdadeira luz [*tò phos tò alethinón... phaínei*]. Aquele que diz que está na luz [*to photi*] e odeia seu irmão ainda está na obscuridade [*skotía estín*].» (1Jo 2, 8–11).

O segundo momento que enumerámos, do estoico Crisipo (300 a.C.), é determinante, mas não é o único. Se ele significa que o problema da luz se decide no aprofundamento ou na problematização do que é o ser humano mediante a investigação sobre o modo como ele conhece, o terceiro momento agrega o conhecimento da luz, dita transcendente e divina, ao esforço na/da libertação do Homem. A maior ou menor aproximação do Homem à Luz é fundamental, dado o investimento na intersubjetividade, fundadora do político, e a acentuação na produtividade, geradora da técnica. Ambas podem radicar na metamorfose da luz que encontramos nos inesperados termos grego e latino (*lógos* e *verbum*, respetivamente). Às 24.^a e 26.^a palavras do *Génesis*, i.e. ao equivalente hebraico de luz ('wor: resplandecer, iluminar), coube o papel de personificar o poder plástico da palavra, entre o *Génesis* e o conceito joanino do *Logos pancreator*. Esta é uma história que acompanha o Ocidente desde o

Pseudo-Beda do *De sex dierum creatione* (séculos XI–XII) até ao Iluminismo do século XVIII que, neste particular, conhece a sua foz em todas as ciências da suspeita sobre a linguagem ou a ação. Depois de Agostinho de Hipona (*Conf.* XIII 34, 49) ter feito uma demorada exegese da intensidade da *dilectio* como condição necessária para que a luz que liberta da prisão do corpo seja intuída (*Conf.* XIII 14, 15), de Boaventura a Descartes, ou a Leibniz, a palavra latina *lumen* caberá, toda ela, no registo antropológico, no Homem interior. É o soberbo tema da iluminação interior que há de chegar a identificar-se com o Homem — o Homem racional — na luz da razão; esta determinará todas as complexas variantes regionais europeias da Iluminação ou do Iluminismo, da *Aufklärung*, do *Enlightment*, *le siècle des lumières*, *el siglo de las luces*.

Em *Balada das Descobertas*, Sérgio Godinho canta que «o lugar mais escuro é sempre debaixo da luz». Por outras palavras, sob o seu excesso tudo é escuro, nada se vê. É algo assim como se o amor da evidência — o amor inscrito na evidência, como sublinhava Fernando Gil — se esgotasse, experimentando a sua cegueira de míticas origens humanas, demasiadamente humanas. Mesmo que este amor não seja alheio às raízes arcaicas e regressivas próprias do «modelo mágico da evidência» que é a evidência do amor, também lemos o tempo que vivemos neste século XXI como o resultado da coincidência entre o excesso de luz e a alucinação. Esta última é a privação do entendimento ou da razão, o próprio desvario de um ser que o excesso de luz cegou. Sem também aqui termos espaço de aprofundamento, fiquemo-nos pela alusão à obscenidade inerente a toda e qualquer declinação ética/humana, qual a da decisão política criminosa fundada no interesse de uma ideologia que se imagina baseada na ciência; qual a de um qualquer totalitarismo assente numa ideia desenvolvida em coerência e sentido lógico estritos, após a redução da verdade à coerência, ou o rompimento da lógica com as condições da realidade, do perdão ou da contingência humana.

Um antídoto possível para a obscenidade de um palco iluminado que nos cega, passa pela força crítica e incómoda da negação, da vigilância, do movimento reiterado da interrogação, da compreensão e saber despojados de poder (*pace* Francis Bacon). De certa maneira, no século V/VI, mediante o oxímoro da «treva luminosa», o monge sírio Pseudo-Dionísio Areopagita exprimiu algo que aqui podemos considerar angular. Tal como o fascínio da luz é

um arcaísmo antropológico, também o é a oposição luz/trevas. Encontramo-la como constantes no taoísmo chinês, no mazdeísmo, no gnosticismo, como no maniqueísmo, no próprio judaísmo até aos textos do Qumran. Entre Sócrates e Nicolau de Cusa, este desafio recebeu o nome de «douta ignorância». Recorrendo à imagem do «artista que esculpe uma estátua ao natural, desbastando todas as excrescências que entravam a contemplação pura da figura oculta», o pensador sírio soube enunciar o trabalho sempre inacabado da «verdadeira observação e conhecimento». Eis a sua palavra programática, à luz da filosofia: com a disciplina do poder crítico e construtor da negação (*aphairesis*), com a qual a «treva (*gnóphon*) mais que luminosa (*hyperphoton*) [...] faz aparecer a beleza escondida» (Carvalho, 1996), poderá o ser humano calcorrear, enfim, o palco da vida. Não ébrio de luz, mas vigilante, permanentemente no seu encaço, de pé... sabendo-se incapaz de a exaurir.

Referências

- CARVALHO, M. S. de (1996). *Pseudo-Dionísio Areopagita. Teologia Mística* (M. S. de Carvalho, Trad. do grego e Estudo Complementar). Porto: Fundação Eng. António de Almeida.
- GROSSETESTE, R. (2012). *Tratado da luz e outros opúsculos sobre a cor e a luz* (M. S. de Carvalho e M.^a da Conceição Camps, Trads.). Edição bilingue latim-português, com introdução e notas de M. S. de Carvalho, sobre a edição latina de *De luce e De colore* por C. Panti. Porto: Edições Afrontamento.

A. M. AMORIM DA COSTA

ORCID: 0000-0001-8554-7192

Departamento de Química da Universidade de Coimbra

acosta@ci.uc.pt

CAPÍTULO 3

AS FORÇAS CRIATIVAS E SALVADORAS DA LUZ

THE CREATIVE AND SAVING FORCES OF LIGHT

Versão alargada do texto publicado em *Rua Larga*, n.º 44 de outubro de 2015

RESUMO: A transcendência da luz, aquilo que ela é para além do fenómeno físico e natural bem caracterizado em termos de uma radiação eletromagnética, o que nela há, para além da razão e da experiência, seja no campo da religião, seja na esfera do idealismo subjetivo, é um arquétipo cognitivo que é possível percecionarmos de mil e um modos, como o afirmou René Descartes. Ela é a vida de Deus na alma do homem.

Palavras-chave: Luz, Deus é Vida

ABSTRACT: Besides its physical nature as an electromagnetic radiation, following Descartes' philosophy, light can be perceived in the sphere of a subjective idealism, as a cognitive archetype assuming a great amount of possible characterizations. It is God's Life in the living beings.

Keywords: Light, God is Life

3.1. Os cones ou pirâmides da luz

«A Luz é o que, sem se ver, faz ver e não se pode agarrar com todos os dedos de todas as mãos»

Pedro Paixão, in *O Mundo É Tudo o que Acontece* (2008, p. 213).

«Não se vê e faz ver...». Será por isso que se pode e deve falar da Transcendência da luz? Transcendência ou Metafísica? Falar da **Transcendência da Luz**

será tentar referir **a sua visão não-física**, será «olhar» para a Luz para além do domínio da Física, explorando as possibilidades das suas forças criativas e salvadoras que a experiência nos permite intuir e sentir, mas que estão para além de toda a experiência possível. Na cerimónia de abertura do Ano Internacional da Luz, a 19 e 20 de janeiro do ano 2015, em Paris, o cardeal Gianfranco Ravasi, Presidente do Conselho Pontifício da Cultura, falou sobre essa transcendência referindo-se à «luz, como um símbolo religioso, entre a imanência e a transcendência». Impossível repetir aqui o teor de quanto disse. Tentaremos abordar o mesmo assunto, sem tentar sequer seguir o mesmo rumo.

No domínio da Física, a essência da Luz é ser uma radiação eletromagnética, cujo comprimento de onda se situa na região do visível do espectro eletromagnético da radiação, a chamada «luz visível», e também nas regiões do infravermelho e do ultravioleta do mesmo espectro para a assim chamada «luz invisível» (de Broglie, 1940). Mas que há nela para além desta realidade física? Que há nela para além de toda a experiência possível?

Não queremos confinar-nos aqui ao «Transcendente» como a visão aristotélica de Deus, princípio criador de todas as coisas, o motor-primeiro de tudo quanto se move, uma autoconsciência externa ao mundo; nem tão pouco ao conceito judaico-cristão de Deus como um ser externo ao mundo e que ele próprio criou a partir do nada (*creatio ex nihilo*). Fazê-lo seria simplificar por completo uma questão que é demasiado complexa para poder ser confinada em tão afirmativos, mas redundantes, parâmetros (de Broglie, 1940).

Afirmar a sua transcendência, o transfenomenal que há na luz, aquilo que nela está para além do escopo da razão e da experiência, seja no campo da religião, seja na esfera do idealismo subjetivo, será afirmar com René Descartes (1596–1650), o progenitor da filosofia moderna e um dos filósofos naturais que mais se preocuparam com a caracterização física e metafísica da luz (Descartes, 1632–1633), que ela é um arquétipo cognitivo que é possível percecionar de mil e um modos.

Um destes mil e um modos possíveis de percecionar o arquétipo cognitivo da luz é a visão da luz afirmada e aceite por grande número de alquimistas. Sem ignorar que a alquimia está muito associada a práticas obscuras e muitas vezes altamente interesseiras e falaciosas na tentativa de transmutar os metais vis em ouro e prata, por um lado, e encontrar um remédio para todas

as doenças que seja simultaneamente, um elixir de longa vida e eternize o ser humano, tinha como filosofia básica que para conseguir o seu objetivo o homem teria de se transformar um pouco no próprio Deus que só Ele possui o poder necessário para o fazer. Para cumprir tal objetivo, nem a filosofia em que se apoiava, nem muitas das práticas a que recorria se ficavam pelo que é puramente material. Transformar o homem em Deus ultrapassa o mundo material e entra no domínio do espiritual, negando todos os cânones da ciência positivista. Daí, que mais que uma ciência, a alquimia deva ser tida como uma filosofia de vida, tornada verdadeiro ascetismo. Nem por isso se pode negar que muitas das práticas laboratoriais, mesmo quando não inteiramente ortodoxas, a que para tanto recorreu ao longo da história foram um grande contributo para o desenvolvimento da ciência, em particular a ciência química e a medicina.

Neste particular, se devem considerar a visão da luz consagrada em grande número dos escritos e afirmações da autoria de alguns dos mais notados alquimistas. Como exemplo deixaremos aqui uma breve reflexão sobre os ensinamentos de Robert Fludd (1574–1637) no seu *Os Dois Mundos* (Fludd, 1617, 1619), escrevendo sobre as forças criativas e as forças salvadoras da luz, e também, algumas reflexões da autoria de Salomon Trismosin (segunda metade do século XV), mítico alquimista, alegadamente um dos mais influentes mestres de Paracelso, quando escreveu explicitamente sobre o «trabalhador da luz», o alquimista, umas décadas antes do aparecimento de *Os Dois Mundos*, no famoso tratado *Splendor Solis*, publicado em 1582, cuja autoria lhe é atribuída.

Começemos por Robert Fludd sobre as forças criativas e as forças salvadoras da luz. Para Fludd, estas forças são, umas e outras, os grandes princípios da luz e da escuridão, e podem ser representadas por dois cones ou pirâmides que se intersejam: um, a pirâmide «formal» dos raios da luz divina, um cone em posição invertida, com a base assente no «Empíreo Divino» e o vértice, em baixo, na Terra; o outro, a pirâmide «material», a pirâmide da luz material, com a base na Terra, apontando para Deus, com o vértice tocando o empíreo celeste (Figura 3.1.).

Robert Fludd diz ter sido ele próprio quem inventou estas formas diagramáticas das pirâmides ou cones da luz. Todavia, não há dúvidas que elas se

baseiam em diversas teorias óticas da Antiguidade e da Idade Média. Na zona de interseção destes dois cones ou pirâmides da luz, com um formato losangular, bem no centro, está o próprio Sol, uma esfera cuja natureza balança entre os opostos, o espírito e a matéria, o masculino e o feminino, o enxofre e o mercúrio.

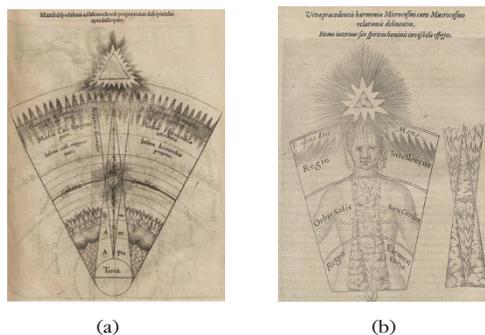


Figura 3.1. (a) Pirâmide «formal»; (b) Pirâmide «material».

Fonte: Fludd, R. (1617). *Utriusque cosmi maioris scilicet et minoris metaphysica, physica atque technica historia in duo volumina secundum cosmi differentiam divisa*. Oppenheim: aere Iohan-Theodori de Bry typis Hieronymi Galleri.

Com o Sol no centro das pirâmides da luz, a luz que emana do poder criador de Deus é a luz que tudo puxa para o mesmo Deus, com o Universo nela totalmente mergulhado na sua dupla centralidade, a Terra rodeada pelo Sol, a lua, os planetas, e o próprio Sol situado a meio caminho entre a Terra e o empíreo celeste, a região do divino onde se encontram as estrelas fixas, a região da harmonia matemática e musical. É a consagração da doutrina de Platão (427–347 a.C.) na sua «Metáfora do Sol»: o Sol é a própria Luz da verdade, ao qual todos nós, prisioneiros numa caverna onde o que contemplamos não passa de meras sombras da verdadeira realidade, devemos expor-nos se queremos libertar-nos das correntes da escuridão e do mundo que é apenas o mundo das aparências. O Sol é a fonte de toda a iluminação, a Forma do Bem, metáfora da natureza da realidade última (Platão, 387–367 a.C.). O Fogo que o constitui, como já Heráclito (~535–475 a.C.) o afirmara, é como o elemento unificador da diversidade e revelador da inteligibilidade das coisas.

Fonte de luz, o Sol é fonte de vida. Assim o considerou e assim o usou Fludd ao pô-lo no centro da área de interseção dos cones da luz, o descendente e o ascendente. Na posição central dos dois mundos que pormenorizadamente descreveu na sua obra *Os Dois Mundos*, o sol é a fonte donde emana a luz e o espírito da vida. O seu movimento circular é a causa do movimento de circulação contínua que se observa no sangue, levando o espírito a todas as partes do organismo. Levado por esta sua crença mística na circulação do sangue que leva a todas as partes do organismo vivo o espírito da vida que jorra da luz, como o afirmou na sua *Anatomiae amphitheatrum* (Fludd, 1623), anos antes de Harvey a descobrir e descrever pormenorizadamente, com base nas minuciosas dissecações que realizou e publicou em 1628, no seu *De motu cordis* (Harvey, 1628).

A mesma crença mística, levou Robert Fludd a criticar constantemente Aristóteles, Galeno e o ensino Escolástico das Universidades. No seu misticismo, acreditava profundamente que a Bíblia sagrada era o grande recetáculo das verdades eternas e dos grandes mistérios que não conseguimos detetar através dos nossos sentidos. Grande admirador de Paracelso (Debus, 1977), ele procurou compreender as verdades divinas que encontrava nas Sagradas Escrituras através da analogia entre o Macrocosmo e o Microcosmo, e as relações de simpatia e antipatia que entre ambos existe, devotando especial interesse aos elementos que entram na constituição de todas as coisas.

Tomando à letra a narração do primeiro capítulo do livro do Génesis, nela encontrou evidência para a existência original apenas da *Escuridão*, da *Luz* e da *Água* que para ele seriam os verdadeiros elementos de que todas as coisas seriam feitas. Os *tria elementa* da Natureza não seriam o *Mercúrio*, o *Enxofre* e o *Sal* da doutrina de Paracelso. Muito menos os quatro elementos da filosofia de Aristóteles, a *Terra*, o *Ar*, o *Fogo* e a *Água*. Todos estes poderiam, quando muito, ser tidos como elementos secundários. Nestes, Fludd tinha por demasiado evidente que as duas qualidades sensoriais que justificam, respetivamente, o Fogo e a Água, o calor e o frio, não teriam outra causa que não fosse a Luz e a Escuridão. E relativamente ao *tria prima* de Paracelso, a Escuridão seria a matéria-prima do Sal; a Luz, a matéria-prima do Enxofre; e a Água, a matéria-prima do Mercúrio. Por sua vez, seriam estes, numa lógica oposta à defendida pelos aristotélicos, que produziriam as qua-

tro qualidades sensoriais justificativas dos quatro elementos, o calor, o seco, o húmido e o frio.

Os muitos diagramas com que Fludd ilustra a sua cosmologia alquímica no *Os Dois Mundos* dão-nos disso elucidativa visão. Em 1623, Patrick Scot, escudeiro do Rei James I da Inglaterra e tutor do Príncipe herdeiro, publicou um tratado sobre *The Tillage of Light, or a true Discoverie of the Philosophical Elixir, commonly called the Philosopher's Stone* (Scot, 1623) em que atacava frontalmente a possibilidade da existência da Pedra Filosofal. Robert Fludd, respondeu a este escrito com o manuscrito *Truth's Golden Harrow*, não impresso em vida do autor, e que só em 1948 foi tornado público (Debus, 1977). Nele, Fludd para justificar a existência do elixir que dá continuamente vida a novos metais por transformação dos já existentes, recorre à estreita relação da luz com o espírito vivificador e criador de todas as coisas, e é das forças criativas da mesma luz que tira as principais razões para toda a sua argumentação.

Sobre estas forças criativas da luz e o seu espírito vivificador referidos por Robert Fludd num contexto de ardente misticismo, merece citar-se aqui um texto da autoria de Vicente Coelho de Seabra (1764–1804), o químico português autor dos *Elementos de Chimica* (de Seabra, 1788, 1790). Na sua *Dissertação sobre o Calor* (de Seabra, 1788), tratando da natureza do Calor, do Fogo e da Luz, seguindo Macquer, Fourcroy e Lavoisier, no âmbito da Filosofia Natural, numa nota introdutória ao assunto, referiu-se Vicente de Seabra à luz como a «Alma do Universo», concretizando:

a observação mostra a grande influência da luz em todos os Reinos da Natureza: de sorte que chego a pensar que os Reinos organizados não poderiam existir, faltando-lhes a luz. O Reino mineral seria muito limitado (...) e ninguém ignora a espécie de sensibilidade, ou atração, que as plantas têm com ela; procurando-a com suas folhas, extremidades e flores. Todos sabem que as plantas sem o contacto da luz não vegetam, nem produzem, e todas morrem: sem ela, elas não produzem substância alguma combustível, não dão óleo, nem resinas, não são odoríferas. O contrário sucede àquelas que são expostas à ação da luz, e fazem-se tanto mais fructíferas, odoríferas e balsâmicas, quanto mais expostas nascem aos ardores do Sol (de Seabra, 1788, p. 9).

3.2. O *Splendor Solis* do quase lendário *Salomon Trismosin*

Um dia perguntaram a Miguel de Unamuno: «qual a melhor Universidade do mundo?» ao que ele respondeu sem hesitar «uma que disponha de uma cadeira de Alquimia». Para além da ciência, entrelaçando o positivo com o que está para além de toda e qualquer verdadeira ciência, a alquimia é, como já alguém o disse, «uma química transcendental». Faz pois sentido, referir aqui algo que se possa dizer da «alquimia da luz». No seu objetivo de conseguir em curto espaço de tempo o que a Natureza demora anos e anos a fazer, e não sendo possível realizá-lo senão por recurso a forças verdadeiramente divinas, para além de tudo quanto podem as forças da física natural, a missão da Alquimia é, de facto, uma missão transcendente. Falar da «alquimia da luz» é muito mais que considerar o seu carácter espiritual. Para a alquimia, o visível é o reflexo do invisível. No que à luz diz respeito, o seu objetivo último é criá-la a partir do aspeto original de toda a criação, transformando o Fogo que no organismo humano, homem e mulher, é de natureza sexual em Iluminação de consciência.

O alquimista é um *Trabalhador da Luz*: inicia a sua caminhada da sombra para a luz perfeita. Num primeiro estágio, pela chamada operação negra, o *Nigredo*, a matéria-prima dissolvida e putrefacta, tratada pelo calor e pelo fogo, numa operação tida por operação branca, o *albedo*, é purificada por ablução com a *aqua vitae*, tornando-se na luz da lua, associada à prata e ao poder feminino. Depois, através da chamada operação amarela, a *Citrinitas*, os metais transmutam-se em prata e ouro, ou da luz da lua, passiva, em luz solar e ativa. Num último estágio, a operação vermelha, a *Rubedo*, produz-se a Pedra Filosofal. É o culminar da Obra ou do Casamento Alquímico (Josten, 1949), onde a luz é plena, um estado de total autoconhecimento e pura transcendência. Em cada etapa, o operador da obra resgata uma parte da sua sombra, que nele habita inconsciente e oculta.

No culminar da Obra, o homem e a mulher atingem todo o seu esplendor. Em total autoconhecimento, a luz jorra de um e de outro, por graça de Lúcifer, o portador da luz, o mais poderoso, belo e sábio ser criado por Deus logo no primeiro dia da criação, mas que renegou o seu Criador, a quem tentou usurpar o trono, tendo sido por Ele exilado para as entranhas e os abismos

das trevas. Dele fala Isaías referindo-o como a estrela da manhã, filha da alva, que debilitava as nações até ter sido lançada por Deus para as profundezas da terra (Isaías, XIV, pp. 12–15). Reabilitado, retornou à sua pristina natureza de Anjo da sabedoria e portador de luz, como o seu próprio nome o diz. Ele é a própria regeneração do homem caído no Jardim Terreal.



Figura 3.2. (a) *Splendor Solis*; (b) *Splendor Solis*.

Fonte: (a) Harley, Ms. 3469; (b) Harley, Ms. 3469, ff.17v, 18r.

Em termos alquímicos, a luz é a vida de Deus na alma do homem. Assim o poderemos concluir com o autor do *Splendor Solis*, o «Esplendor do sol» (Figura 3.2.), editado nos anos de 1532–1535 e cujo autor se crê ter sido o lendário *Salomon Trismosin*, alegadamente mestre de Paracelso. Considerado o mais magnífico tratado de alquimia de sempre, Thomas Hofmeier rotulou-o como a quinta-essência de todo o procedimento alquímico. O volume contém 22 figuras rodeadas de motivos florais e animais que são devida e pormenorizadamente descritos e explicados no texto, relatando os diversos passos de todo o processo alquímico. Passo a passo, todo este é dominado pelo esplendor do sol, «a luz das luzes», até se chegar à Pedra Filosofal, o símbolo da iluminação divina e a obra mestra de todo o trabalho operativo que regenera por completo a alma, conferindo-lhe a vida eterna, em comunhão com a vida do próprio Deus (Hedesan, 2015).

É o regresso ao princípio proclamado na *Tábua de Esmeralda*: o Sol é o Pai e a Lua é a Mãe; da união da Luz dos dois nasce a Vida. Para a alquimia, a luz é pois, a poderosa metáfora que significa verdade, bem, razão, compreensão, vida perene; ela é a energia primitiva com que tudo começou. Por isso o arquiteto Gustavo Avilés, na abertura do Ano Internacional da Luz, em Paris, no dia 19 de janeiro de 2015, dela pôde dizer «a luz é o ato sexual entre o Céu e a Terra». De igual modo, o cardeal Gianfranco Ravasi, na mesma cerimónia, pôde concluir a sua comunicação dizendo: «a luz não é Deus, mas Deus é luz».

E o Homem formado por Deus do pó da terra, insuflando-lhe pelas narinas o sopro da Vida (Gen. II, 7), criando-o à Sua imagem (Gen. I, 27), é também ele, na sua essência, feito de luz, com um mecanismo que a torna, em cada instante, Vida. Como o diz a mesma Bíblia, agora pela boca do evangelista S. João, no princípio existia o Verbo; por Ele é que tudo começou a existir, e sem Ele nada foi criado. N'Ele estava a Vida e a Vida era a luz dos homens (Jo. I, 1–4). Quando a luz se apaga, a vida acaba; o homem morre.

Numa palavra, a luz é o poder criador de Deus. Esta é a sua transcendência. Parafraseando uns versos de Guerra Junqueiro na sua *Oração à Luz*, podemos concluir: tudo é o que é porque o que é o deve à luz, «esta carne, este sangue, esta miséria e este ideal imortal que nos conduz» (1904, p. 47).

Referências

- DE BROGLIE, L. (1940). La théorie electromagnétique de la Lumière. In L. de Broglie, *Une nouvelle théorie de la Lumière*, Tome premier: La Lumière dans le vide (pp. 7–33). Paris: Hermann et cie.
- DE SEABRA, V. C. (1788). *Dissertação sobre o Calor; oferecida ao Sr. José Bonifácio de Andrada e Silva*. Coimbra: Imprensa Real da Universidade.
- DE SEABRA, V. C. (1788, 1790). *Elementos de Chimica*, Parte I (1788); Parte II (1790). Coimbra: Real Officina da Universidade.
- DEBUS, A. G. (1977). The synthesis of Robert Fludd. In A. G. Debus, *The Chemical Philosophy-Paracelsian Science and Medicine in the XVth and XVIIth Centuries* (pp. 205–293). New York: Science History Publications.

- DESCARTES, R. (1632–1633). *Mundo ou Tratado da Luz* (edição póstuma). Leiden: Imp. Ian Maire.
- FLUDD, R. (1617, 1619). *Utriusque cosmi maioris scilicet et minoris metaphysica, physica atque technica historia: in duo volumina secundum cosmi differentiam divisa*, Tomo I (1617); Tomo II (1619). Oppenheim: aere Iohan-Theodori de Bry typis Hieronymi Galleri.
- FLUDD, R. (1623). *Anatomiae amphitheatrum effigie triplici, more et conditione varia designatum*. Frankfurt: Johann Theodor de Bry.
- HARVEY, W. (1628). *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*. Springfield, Ill. : Thomas.
- HEDESAN, J. (2015, janeiro 26). The Four Stages of Alchemical Work. *Esoteric Coffeehouse*. Consultado em 26 de jan. 2015. Disponível em <https://pt.scribd.com/doc/11441835/The-Four-Stages-of-Alchemical-Work>.
- JOSTEN, C. H. (1949). Truth's Golden Harrow An Unpublished Alchemical Treatise of Robert Fludd in the Bodleian Library. *Ambix*, 3(3-4), 91–150.
- JUNQUEIRO, G. (1904). *Oração à luz*. Porto: Liv. Chardron Lello & Irmão.
- PLATÃO (387-367 aC). Metáfora do Sol. In *A República* (Pt. VI, 507b-509c). Lisboa: Edição Calouste Gulbenkian, 1972.
- SCOT, P. (1623). *The Tillage of Light, or a true Discoverie of the Philosophical Elixir commonly called the Philosopher's Stone serving to enrich all true, noble and generous Spirits, as will I adventure some few Labours in the trillage of such a light, as is worthy the best observance of the most wise*. London: William Lee.

AUGUSTO CORREIA CARDOSO

ORCID: 0000-0003-4983-1668

Professor Auxiliar Jubilado

Departamento de Química da Universidade de Coimbra

cardoso@ci.uc.pt

SEBASTIÃO J. FORMOSINHO

ORCID: 0000-0001-6607-0026

Professor Catedrático Jubilado

Departamento de Química da Universidade de Coimbra

sformosinho@qui.uc.pt

CAPÍTULO 4

OS PRIMÓRDIOS DA ESPECTROSCOPIA NO «LABORATORIO CHIMICO» DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA: 1850–1975

THE BEGINNINGS OF SPECTROSCOPY IN «LABORATORIO CHIMICO» AT THE UNIVERSITY OF COIMBRA: 1850–1975

Versão alargada do texto publicado em *Rua Larga*, n.º 44 de outubro de 2015

RESUMO: A Assembleia Geral das Nações Unidas proclamou 2015 como ano para celebrar a luz como matéria da ciência, da técnica e do desenvolvimento sustentável. É a luz que nos permite ver o muito grande e o muito pequeno, estudar as transformações lentas, mas muito especialmente as muito rápidas. O Colóquio interdisciplinar «Visões da Luz», integrado nas celebrações do Ano Internacional da Luz 2015, oferece-nos um excelente pretexto para revisitarmos os começos da espectroscopia no «Laboratorio Chimico» da Universidade de Coimbra no contexto da celebração dos 725 anos desta universidade fundada pelo rei D. Dinis e dos 240 anos da conclusão deste mesmo Laboratório destinado ao ensino e à prática da Química.

Palavras-chave: Técnicas espectroscópicas, cinética das reações rápidas, «Laboratorio Chimico», Centro de Estudos de Química Nuclear e Radioquímica, História da química

ABSTRACT: The United Nations General Assembly proclaimed 2015 as the year to celebrate the light as a matter of science, technology and sustainable development. It is the light that allows us to see the very large and the very small, to study the slow changes, but especially the very fast ones. The interdisciplinary symposium «Visions of Light», integrated in the International Year celebrations Light 2015, offers us an excellent excuse to revisit the spectroscopy beginnings in «Laboratorio Chimico» of the University of Coimbra during the celebration of 725 years of the university founded by King D. Dinis and the 240 years of the completion of the same laboratory for the teaching and practice of chemistry.

Keywords: Spectroscopic techniques, fast reaction kinetics, «Laboratorio Chimico», Nuclear Chemistry and Radiochemistry Research Center of Coimbra University, History of chemistry

O desenvolvimento da análise espectral

Henry Enfield Roscoe (1833–1915) na obra *Spectrum Analysis* (1868), afirma: «Nenhuma das descobertas da ciência moderna atraiu mais atenção ou mais a admiração geral do que os resultados da *Análise Espectral* para a química. Não é de admirar quando lembramos que um tal «poder» posto nas mãos dos químicos lhes permitiu detetar a presença de substâncias químicas com um grau de sensibilidade e precisão até então inédito e, assim obter um maior conhecimento da composição da matéria do que anteriormente» (Roscoe, 1885, p. 1).

O percurso tinha começado cerca de 200 anos antes. Em 1671, Isaac Newton (1643–1727) descreve a imagem colorida produzida por um feixe de luz solar ao incidir num alvo, após ter atravessado um prisma de vidro, tendo, pela primeira vez, usado a palavra *spectrum* (= fantasma). Cem anos depois, em 1802, William Hyde Wollaston (1766–1828) e, em 1814, Joseph von Fraunhofer (1787–1826) procederam a experiências semelhantes usando, todavia, uma fenda muito estreita em vez de um orifício para admissão da luz a estudar, que permitia a formação de *linhas* ou *riscas espectrais*, imagens da própria fenda de entrada formadas por luz de um só comprimento de onda. Em estudos independentes, conseguiram observar e catalogar várias centenas de linhas ou riscas escuras no espectro, que haviam escapado por completo às observações de Newton. Em poucos anos, cresceu o interesse pela caracterização do mesmo tipo de riscas espectrais obtidas com um prisma a partir

da luz resultante da combustão de um elemento ou de um composto. Em 1826, William H. Fox Talbot (1800–1877) relata uma série de experiências com chamas. Um ano depois, John F. William Herschel (1792–1871), num ensaio sobre a luz, deixava claro que «o espectro de cada uma das muitas estrelas e de cada chama, tem um sistema de bandas que lhe é peculiar e característico da sua luz...» (Herschel, 1827). Estava lançado o início de uma nova técnica de análise química fundamentada na análise das riscas espectrais observadas quando um composto ou elemento era submetido à ação de uma chama. Uma primeira técnica foi introduzida por Rowlandson Cartmell (1824–1888), trabalhando no laboratório de Robert Wilhelm Bunsen (1811–1899) que, em 1852, tinha ingressado na Universidade de Heidelberg, sucedendo a Leopold Gmelin (1788–1853). Consistia em observar a chama colorida através de um meio colorido (vidros coloridos, soluções de índigo, etc.). Um procedimento que permitia a observação da cor de uma substância numa mistura por extinção da outra. A chama de uma mistura de um sal de potássio e de um sal de sódio, observada através de vidro de cobalto azul, é amarela, característica do sódio; mas se a chama for observada através de uma solução de índigo, a coloração amarela do sódio desaparecerá e será substituída pela cor violeta específica do potássio. A instrumentação necessária para este tipo de estudos era muito simples; além do recurso a instrumentos de aquecimento, lamparinas a álcool, um prisma de secção triangular isósceles com faces de vidro contendo a solução de índigo ou um vidro azul, um violeta, um vermelho e um verde, através dos quais se poderia observar a chama (Fresenius, 1866). Esta técnica era utilizada, por meados do século XIX, nos estudos analíticos realizados no «Laboratorio Chimico», pois há registos deste tipo de material (Inventário, 1850).

O avanço seguinte foi dado por Roscoe que iniciara com Bunsen estudos sobre a ação química da luz. Após alguns anos de investigações escrevem, entre 1856 e 1863, *Photochemical Researches*, que trata de tópicos como a medida da ação química da luz, o fenómeno da indução fotoquímica, a ótica dos raios químicos e a medida direta da ação química da luz do Sol. Durante os estudos aperceberam-se que algumas zonas da luz poderiam ser quimicamente ativas, tornando-se necessário que a luz fosse decomposta para ser estudada. Para ajudar no trabalho experimental, particularmente na deter-

minação de padrões fotométricos, Roscoe traz de Inglaterra um queimador, modificação de Argand (Aimé Argand (1755–1803)), muito utilizado nos laboratórios do University College de Londres, que consistia num cone de cobre o qual podia ser deslizado ao longo do tubo por onde passava o gás a ser queimado, na extremidade composta por uma rede metálica (Roscoe, 1906). A chama resultante apresentava diversas limitações: era de difícil regulação, muito grande, oscilante, luminosa, com fuligem e apresentava baixa temperatura. Bunsen percebeu que o problema residia no facto do gás apresentar baixa concentração de oxigénio atmosférico para que a combustão fosse completa, pois a mistura gás/ar era obtida fora do queimador, sendo alimentada pelo ar na sua extremidade. Sugeriu então uma solução simples: obter a mistura gás/ar antes da combustão no queimador. Com a colaboração do técnico mecânico da universidade Peter Desaga (1812–1879), projetam um bico (ou queimador) que ficou conhecido por «bico de Bunsen», um queimador de «chama do tipo pré-misturada» (*premixed flame*) na qual o gás (combustível) e o ar (oxidante) são misturados antes da combustão, de modo a alcançar temperaturas elevadas e produzir uma chama não luminosa.

Os passos iniciais da espectroscopia do visível

No ano de 1859, Bunsen deixa os seus estudos de fotoquímica para se dedicar, conjuntamente com o seu colega de universidade Gustav Kirchhoff (1824–1887), à análise espectral. Ao colocar um composto ou elemento químico na chama de um bico de Bunsen, as cores observadas eram devidas ao composto em questão, já que a chama resultante era de alta temperatura e baixa luminescência. Kirchhoff sugeriu a utilização de um prisma para se distinguirem as cores, e então observaram linhas brilhantes, que eram específicas para cada material. Desta maneira, empregando as técnicas experimentais de Fraunhofer e o bico de Bunsen, aliado à investigação sistemática, Bunsen e Kirchhoff puderam atribuir espectros aos elementos e compostos químicos, estabelecendo assim a *Espectroscopia* como uma nova área de análise qualitativa e quantitativa (Kirchhoff, 1860). Analisando o espectro de emissão das águas minerais de Dürkheim (cidade alemã localizada na região de Colónia)

detetaram a presença de dois elementos até então desconhecidos, que designaram por rubídio (de *rubidus*, que entre os antigos servia para designar o vermelho mais intenso) e céσιο (de *caesius*, para designar o azul da parte superior do firmamento, cujo nome nos parece se justificar pela facilidade com que se pode comprovar com a formosa cor azul dos vapores incandescentes deste novo corpo simples) (Bunsen, 1860).

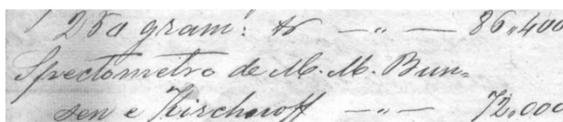
Em finais dos anos 50 e início de 60 do século XIX, dois acontecimentos ocorrem quase simultaneamente no «Laboratorio Chimico». Na Congregação de 29 de julho de 1858, o «lente Jardim (Miguel dos Santos Pereira Jardim (1818–1887)) solicita autorização para q^e se introduza o gás d’illuminação da cidade no mesmo Laboratório, para se empregar nas operações e trabalhos chimicos em q^e for necessário...» (Atas, 1858). Admite-se que a concretização da sua instalação no Laboratório tenha ocorrido durante 1858–1859, pois em reunião do Conselho da Faculdade de 21 de abril de 1860, Rodrigues Vidal (Antonino José Rodrigues Vidal (1808–1879)) diretor interino do «Laboratorio Chimico», à época) informava o Conselho «de que tinha mandado meter mais alguns bicos de gaz no Laboratorio, sem ter dado previamente parte do Conselho, por ser urgente a necessidade daquele melhoramento, decisão aprovada pelo Conselho» (Atas, 1860). Em 1864, o «Laboratorio Chimico» adquire, quatro anos depois do seu invento, um espectroscópico de Bunsen-Kirchoff (Eusébio, 2004), substituído mais tarde por outro modelo mais elaborado, conservado hoje em museu (Figura 4.1.). Rodrigues Vidal diligencia um pequeno gabinete para a sua instalação, como refere o diretor que o procede, Miguel Leite Ferreira Leão (1815–1880), no seu relatório *Laboratorio de Chimica* (1870): «N’um dos lados das bancadas [Anfiteatro] e por debaixo d’ellas construiu-se um pequeno gabinete, pintado de preto, para se fazerem experiencias de chimica spectral», e que aparece assinalado na planta «Laboratorio Chimico» por ele mandada levantar (Leão, 1872).

O acontecimento seguinte foi operado pela empresa inglesa Adam Hilger, Lda, fundada em 1875, dedicada à instrumentação ótica, que no tempo se vai tornar numa referência internacional no fabrico de espectroscópios para análise química. Nos anos que antecederam a I Guerra Mundial, a Hilger procede a algumas alterações nos espectroscópios: uma foi a fixação do telescópio, com o prisma a mover-se segundo um desvio constante; outra foi o uso como

fonte luminosa do arco voltaico, obtido por descarga elétrica entre duas varetas de grafite quando são aproximadas suficientemente. O produto a analisar era colocado numa pequena cavidade praticada na ponta da vareta inferior, sendo vaporizado para a chama pela alta temperatura desenvolvida pelo arco elétrico. O espectrómetro Hilger de desvio constante permitia o registo fotográfico dos espectros de riscas e seus comprimentos de onda, obtendo-se com ele não só a identificação, como o teor dos elementos constituintes através da medida da densidade do enegrecimento produzido pelas riscas luminosas na película fotográfica.



(a)



(b)

Figura 4.1. (a) Espectroscópio de Kirchhoff e Bunsen (Instrumento inventariado como n.º QUI.0001 do MCUC); (b) Registo de compra do espectrómetro de Bunsen e Kirchhoff (datado de agosto de 1864).

Já depois da I Guerra Mundial, pelos anos de 1920, foi adquirido pelo «Laboratorio Chimico» um destes espectrómetros que foi utilizado pelo seu diretor Egas Ferreira Pinto Basto (1881–1937) para o estudo da *Análise de uma rocha niquelífera* em que compara as sensibilidades do método espectroscópico e do método químico-analítico usual, numa rocha metalífera de Miranda do Corvo: «[...] Começamos por fazer a análise espectroscópica da rocha, visual, num espectrómetro graduado em comprimento de onda, de Hilger. Analisamos o espectro do arco obtido com eléctrodos de carvão (Hilger)

depois de introduzir numa cavidade aberta no carvão inferior numa pequena porção da rocha pulverizada» (Basto, 1930). Estes estudos foram continuados por António Jorge Andrade de Gouveia (1905–2002), à época assistente de Pinto Basto (Basto, 1930; de Gouveia, 1930). Embora não existam registos, pelas características referidas e pela análise do catálogo da firma Adam Hilger da época, seria do tipo do representado (Figura 4.2.).

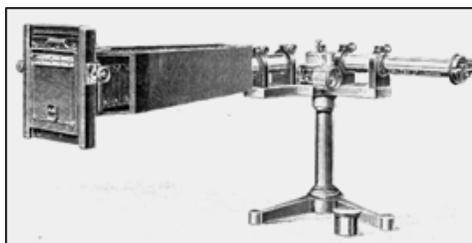


Figura 4.2. Espectrógrafo Hilger de desvio constante, equipado com registo fotográfico dos espectros de riscas (Catálogo Adam Hilger, 1920, D3).

O desenvolvimento da espectroscopia de absorção molecular no ultravioleta e visível

Entretanto, uma outra técnica espectroscópica estava em desenvolvimento, a espectrofotometria de absorção molecular nas regiões ultravioleta e visível. Consistia na determinação da fração de luz absorvida por substâncias orgânicas ou inorgânicas no estado líquido ou em solução, quando atravessadas pela radiação visível ou ultravioleta. Arcos obtidos por descargas de alta tensão entre elétrodos metálicos têm uma forte componente de radiação ultravioleta e os espectros obtidos pela passagem da luz do arco através de vasos de vidro de quartzo contendo a solução da substância, e seguidamente dispersas por um prisma igualmente de quartzo podem ser registados em placas fotográficas, sensíveis às radiações de comprimento de onda entre 220 e 500 nm ou 700 nm, com o uso de chapas pancromáticas.

Em 1935–1936, através do Instituto para a Alta Cultura e do Fundo Sá Pinto da Universidade de Coimbra, Egas Pinto Basto consegue donativos para a instalação de um laboratório de espectrofotometria de absorção no ultravioleta-

leta e no visível. Foi instalado no espaço ligado ao anfiteatro, por uma parte, mas possuindo saída autónoma para o exterior, em frente da casa do guarda (Figura 4.3.). O equipamento escolhido, semelhante ao utilizado por Andrade de Gouveia em Inglaterra quando do seu doutoramento, integrava um: i) espectrógrafo de prisma de quartzo de dispersão média e registo fotográfico para estudos no ultravioleta, Adam Hilger E316, ii) fotómetro Spekker, iii) espectrógrafo para estudos na região visível, Hilger Nutting, iv) microfotómetro fotoelétrico (Figura 4.4.) (Eusébio, 2004). O equipamento foi utilizado no estudo realizado por Andrade de Gouveia, com a colaboração do então assistente Fernando Pinto Coelho (1912–1999), *Determinações quantitativas da Vitamina A pelo método espectrométrico – I. Estudos de alguns óleos fígados de bacalhau de empresas portuguesas*, onde referem «[...] obtivemos os espectros de absorção com um espectrógrafo de quartzo Hilger, E316, associado com um fotómetro Spekker; usámos, como fonte luminosa, uma faísca entre electrodos de aço de tungsténio» (de Gouveia, 1936).

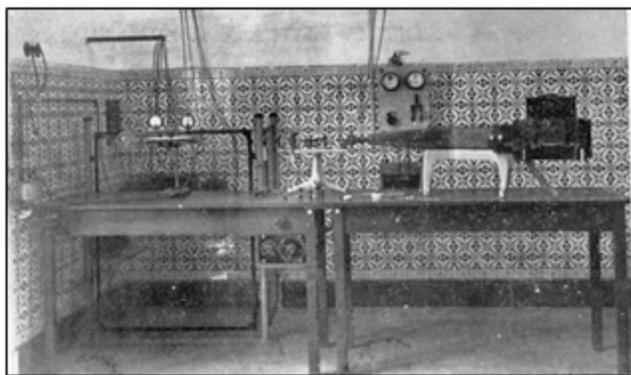


Figura 4.3. Gabinete de Espectrofotometria do «Laboratorio Chimico»: no canto esquerdo desta sala, protegido por uma forte rede metálica, estava um transformador para obtenção de altas tensões da ordem dos 1500 a 2000 volt; numa longa mesa central o espectrógrafo Hilger E316; na parte esquerda estava o dispositivo ligado aos terminais elétricos e que permitia obter a fonte luminosa por descarga elétrica entre varetas de aço de tungsténio ou varetas de grafite em que a inferior tinha uma cavidade milimétrica com uma amostra de material apropriado; seguia-se outro dispositivo onde se colocavam as amostras com janelas de quartzo, uma com a solução e outra com o solvente; numa outra mesa próxima estava instalado o fotómetro Spekker H237, para medir o enegrecimento das placas fotográficas (de Gouveia, 1943).



Figura 4.4. Espectrógrafo Hilger E316 com fotómetro Spekker H237 (equipamentos existentes no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra).

A partir de 1941, a firma Beckman Instruments Co. desenvolve um modelo de espectrofotómetro que representava um enorme avanço sobre o de Hilger de deteção fotográfica, utilizado desde 1935. O espectrofotómetro Beckman, modelo D, também conhecido como DU, lançado nesse ano, possuía fontes luminosas de radiação mais simples e manuseáveis: para o ultravioleta, uma lâmpada de descarga em hidrogénio de pequenas dimensões e, para o visível, uma lâmpada de filamento de tungsténio, produzindo radiações de espectro contínuo mais adequadas do que as de riscas. Além disso, a deteção de radiação era feita por um fototubo e posteriormente por um fotomultiplicador, o que permitia uma medida potenciométrica da absorvência com grande rigor, deixando ainda apreciar a estrutura fina das bandas de absorção. O *design* do instrumento era extraordinariamente compacto e de conceção modular, o que permitia uma permuta fácil de fontes luminosas e de células para as soluções, bem como a utilização de diversos acessórios especiais para medidas de refletância, fluorescência, etc.

Em 1948, o «Laboratório Chimico» adquire um *espectrofotómetro Beckman DU*, que irá dinamizar os estudos da espectrometria do visível e ultravioleta e contribuir para o assinalável desenvolvimento que as técnicas espectroscópicas conheceram em Coimbra até aos tempos presentes, sendo instalado no gabinete de Espectrometria, iniciado por Egas Pinto Basto (Figura 4.5.) (Eusébio, 2004).



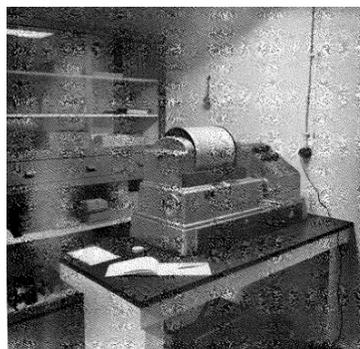
Figura 4.5. Espectrofotómetro Beckman DU (equipamento existente no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra).

Progressos na espectroscopia de infravermelho

No princípio do século XX, pelos anos 30, já tinham sido publicados espectros de infravermelho de centenas de compostos orgânicos e inorgânicos e algumas bandas de absorção tinham já sido correlacionadas com a presença de determinados grupos funcionais nas moléculas. Contudo, as aplicações deste tipo de espectroscopia foram muito limitadas até aos anos 40, devido às inúmeras dificuldades experimentais: os investigadores tinham de construir os próprios aparelhos, calibrá-los e, dada a sua grande lentidão e sensibilidade a interferências, os espectros tinham que ser registados durante a noite, à média de 3 a 4 horas por espectro. O ponto decisivo nesta evolução foi marcado pela criação, em 1937, da empresa americana PerkinElmer, para o fabrico de componentes óticos de precisão. O primeiro instrumento com grande sucesso foi o modelo Perkin-Elmer 21, apresentado em 1950, de feixe duplo, com prisma de cloreto de sódio, que apresentava elevada resolução, boa reprodutibilidade e de fácil utilização. O «Laboratório Chimico» adquire em 1955, um destes instrumentos, que vai ser instalado no Centro de Estudos de Química Nuclear e Radioquímica (CEQNR), projetado pelo então diretor Rui Gustavo Couceiro da Costa (1901–1955), para o desenvolvimento dos estudos nucleares, construído no espaço ajardinado existente entre o então Hospital da Universidade de Coimbra e a entrada lateral do «Laboratório Chimico» (Figura 4.6.). O edifício, sem grande valor arquitetónico, mas com mais de um quarto de século de história que complementa os dois séculos da história da Química do «Laboratório Chimico» foi demolido, na requalificação e adaptação deste Laboratório a sede do Museu de Ciência da Universidade de Coimbra, inaugurado em dezembro de 2006.



(a)



(b)

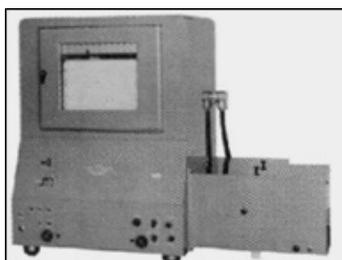
Figura 4.6. (a) Edifício do CEQNR da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra; (b) Gabinete de espectrofotometria de infravermelho, no CEQNR (equipamento existente no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra) (Instituto, 1951–1959).

O CEQNR e os equipamentos de espectroscopia

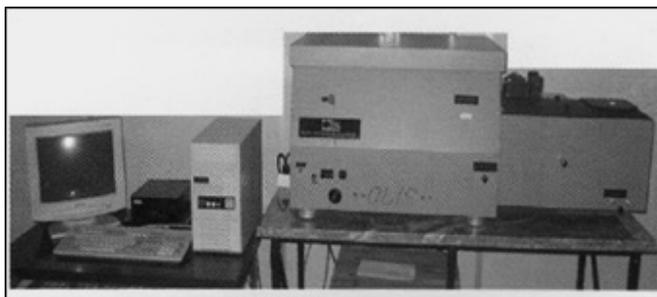
O apetrechamento em aparelhagem de espectrometria de absorção eletrónica iniciado nos anos 30 culmina, no princípio da década de 60, com a aquisição, mercê de vultoso donativo da Fundação Gulbenkian, de um espectrofótopmetro registador automático Cary modelo 14, desenvolvido pela Cary Instruments, no ano de 1954. Um aparelho de feixe duplo, com dois monocromadores. Além do registo contínuo do espectro, largura de banda estreita, a região espectral fora alargada no ultravioleta e estendida até ao infravermelho próximo, tornando possível a recolha de informações úteis sob o ponto de vista analítico através de harmónicos e bandas de combinação de bandas vibracionais fundamentais para a água e muitos compostos orgânicos (Figura 4.7. (a)).

A evolução dos espectrofótopmetros foi acompanhando os avanços da tecnologia. A dimensão dos instrumentos foi sendo cada vez mais reduzida e as suas potencialidades de funcionamento foram aumentando. Os sinais analógicos foram convertidos em digitais e o registo em papel desapareceu. O avanço da tecnologia dos computadores, cada vez de menores dimensões, com maior eficiência e preço mais baixo, levaram à sua introdução no controle das fun-

ções básicas do espectrofotómetro. Estes avanços, que tornaram possível a obtenção dum espectro em menos de um minuto, verificaram-se mais na electrónica e não no percurso ótico. É testemunho disto a reconversão do Cary 14 feita pela firma americana OLIS, Inc., que aproveitando a excelência da parte ótica, se encarrega da atualização da parte eletrónica. Esta atualização foi efetuada, finais de 1998, no espectrofotómetro adquirido pelo «Laboratorio Chimico» (Figura 4.7. (b)) (Eusébio, 2004).



(a)



(b)

Figura 4.7. (a) Modelo primitivo do espectrofotómetro Cary 14; (b) Espectrofotómetro Cary 14 após a atualização (equipamentos existentes no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra).

Passados quase 100 anos desde a descrição do processo de emissão e absorção de energia radiante por átomos na chama por Kirchhoff e Bunsen (1860), o fenómeno da absorção de energia radiante por átomos livres no estado gasoso presentes numa chama foi bastante esquecido, até que em 1954, Alan Walsh (1916–1998) propôs uma técnica analítica para determinação de metais, a «espectrometria de absorção atómica em chama». A comercialização do primeiro instrumento verificou-se em 1962. Assinalam-se avanços

da técnica devido à invenção de vários dispositivos de atomização que vieram juntar-se ao da chama, designadamente a câmara de grafite (1958 e 1968) e a câmara de vapor frio (1967), com uma redução muito significativa dos limites de deteção. Em 1968, o «Laboratorio Chimico» adquire um espectrofotómetro modelo 403 da PerkinElmer, idêntico ao modelo 303, o primeiro instrumento de absorção atómica comercializado (Figura 4.8.) (Eusébio, 2004).



Figura 4.8. Espectrofotómetro de absorção atómica modelo Perkin-Elmer 403 (equipamento existente no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra).

O fenómeno da ressonância magnética é consequência da existência de sistemas físicos, átomos, iões, núcleos, etc., possuírem momento magnético permanente. Na presença de um campo magnético, esse momento interage com o campo produzindo desdobramento dos níveis energéticos do sistema. Esta propriedade era conhecida, muito antes das primeiras experiências de ressonância magnética, através da observação da estrutura fina e hiperfina dos espectros atómicos. No início dos anos 20, Otto Stern (1888–1969) e Walther Gerlach (1889–1979) verificam que um feixe de átomos neutros sujeito a um campo magnético não homogéneo é desviado em conformidade com a orientação dos momentos magnéticos devidos aos eletrões. Em 1925, para explicar esta observação no espectro de hidrogénio e simultaneamente conciliar a Tabela Periódica com o princípio de exclusão, Wolfgang Ernst Pauli (1900–1958) sugeriu um quarto número quântico, que podia assumir apenas dois valores. Neste ano, George Eugene Uhlenbeck (1900–1988) e Samuel Abraham Goudsmit (1902–1978), propuseram que este quarto número quântico fosse a componente z , m_s , de um momento angular intrínseco do eletrão que chamaram de *spin*. Em 1928, Paul Adrien Maurice Dirac (1902–1984)

mostrou que partículas com a massa e a carga do elétron devem possuir *spin* e o momento magnético atribuído por Goudsmit e Uhlenbeck. Qualquer partícula fundamental possui *spin* e momento magnético característicos.

Nos finais dos anos 30, Isidor Isaac Rabi (1898–1988) observa a ressonância magnética. Em 1944, Yevgeny Zavoisky (1907–1976) realiza a primeira observação que permitia a determinação de frequências de ressonância para a absorção da radiação de micro-ondas por sistemas contendo elétrons desemparelhados na presença de um campo magnético, designada por espectroscopia de ressonância paramagnética eletrônica (RPE) ou de ressonância eletrônica de spin (RPS). Na sequência dos trabalhos de Rabi, nos anos de 1945/46, estudos conduzidos por Felix Bloch (1905–1983) e Edward Mills Purcell (1912–1997), detetam a ressonância magnética nuclear (RMN), técnica analítica baseada na detecção das propriedades magnéticas dos núcleos dos átomos. No início de 1950, são realizadas experiências, substituindo a água por etanol, de medidas dos momentos magnéticos nucleares; são registados três sinais devidos aos núcleos H, em vez de um só como na água. Tratou-se da primeira indicação do enorme potencial da técnica para os estudos da estrutura química. Pouco tempo depois, em 1953, era produzido e colocado no mercado o primeiro espectrômetro RMN.

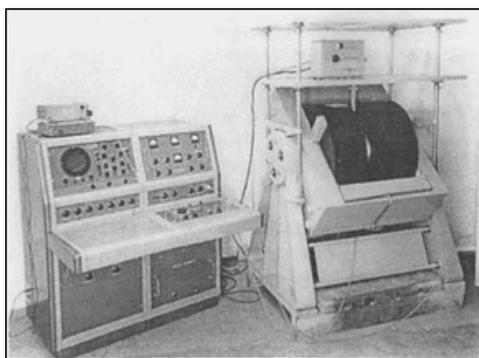


Figura 4.9. Espectrômetro RPE Varian V-450 (equipamento existente no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra).

Em meados da década de 60 o «Laboratório Chimico» avança na implementação e desenvolvimento da investigação nos domínios da Espectroscopia de

RPE e de RMN. Em 1965, vai dispor de um espectrómetro de ressonância paramagnética eletrónica, um Varian V-4502, um «X-Band EPR Spectrometer and Associated 12-inch Magnet System», que vai ser instalado no CEQNR (Figura 4.9.) (Costa, 2013).

Em 1968 é equipado com um espectrómetro de RMN, um Varian HA-100, o que obrigou à construção de um laboratório-acrécimo nas já sobrelotadas instalações do CEQNR (Costa, 2013). Durante os primeiros anos de funcionamento era o único existente na Península Ibérica (Figura 4.10.).



Figura 4.10. Espectrómetro RMN Varian HA-100 (equipamento existente no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra).

Em 1928, Chandrasekhara Venkata Raman (1888–1970) descobre um fenómeno que ficou associado ao seu nome e conhecido por «efeito Raman». Essencialmente, Raman admitiu que seria possível também à radiação visível interagir com a matéria de modo tal que houvesse variação na energia do fóton incidente. No caso do «efeito Compton» (Arthur Holly Compton (1892–1962)), o carácter inelástico da interação dos raios X com a matéria deve-se à transferência de uma certa quantidade de momento para os eletrões do material difusor, enquanto no «efeito Raman» a transferência de energia depende da existência de níveis vibracionais adequados. Resumidamente pode dizer-se que na difusão inelástica de luz, a radiação eletromagnética interage com a matéria através de seu campo elétrico, levando-a até um estado «virtual» da molécula, cuja energia pode ser relaxada de dois modos: retornar ao estado vibracional original, «dispersão de Rayleigh» (John William Strutt (Lord Rayleigh) (1842–1919)) ou a um outro estado de diferente energia, «dispersão de

Raman» (Jayaraman, 1988). A descoberta desta nova técnica despertou grande interesse científico; no entanto, teve muitas limitações porque a fraca intensidade do «efeito de Raman» foi difícil de observar com os detetores existentes. O desenvolvimento e grande interesse na espectroscopia de infravermelho nos anos entre 40 e 50, com semelhanças à de Raman, pois ambas dão informação sobre as frequências vibracionais, provoca algum atraso na espectroscopia de Raman, que vai ressurgir nos anos 60 com a descoberta dos *lasers*. Em 1971, são iniciadas diligências para se obter a aparelhagem necessária para desenvolvimento da espectroscopia de Raman no «Laboratório Chimico», concluídas com a aquisição, em 1973, de um espectrómetro Cary-82 (Figura 4.11. (a)) e um *Laser* de ião Argon (Figura 4.11. (b)) montados já nas novas instalações do Departamento de Química (Costa, 2013).

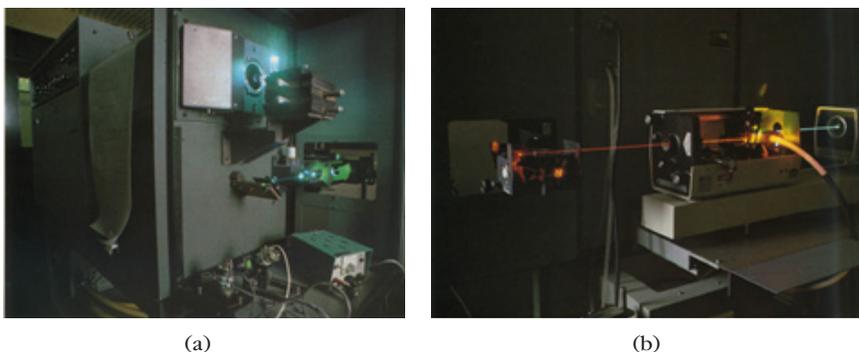


Figura 4.11. (a) Espectrómetro Cary-82; (b) *Laser* de ião Argon (equipamento existente no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra).

Os estudos da cinética de reações rápidas na Universidade de Coimbra

Nos anos de 1935, Meredith Gwynne Evans (1904–1952) da Universidade de Leeds, com importantes contribuições teóricas no estudo de velocidade de reações químicas e mecanismos de reação, juntamente com Michael Polanyi (1891–1976), e de modo independente Henry Eyring (1901–1981), desenvolvem a Teoria do Estado de Transição. Entre os discípulos de pré-graduação de

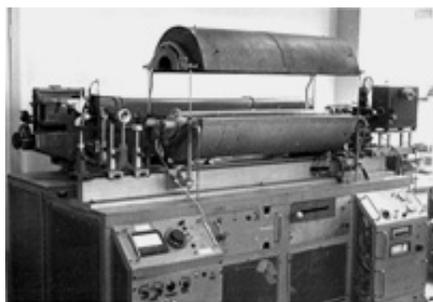
Meredith G. Evans destaca-se George Hornidge Porter (1920–2002). Em 1945, Porter integra, na Universidade de Cambridge, o grupo de investigação de Ronald George W. Norrish (1897–1978) estudando radicais livres produzidos em reações fotoquímicas, através de técnicas de pulsos de energia.

Nos finais dos anos 40 foi inventada a fotólise de relâmpago com uma resolução temporal na gama dos microssegundos. A invenção desta técnica valeu a George Porter, conjuntamente com Ronald Norrish, o prémio Nobel da Química de 1967, partilhado com Manfred Eigen (1927–2019) pela invenção de métodos de relaxação, também outra técnica para estudos de reações rápidas. Na conferência que Porter proferiu aquando da cerimónia da atribuição deste prémio faz a descrição dos primeiros passos no desenvolvimento dos estudos de reações rápidas por ação de pulsos de luz.

A minha conceção original da técnica de fotólise por relâmpago foi a seguinte: os intermediários transientes, que seriam, primariamente, radicais livres em fase gasosa, seriam produzidos por um relâmpago (*flash*) de luz visível e ultravioleta resultante da descarga de um grande banco de condensadores através de um gás inerte. O relâmpago teria de ter energia suficiente para produzir uma mudança global mensurável e de curta duração em comparação com o tempo de vida dos intermediários. Cálculos mostraram que uma energia de 10.000 J dissipada em um milésimo de segundo ou menos, em lâmpadas do tipo das que estavam a ser desenvolvidas comercialmente ao tempo, seria adequada para a maioria dos sistemas. O banco de condensadores oferecido pelos meus amigos da Marinha (...) consistia numa coleção heterogénea de condensadores que, devido à sua elevada indutância, produziram um relâmpago com uma duração temporal superior à desejável. O sistema de deteção consistia num espectrómetro de varredura rápida, mas desperdicei muito tempo no seu desenvolvimento antes de me ter apercebido que a demanda simultânea de uma alta resolução espectral, bem como de resolução temporal e de sensibilidade num período de poucos milésimos de segundo requeria que eu simplesmente ignorasse os princípios da teoria da informação. Aplicações subsequentes da fotólise por relâmpago, com poucas exceções, limitaram-se a registar, a partir de um único relâmpago, ou um espectro na sua globalidade de frequências num dado instante ou uma pequena gama de comprimentos de onda em instantes sucessivos. O uso de um segundo relâmpago, a operar com um certo

atraso de tempo, para registar o espectro de absorção dos transientes parece agora um procedimento muito óbvio, mas levou muitos meses antes de se tornar óbvio para mim. O procedimento do relâmpago duplo foi um avanço bastante importante e constitui ainda o método mais seguro para um registo rápido de informações cinéticas e espectroscópicas. (Porter, 1968, p. 242).

Em 1973, no «Centro de Estudos de Química-Física da Atmosfera e Radioatividade do Ambiente», criado, em 1972, por iniciativa de Fernando Pinto Coelho, no Instituto Geofísico da Universidade de Coimbra, de que era diretor, com a colaboração do Serviço Meteorológico Nacional, em articulação com o «Laboratório Chimico», foi instalado, um espectrómetro de fotólise por relâmpago GD-20, com resolução temporal de 20 ms (Figura 4.12. (a)). Em finais de abril de 1974 foi possível complementar este equipamento com um outro com resolução temporal de nano segundos, equipado com um *laser* de azoto (Figura 4.12. (b)) (Costa, 2013). Estes foram os primeiros passos de uma espectroscopia de resolução temporal em Coimbra.



(a)



(b)

Figura 4.12. (a) Espectrómetro de fotólise por relâmpago GD-20, com resolução temporal de 20 ms; (b) Espectrómetro de fotólise por relâmpago de nano segundos (equipamento existente no Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra).

Referências

- Atas da Congregação de Filosofia 1856-1860: Ata de 29 de julho de 1858.
- Atas da Congregação de Filosofia 1856-1860: Ata de 21 de abril de 1860.
- BASTO, E. F. P. (1930). Análise de uma rocha níquelífera. *Revista de Chimica Pura e Applicada*, III Série, Ano V, 23–25.
- BUNSEN, R. W., & KIRCHHOFF, G. R. (1860). On a new Alkali metal. *Chem. News*, 2, 281.
- COSTA, A. A., & Cardoso, A. C. (2013). Fernando Pinto Coelho, o investigador e «promotor» de grupos de investigação no Laboratório Químico. In S. J. Formosinho & H. D. Burrows (Coord.), *Fernando Pinto Coelho, o Mestre e o Professor Universitário, no centenário do seu nascimento* (pp. 58–61). Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- DE GOUVEIA, A. J. A. (1943). *Contribuição para o estudo das oleorresinas portuguesas do Pinus Pinaster e do Pinus Pinea – Estudo espectrofotométrico dos ácidos resínicos e seus derivados* (p. 80). Dissertação para o concurso ao lugar de Professor Extraordinário, Faculdade de Ciências – Universidade de Coimbra, Portugal.
- DE GOUVEIA, A. J. A. (1930). Dosagem do manganésio numa rocha de Miranda de Corvo. *Revista de Chimica Pura e Applicada*, III Série, Ano V, 44–45.
- DE GOUVEIA, A. J. A. (1930). Identificação de pequenas quantidades de níquel e crómio pela observação das riscas mais sensíveis do espectro visível destes elementos. *Revista de Chimica Pura e Applicada*, III Série, Ano V, 41–43.
- DE GOUVEIA, A. J. A., & Coelho, F. P. (1936). Determinações quantitativas de vitamina A pelo método espectrofotométrico. I – Estudo de alguns óleos de fígado de bacalhau de empresas de pesca portuguesas. *Revista da Faculdade de Ciências da Universidade de Coimbra*, VI, 191–199.
- EUSÉBIO, M. E. S., LEITÃO, M. L. P., & REDINHA, J. S. (2004). Apontamentos da história do Laboratório Químico da Universidade de Coimbra. A Evolução da espectroscopia. In *Obra Científica da Professora Doutora Maria Luísa Plana Leitão* (Vol. 2 – Textos Didáticos (pp. 357-369). Coimbra: Imprensa de Coimbra.
- FRESENIUS, C. R. (1866). *Traité d'analyse chimique qualitative* (pp. 21, 29), Paris: Libraire F. Savay.
- HERSCHEL, J. F. W. (1827). Light, an essay in The Encyclopedia Metropolitana. In P. Barlow (Ed.), *Encyclopaedia Metropolitana* (pp. 341–582). London: Griffin.

- Instituto de Alta Cultura, Comissão de Estudos de Energia Nuclear (1951-1959): Grupo de Química, Centro de Estudos de Química Nuclear de Coimbra, 39–41.
- Inventário do «Laboratorio Chimico» (1850).
- JAYARAMAN, A, & RAMDAS, A. K. (1988). Chandrasekhara Venkata Raman. *Physics Today*, 41(8), 56–64.
- KIRCHHOFF, G., & BUNSEN, R. (1860). *Chemical Analysis by Observation of Spectra. Annalen der Physik und der Chemie*, 110, 161–189.
- LEÃO, M. F. (1872). Laboratório de Química (1870). In J. S. de Carvalho, *Memória Histórica da Faculdade de Filosofia*. Coimbra: Imprensa da Universidade.
- PORTER, G. (1968). Nobel Lecture - Flash Photolysis and Some of its Applications. Consultado em 4 de ago. de 2016. Disponível em <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1967/porter/lecture/>.
- ROSCOE, H. (1885). *Spectrum Analysis, Six Lectures, Delivered in 1868, Before the Society of Apothecaries of London*. London: Macmillan & Co.
- ROSCOE, H. E. (1906). *The Life and Experiences of Sir Henry Enfield Roscoe* (pp. 51–52). London: Macmillan & Co.

FRANCISCO GIL

ORCID: 0000-0001-7546-0288

Departamento de Física da Universidade de Coimbra

fgil@fis.uc.pt

LÍDIA CATARINO

ORCID: 0000-0002-1476-7486

Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra

lidiagil@dct.uc.pt

CAPÍTULO 5 LUZ E SOMBRA

LIGHT AND SHADOW

Versão alargada do texto publicado em *Rua Larga*, n.º 44 de outubro de 2015

RESUMO: Se só houvesse sombra, não se veria nada. Se só houvesse luz, não se distinguiriam os contornos nem os detalhes dos objetos, mas apenas a sua cor.

Palavras-chave: Luz, Sombra

ABSTRACT: If only there were shadows, you would not see anything. If only there were light, the contours and details of the objects would not be distinguished, but only their color.

Keywords: Light, Shadow

É o contraste entre luz e sombra que permite observar a forma e, sobretudo, a textura dos objetos. Quanto maior for o contraste entre sombra e luz, mais possibilidades há de existirem vários tons e penumbras. O pormenor dos objetos sobressai também com um contraste maior. Portanto a visibilidade aumenta com a diferença entre sombra e luz.

Esta diferença pode ser materializada em muitas oportunidades. Olhar uma paisagem ao nascer do sol ou quando este já vai alto pode permitir a deteção

de pormenores texturais e de relevo que podem fazer toda a diferença na interpretação do lugar.

Sem sombra, não se teria calculado pela primeira vez o raio da Terra, nem o diâmetro da Lua, nem o diâmetro do Sol. Sem a sombra da noite, não se veriam as estrelas. Sem sombra, não eram úteis os olhos. Sem sombra não se veriam os objetos. A sombra não anula a luz, sendo apenas a ausência dela. Havendo luz, a sombra complementa-a. Porém, a sombra tem um defeito: não existe sem a luz. A sombra, embora por vezes esconda as coisas, é a grande responsável por revelar tudo, através da revelação da própria luz. A sombra é assim o suporte sutil e misterioso da luz. O segredo da sombra é este: deixando penetrar a luz em diversas quantidades, permite descobrir os seus próprios mistérios e sobretudo os mistérios do próprio universo e da vida.

Quando falamos de luz referimo-nos geralmente à luz branca que corresponde à parte visível do espectro eletromagnético cuja decomposição através de um prisma de vidro nos mostra as várias cores do arco-íris. Mas o espectro adjacente a este conjunto em valores de comprimento de onda inferiores (que o olho humano não vê), mostra um outro mundo com a radiação ultravioleta. Esta radiação corresponde a uma parte importante da luz que o Sol envia para a Terra. E com ela podemos descobrir outras luzes e outras sombras. No caso da mineralogia é possível observar fenómenos de luminescência que corresponde a emissão de luz por uma substância quando submetida a um estímulo, como radiações com comprimento de onda na zona do ultravioleta. E a absorção de parte dessa energia permite observar uma nova luz dentro do espectro visível. Alguns cristais e/ou minerais apresentam emissão de luz em simultâneo com a irradiação com ultravioleta. A essa propriedade chamamos fluorescência estando este processo físico relacionado com defeitos na estrutura cristalina e a presença de impurezas. Esta propriedade é de grande utilidade no domínio das artes, sendo utilizada em ambiente de sombra para identificar retoques em pinturas, aplicados em épocas distintas ou com materiais diferentes.

No mundo natural o resplendor da luz pode ainda ser manifestado pela sensação de brilho, obtida pela reflexão da luz em algumas matérias minerais, vegetais e animais. O próprio traço do lápis de carvão, no desenho simples de uma criança ou de um artista de renome, tem um brilho característico que

lhe é transmitido pelas partículas da grafite, permitindo definir muitas zonas de transição entre a luz e a sombra, mas deixando ainda espaço para todo o mistério associado à penumbra do desconhecido.

Transpondo o conceito de sombra dos objetos para o ser humano, a percepção que as pessoas têm do que as rodeia fisicamente, é tanto melhor quanto mais se aperceberem da luz em contraste com a(s) sombra(s).

A compreensão dos outros, não apenas como meros objetos, mas como pessoas, é acrescida pelos contrastes e pela diversidade de tons de personalidade, caráter, beleza exterior e interior. Uma pessoa pode permanecer na sombra por razões más e boas. Por um lado, a sombra humana pode ser imposta aos outros, cobrindo a sua luz, mas também os que se colocam na sombra podem deixar os outros brilhar pelo contraste. Por exemplo, duas pessoas que falam ao mesmo tempo, não se dão hipótese de serem entendidas, destruindo qualquer diálogo. Enquanto uma fala, se a outra se colocar na sombra, ambas tem a possibilidade de se compreenderem. Naturalmente, quando alguém é protagonista de alguma coisa ou acontecimento, só o é por haver alguns outros na sua sombra que o suportam e apoiam. É este suporte da sombra que o que está na luz pode e deve aproveitar, para que se possa observar com clareza a sua forma e textura. O maior serviço aos outros é feito na sombra voluntária e consciente.

OSVALDO MANUEL SILVESTRE

ORCID: 0000-0003-3293-6340

Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

oms.fluc@gmail.com

CAPÍTULO 6

VISÕES DA LUZ NA LITERATURA

VISIONS OF LIGHT IN LITERATURE

RESUMO: O presente texto foca-se na importância da luz na criatividade e no trabalho que é a escrita e o seu processo criativo. O autor refere que em muitos casos, a falta de luz leva a falta de concentração, onde a luz artificial entra com um papel crucial no processo de escrita. Durante o presente trabalho, o autor aborda a forma como as mais diferentes representações da luz estão expressas em obras de literatura ocidentais. Alguns autores e obras são citadas e excertos transcritos.

Palavras-chave: Luz, Literatura

ABSTRACT: The present text highlights the importance of light in creativity process of writing. The author refers that in many cases the lack of light leads to lack of concentration. In these conditions, the artificial light becomes a crucial role in the writing process inspiration. The author discusses how the different representations of light are expressed in works of western literature. Some authors are quoted and original excerpts transcribed.

Keywords: Light, Literature

Um dos grandes pensadores da literatura, e da escrita, no nosso tempo, o filósofo e escritor francês Jacques Derrida, afirmou em entrevista que não conseguia trabalhar — tratava-se, admitia, de uma patologia pessoal —, sem luz artificial: «Mesmo de dia, mesmo em pleno dia» (Derrida, 1999, p. 15). Ora, uma vez que Derrida declara que só trabalha de dia, nunca de noite, a associação entre escrita e luz artificial parece surgir como uma fatalidade que, se calhar apressadamente, qualificaríamos como *moderna*. É certo que Derrida se refere em particular à escrita suplementada por máquinas (a de escrever,

primeiro, e, mais tarde, o computador), uma suplementação de que o escritor, também francês, Jean Genet, não gostava, pois, em sua opinião (uma opinião transmitida a Derrida), «não é possível escrever bem à máquina». Vale a pena ler o comentário, algo extenso, de Derrida a essas palavras de Genet:

Eu comentei que sendo ele alguém que, como era evidente, trabalhava tanto para se renovar, deveria progredir também nesse aspeto, pois a máquina já não era algo totalmente estranho, escrevia-se facilmente e depressa com ela, e ele deveria, num certo sentido, criar outro corpo, não apenas um vínculo abstrato, técnico e mecânico, mas outro cenário, outra continuidade, outro impulso, e sem a pretensão de que fosse o mesmo corpo... (id., p. 11)

«Não é o mesmo corpo?» — pergunta o entrevistador —, e Derrida responde:

Não é o mesmo corpo, mas há um corpo. Não é apenas um vínculo abstrato, ou um instrumento que esfrie o que a letra manuscrita guardaria vivo, quente e intacto. (id.)

Não sei se me estou a afastar do tema. Creio que não, mas para isso será necessário regressar à cena do escritor-filósofo que liga a luz, antes de trabalhar de dia — e note-se que, depois de dizer que não consegue trabalhar, Derrida corrige para «não consigo escrever». Manifestamente, as duas coisas são uma só, pois trabalhar é, nas Humanidades, indissociável de uma prática de escrita: trabalhar é escrever, porque escrever é pensar, e só se pensa de modo consequente quando se passa à escrita (e não quando se passa *a escrito*). A questão está em saber se a luz elétrica traz algo de realmente novo a esta cena, já que a escrita dificilmente se pode pensar como uma prática natural, por mais que acentuemos, com Heidegger, a proximidade da mão, por meio da escrita caligráfica, ao Ser, essa proximidade que a máquina quebraria, afastando-nos da mão e gerando, como diz Derrida, um outro corpo: um corpo que não faz já corpo com a caneta, entendida como extensão natural da mão, mas quebra o *continuum* (do ser, da caligrafia, da mão), por meio da intermediação da máquina. É provável que cada tecnologia da escrita suscite um novo corpo; porém, como sabemos, toda a escrita decorre num cenário artificial, que a luz elétrica acesa de dia, em Derrida, apenas dá a ver de forma mais nítida — ou

chocante. A escrita é uma luta ortopédica *com* o corpo e *contra* as limitações da Natureza: desde logo, a distribuição das horas de luz e das horas de trevas ao longo do dia e a necessidade de remediar a escuridão por meio de uma fonte de iluminação. E, como é sabido, a literatura beneficia da bondade da lâmpada elétrica incandescente apenas desde os anos finais do século XIX. Seria, talvez, interessante escrever uma história da literatura à luz da (perdoem-me a brincadeira) *história dos meios de iluminação* usados pelos escritores ao longo dos milénios, desde Homero, digamos. A história, devo dizer, não é assim tão desconhecida; e, se calhar, teríamos de concluir que todos os escritores dos milénios passados faziam como Derrida: madrugavam para aproveitar a luz única da manhã, e reforçavam-na com meios artificiais, sempre que podiam.

Em todo o caso, aquilo que vou fazer é uma coisa diferente, pois tentarei abordar antes algumas representações da luz nalguns (poucos) textos da literatura ocidental. O que significa que não me reportarei à literatura não-ocidental, e, para começar, àquela a que chamamos, em regime necessariamente geo e etnocêntrico, oriental. Relembro, a esse propósito, o famoso ensaio do grande escritor japonês Junichiro Tanizaki (1886–1965), *Elogio da Sombra*, de 1933. O ensaio é escrito na perspectiva de um confronto cultural entre Oriente e Ocidente, e Tanizaki coloca, por sistema, o Japão do lado dos valores da sombra, que predica como positivos, e o Ocidente do lado da luz e do brilho. Permitam-me que cite Tanizaki com alguma extensão:

Mas qual a razão para esta tendência de procurar o belo no obscuro com tanta força se manifestar apenas nos Orientais? Ainda não há muito, também o Ocidente ignorava a eletricidade, o gás, o petróleo, mas, tanto quanto sei, nunca sentiu a tentação de se deliciar com a sombra. (...) As cores de que nós gostamos para os objetos de uso diário são estratificações de sombra; as que eles preferem são cores que condensam em si mesmas todos os raios do Sol. Na prata e no cobre, apreciamos a patine; eles acham-na suja e anti-higiénica, e não ficam satisfeitos enquanto o metal não brilhar, à força de tanto o polirem. (Tanizaki, 2008, p. 65)

Depois desta descrição, Tanizaki propõe uma explicação, que é ao mesmo tempo, admita-se, uma versão algo reificada das identidades em causa. Esqueçamos, porém, essa questão e vejamos a sua explicação:

Qual poderá ser a origem de uma diferença de gostos tão radical? Pensando bem, é porque nós, Orientais, procuramos acomodar-nos aos limites que nos são impostos, que desde sempre nos satisfizemos com a nossa presente condição; conseqüentemente, não sentimos repulsa alguma pelo que é obscuro, resignamo-nos a ele como a algo de inevitável: se a luz é fraca, pois que o seja! Mais, afundamo-nos com delícia nas trevas e descobrimos-lhe uma beleza própria.

Pelo contrário, os Ocidentais, sempre à espreita do progresso, agitam-se incessantemente na procura de uma condição melhor que a atual. Sempre em busca de uma claridade mais viva, afadigaram-se, passando da vela ao candeeiro de petróleo, do petróleo ao bico de gás, do gás à iluminação elétrica, para cercar o menor recanto, o último refúgio da sombra. (id.)

Como é manifesto, não se trata apenas de produzir um sistema de diferenças semióticas e fenomenais ou culturais — os correlatos políticos de toda a descrição são evidentes, desde logo no elogio dos limites e da resignação face à obscuridade (essa *dying of the light* que para nós, ocidentais, é envelhecimento e morte, e contra a qual um famoso poeta britânico moderno se enraivecía). Aceitemos, porém, o sistema de diferenças, digamos adeus a Tanizaki (coisa que faço sempre com relutância) e vejamos um pouco desse percurso que vai da vela à luz elétrica, começando por uma passagem do canto 19 da *Odisseia*, quando Ulisses e seu filho Telémaco guardam na sala de banquetes as armas com que chacinarão os pretendentes de Penélope (Homero, 2003, p. 308):

- 30 Fechou à chave as portas da bem construída sala de banquetes.
Então se levantaram os dois, Ulisses e o filho glorioso,
e levaram para dentro os capacetes, os escudos cravejados
e as lanças pontiagudas. À frente deles, Palas Atena segurava
uma lamparina dourada, espalhando maravilhosa luminescência.
- 35 Imediatamente se dirigiu Telémaco a seu pai:
«Pai, é um grande prodígio o que vêm meus olhos.
As paredes da sala de banquetes e o belo espaço do teto;
as traves de pinheiro e as sublimes colunas lá muito em cima
parecem aos meus olhos iluminados por fogo ardente!

40 Está presente um dos deuses que o vasto céu detêm.»
Respondendo-lhe assim falou o astucioso Ulisses:
«Não digas nada. Não penses agora. Não faças perguntas.
Assim atuam os deuses, que o Olimpo detêm (...).»

O efeito de luz nesta cena é extraordinário e, mais do que de efeito de luz, deveríamos falar de estados de luz, já que a expansão da luz da lamparina no espaço da sala, tal como Telémaco a descreve, parece transformá-la, prodigiosamente, num «fogo ardente», o fogo que assinalaria a presença de um deus. O conselho de Ulisses, por seu turno, é o conselho de um homem famoso pela sua sagacidade, mas é também um apelo à pura contemplação dos mistérios da luz: «Fiquemos quietos por um momento», sugere o pai ao filho, nesta que é também a cena de uma pedagogia do estético enquanto forma de acesso à serenidade.

É chegado o momento de apontar aquele que é o grande problema de uma abordagem da luz na literatura: o facto de a luz que a literatura explora ser tanto a produzida pelos dispositivos e tecnologias de iluminação ao longo dos séculos, como a produzida, ou melhor, emanada, por outros dispositivos, não tecnológicos, e em rigor não históricos, de luz: a *lux interior*, a luz da revelação, a luz dos místicos. Por todos eles, proponho um verso do grande poeta cubano José Lezama Lima (1912–1976), do poema de *Fragmentos a su imán*, 1973, «Las siete alegorias»: «La luz es el primer animal visible de lo invisible» (Lezama Lima, 1992, p. 363). Não é muito difícil perceber que a literatura foi explorando, ao longo do tempo, estas duas grandes modalidades de luz, com um vocabulário e um sistema de tropos, que muitas vezes se sobrepõe ou confunde, e que transporta para o mundo, e para o mundo profano, modalidades de descrição que lhe são inadequadas, quando não aberrantes, por terem sido produzidas para a descrição daquilo que é, muitas vezes, rejeição ou fuga ao mundo e evidência maior de um outro mundo. É o que ocorre em Lezama Lima, poeta maior do barroco hispânico moderno, no qual a linhagem da mística ibérica se entrelaça com a autocelebração do poético, numa afirmação plena da imagem. Relembro o verso final do grande poema «Himno para la luz nuestra»: «y ahora, clavad la luz en la cruz de la Pasión» (Lezama Lima, 1992, p. 220).

Um inesgotável exemplo de toda a exploração da dimensão metafórica da luz, é o do Padre António Vieira, o «imperador da língua portuguesa», segundo Fernando Pessoa. Vejamos alguns casos, começando pelo Sermão de Santo António, pregado em Roma, na Igreja dos Portugueses, em 1670. Atente-se, neste breve excerto, na associação entre a luz e a missão dos portugueses no mundo:

Para louvor, pois, do Santo Português, e para honra e doutrina dos Portugueses que o celebramos, reduzindo estes dois intentos a um só assunto, e fundando tudo nas palavras do Evangelho: *Vos estis lux mundi*, será o argumento do meu discurso este: que Santo António foi luz do mundo porque foi verdadeiro Português, e que foi verdadeiro Português porque foi luz do mundo. Declaro-me: bem pudera Santo António ser luz do mundo, sendo de outra nação; mas, uma vez que nasceu Português, não fora verdadeiro Português se não fora luz do mundo, porque o ser luz do mundo nos outros homens, é só privilégio da Graça; nos Portugueses é também obrigação da natureza. Isto é o que hoje hão de ouvir os Portugueses de si e do seu Português. *Ave Maria*. (Vieira, 2014a, p. 233)

Vejamos agora o sermão da quinta terça-feira da Quaresma, de 1673, que também liga a luz à fama, mas em contexto moral:

Senhores meus, as boas obras são a alma da Fé: fazei-as, mas guardai-as dos olhos, que a mesma fé é cega. Faça a virtude por cautela o que faz o vício por vergonha: *Qui male agit, odit lucem*, diz Cristo. Quem faz mal foge da luz, e não quer que o vejam, porque faz mal: quem faz bem, fuja também da luz, e não queira ser visto, porque faz bem. Toda uma noite tinha gastado ou empregado Jacó, não rondando, não jogando, não em saraus ou festins, mas abraçado estreitissimamente com Deus. Começaram a se pintar os Horizontes com as primeiras cores da manhã; e basta (diz Deus) porque vem aparecendo a Aurora: *Dimite me, jam enim ascendit Aurora*. E que importa que venha a Aurora, o Sol, e o dia? Se Jacó fizera algum mal, fuja, e esconda-se da luz, para que o não vejam: mas se está bem ocupado, e no maior bem a que pode aspirar um homem; também há de fugir e ter medo da luz? Sim, porque a luz é o maior perigo das boas obras. A virtude é como o segredo: oculto, conserva-se; manifesto, perde-se. (Vieira, 2013, p. 193)

Para terminar este breve elenco de possibilidades da exploração da metáfora da luz em Vieira, vejamos o Sermão de São Roque, de 1644, no qual a luz é já política, tendo a ver com a segurança do Estado:

Por que cuidamos, Portugueses, que se acabaram as luzes de Portugal? Que causa cuidamos que houve para padecermos aquela noite eterna de sessenta anos tão compridos? A causa foi, porque como Deus queria eclipsar as glórias de Portugal, permitiu que ficasse a luz pendente de uma só tocha: um Rei D. Sebastião, outro Rei D. Henrique, ambos sem sucessão, ambos sem herdeiros. Porém hoje, quando Deus foi servido de nos restaurar e restituir, engrossa a linha da geração atenuada com dobrados sucessores, assegura o lume das tochas com multiplicadas luzes, para que assim como se interrompeu o ceptro de Portugal por dois Reis sem sucessor, se perpetue em durações eternas por um Rei já com dois sucessores. Dois sucessores temos, e quatro herdeiros. Ditoso o dia, e ditoso o nascimento, em que se cerrou e aperfeiçoou este bem estreado número. (Vieira, 2014, p. 353)

É obviamente de um entendimento da luz como evidência não argumentável, que participa o fulgor da luz com que Tétis dá a ver a Vasco da Gama, no canto derradeiro de *Os Lusíadas*, a máquina do mundo, a tal ponto refulgente que o centro do globo se torna tão visível como a superfície:

Aqui um globo vem no ar, que o lume
Claríssimo por ele penetrava,
De modo que o seu centro está evidente,
Como a sua superfície, claramente. (Camões, 1975, p. 334)

Mais adiante, é a «visão beatíssima» de Deus, entidade sem semelhança, que a máquina do mundo permite:

Este orbe que, primeiro, vai cercando
Os outros mais pequenos que em si tem,
Que está com luz tão clara radiando
Que a vista cega e a mente vil também,
Empíreo se nomea, onde logrando

Puras almas estão daquele Bem
Tamanho, que ele só se entende e alcança,
De quem não há no mundo semelhança. (Camões, 1975, p. 335)

Em 1951, o grande poeta brasileiro Carlos Drummond de Andrade revisitou o tópico no poema «A máquina do mundo», incluído no livro *Claro Enigma*, agora sem visão beatíssima e numa pedregosa estrada de Minas Gerais. Transcrevo os primeiros sete tercetos:

E como eu palmilhasse vagamente
uma estrada de Minas, pedregosa,
e no fecho da tarde um sino rouco
se misturasse ao som de meus sapatos
que era pausado e seco; e aves pairassem
no céu de chumbo, e suas formas pretas
lentamente se fossem diluindo
na escuridão maior, vinda dos montes
e de meu próprio ser desenganado,
a máquina do mundo se entreabriu
para quem de a romper já se esquivava
e só de o ter pensado se carpia.

Abriu-se majestosa e circumspecta,
sem emitir um som que fosse impuro
nem um clarão maior que o tolerável
pelas pupilas gastas na inspeção
contínua e dolorosa do deserto,
e pela mente exausta de mentar
toda uma realidade que transcende
a própria imagem sua debuxada
no rosto do mistério, nos abismos. (Andrade, 2006, p. 109)

Bastam os últimos quatro versos para percebermos como a imagem do clarão como evidência de facto se coaduna com, ou traduz, o esforço da mente para representar uma realidade (manifestamente não fenomenal) que

transcende a sua própria imagem: só a luz interior permitiria aceder à verdade (ao rosto) do mistério e do abismo. Não é, porém, assim, como o sujeito perceberá adiante, quando o clarão da máquina do mundo lhe oferecer «essa total explicação da vida, / esse nexos primeiro e singular» que nunca conseguira atingir a sós. A descrença, a ausência de fé, o desinvestimento na transcendência, contudo, levam o poeta a renunciar à iluminação que experimenta nessa estrada de Minas, «como se um dom tardio já não fora / apetecível». O sujeito moderno, digamos, é por definição tardio, ou melhor, está condenado a chegar tarde ao encontro com a revelação.

É também esta ambiguidade da imagem da luz que surge no famoso poema com que Camilo Pessanha abre a sua *Clepsydra*, obra com uma primeira edição (problemática) em 1920, mas reunindo poemas escritos anos antes:

Eu vi a luz em um paiz perdido.

A minha alma é languida e inerme.

Oh! Quem pudesse deslizar sem ruido!

No chão sumir-se, como faz um verme... (Pessanha, 1995, p. 75)

O efeito de contextualização, suposto pelas palavras «em um país perdido», tem levado muitos leitores a ler o verso inicial como uma referência ao Portugal deprimido da transição do século XIX para o XX. Porém, ao ativarmos o sentido implícito, porque metafórico, que a expressão «ver a luz» suscita em português, percebemos que o mais provável é que o verso nada debite do contexto histórico e político, leitura que, aliás, os três versos seguintes expulsam. Pessanha é um grande explorador dos países perdidos da alma e da mente, esses países lânguidos, silenciosos e inermes de que nos falam os versos seguintes do poema, pelo que, mais uma vez, nem o país tem de ser Portugal nem a luz, aqui, é necessariamente matéria.

Coisa bem diferente é a que sucede em Cesário Verde, sobretudo no grande poema, de 1880, «O sentimento de um ocidental». O poema é, todo ele, uma fenomenologia dos efeitos de luz, e de uma fase histórica da iluminação urbana, produzida então pelo gás, no final do século XIX, em Lisboa. Para isso é estratégica a escolha da fase do dia, ao anoitecer, o que permite explorar toda uma gama de estados lumínicos. Vejamos o início tão conhecido:

Nas nossas ruas, ao anoitecer,
Há tal soturnidade, há tal melancolia,
Que as sombras, o bulício, o Tejo, a maresia
Despertam um desejo absurdo de sofrer.

O céu parece baixo e de neblina,
O gás extravasado enjoa-nos, perturba;
E os edifícios, com as chaminés, e a turba
Toldam-se duma cor monótona e londrina.

Batem carros de aluguer, ao fundo,
Levando à via-férrea os que se vão. Felizes!
Ocorrem-me em revista, exposições, países:
Madrid, Paris, Berlim, S. Petersburgo, o mundo! (Verde, 2006, p. 132)

Toda uma estampa do século XIX está aqui, entre a «cor monótona e londrina», as grandes exposições e a globalização que encurta o mundo — e, claro, o gás que ilumina, mas (e esse é o preço a pagar) extravasa e enjoa. A fenomenologia dos efeitos da luz é acentuada quando, na secção II do poema, a iluminação contrasta com as trevas — «a nódoa negra e fúnebre» — do Portugal clerical:

A espaços, iluminam-se os andares,
E as tascas, os cafés, as tendas, os estancos
Alastram em lençol os seus reflexos brancos;
E a lua lembra o circo e os jogos malabares.

Duas igrejas, num saudoso largo,
Lançam a nódoa negra e fúnebre do clero:
Nelas esfumo um ermo inquisidor severo,
Assim que pela história eu me aventuro e alargo. (id., pp. 133–134)

De resto, o grande poema de Cesário produz um catálogo de fontes de luz na Lisboa de então, que inclui «lâmpioes distantes», «candelabros» que se

apagam «como estrelas, pouco a pouco», ou guardas que revistam escadas e «Caminham de lanterna». Mais importante, porém, é a forma como o texto ilustra o *dictum* de Marshall McLuhan, «O meio é a mensagem», quando nos mostra como a vida noturna nas cidades (aquilo a que passaremos a chamar «a noite», como na expressão «curtir a noite») é função da luz, esse meio sem conteúdo e que todavia muda o devir do mundo:

Triste cidade! Eu temo que me avives
Uma paixão defunta! Aos lampiões distantes,
Enlutam-me, alvejando, as tuas elegantes,
Curvadas a sorrir às montras dos ourives.

E mais: as costureiras, as floristas
Descem dos *magasins*, causam-me sobressaltos;
Custa-lhes a elevar os seus pescoços altos
E muitas delas são comparsas ou coristas.

E eu, de luneta de uma lente só,
Eu acho sempre assunto a quadros revoltados:
Entro na *brasserie*; às mesas de emigrados,
Joga-se, alegremente e ao gás, o dominó. (id., pp. 134–135)

Nesta linha, que, se calhar, é a que se esperaria que eu desenvolvesse, talvez pudéssemos terminar com um texto escrito no dia 8 de março de 1914 por Fernando Pessoa. O poeta viria a chamar a esse dia, em carta escrita mais de vinte anos depois, o seu «dia triunfal», já que nessa data teria concebido os heterónimos e escrito alguns dos maiores poemas de cada um deles. Para o meu propósito, lembro que Pessoa declara ter tido então a revelação de Alberto Caeiro e escrito, à mão e de pé, apoiado numa cómoda, «O guardador de rebanhos», esse imenso poema de um poeta natural como as árvores, as flores e os rios; e, logo a seguir, porém, ter-se sentado e escrito, à máquina, a «Ode triunfal», de Álvaro de Campos. O poema começa assim:

À dolorosa luz das grandes lâmpadas elétricas da fábrica
Tenho febre e escrevo.
Escrevo rangendo os dentes, fera para a beleza disto,
Para a beleza disto totalmente desconhecida dos antigos. (Campos, 2002, p. 81)

Não há aqui, de facto, como diria Tanizaki, qualquer refúgio de sombra: a própria luz se torna agora dolorosa e, como diria Derrida, trata-se também de produzir o corpo que a luz elétrica e o mundo mecânico exigem:

Ah, poder exprimir-me todo como um motor se exprime!
Ser completo como uma máquina! (id., p. 82)

Em todo o caso, permito-me terminar antes com Franz Kafka e com a grande cena da catedral, no romance *O Processo*, de 1925. A personagem central, K., está numa catedral e necessita, para se orientar na profunda escuridão da Igreja, de uma lanterna que leva consigo. O padre grita o seu nome, ao fundo, e K. vai ao seu encontro. Falam do seu processo, no qual o padre tem um papel relevante, e a certa altura, perante a obstinada incompreensão de K. quanto às razões do processo, o padre diz-lhe: «Não és então capaz de ver um palmo à frente do nariz?» De imediato, para o ajudar a ver, o padre diz o apólogo «Diante da lei», que Kafka publicara como um conto, antes de concluir *O Processo*. O início do texto é conhecido:

Diante da Lei está um guarda-portão. Um homem do campo dirige-se a este guarda-portão e pede para entrar na Lei. Mas o guarda-portão diz que, agora, não o pode deixar entrar. Então o homem reflete e pergunta se, portanto, lhe será permitido entrar mais tarde. «É possível», diz o guarda-portão, «mas agora não». (Kafka, 2006, p. 245)

O homem do campo morrerá à porta da Lei, sem conseguir entrar nela. E, à beira da morte, já velho, reconhecerá «na escuridão um brilho que irrompe da porta da Lei de uma forma indelével» (id., p. 246). Segue-se a imediata interpretação do apólogo por K., como é de lei nos textos de natureza alegórica, interpretação que o padre contesta e reprime, como é de lei também na Igreja

(«Tu não respeitas suficientemente o texto e alteras a história», diz ele, do lado da filologia e do dogma). Gostaria de transcrever a extraordinária passagem da despedida dos dois:

Continuaram a andar silenciosamente durante algum tempo, K. manteve-se bem junto ao padre sem saber, no meio da escuridão, onde estava. A lâmpada que segurava apagara-se há muito. Subitamente, mesmo em frente dele, reluziu a imagem de prata de um santo, para logo a seguir se desvanecer de novo na escuridão. A fim de não ficar totalmente dependente do padre, K. perguntou-lhe: «Não estamos agora perto da entrada principal?» «Não», disse o padre, «estamos bastante longe dela. Já te queres ir embora?» Embora K. não tivesse naquele preciso momento pensado nisso, disse imediatamente: «Certamente, tenho que me ir embora. Sou gerente de um banco, estão à minha espera, vim apenas para mostrar a catedral a um correspondente estrangeiro». «Bem», disse o padre, estendendo a mão a K., «então vai». «Não sou capaz de me orientar sozinho no meio desta escuridão», disse K. «Vai à esquerda, em direção à parede», disse o padre, «depois, continua ao longo da parede sem te afastares dela e encontrarás uma saída*». (id., pp. 253–254)

Sem lâmpada nem luz interior, inteiramente incapaz de se orientar sozinho na escuridão da Igreja, K. termina a tatear a parede da catedral até à porta, tal como o faria um cego. Num certo sentido, e termino, a literatura moderna vive entre a «dolorosa luz das grandes lâmpadas elétricas da fábrica», de Álvaro de Campos, e a cegueira de K. na catedral. Como se nenhuma luz elétrica pudesse iluminar o coração das trevas da condição humana, e como se a luz da revelação, nas palavras de Drummond, fosse hoje um dom tardio e inapetecível.

Referências

- ANDRADE, C. D. de (2006). *Claro Enigma*. Edição e posfácio de Abel Barros Baptista. Lisboa: Curso Breve de Literatura Brasileira; Livros Cotovia.
- CAMÕES, L. de (1975). *Os Lusíadas*. Edição organizada por Emanuel Paulo Ramos. Porto: Porto Editora.

- CAMPOS, Á. de (2002). *Poesia*. Edição de Teresa Rita Lopes. Obras de Fernando Pessoa. Lisboa: Assírio & Alvim.
- DERRIDA, J. (1999). *No escribo sin luz artificial*. Valladolid, Espanha: Cuatro Ediciones.
- HOMERO (2003). *Odisseia* (F. Lourenço, Trad.). Lisboa: Livros Cotovia.
- KAFKA, F. (2006). *O Processo* (A. Gonçalves, Trad.). Lisboa: Assírio & Alvim.
- LEZAMA LIMA, J. (1992). *Poesia*. Edición de Emilio de Armas. Madrid: Catedra.
- PESSANHA, C. (1995). *Clepsydra*. Edição crítica de Paulo Franchetti. Lisboa: Relógio d'Água.
- TANIZAKI, J. (2008). *Elogio da Sombra* (M. G. Moreira, Trad.). Lisboa: Relógio d'Água.
- VERDE, C. (2006). *Cânticos do Realismo e outros poemas. 32 Cartas*. Edição de Teresa Sobral Cunha. Lisboa: Relógio d'Água.
- VIEIRA, P.^e A. (2013). *Obra Completa* (J. E. Franco, P. Calafate, Direção), Tomo II, Vol. IV. Círculo de Leitores.
- VIEIRA, P.^e A. (2014a). *Obra Completa* (J. E. Franco, P. Calafate, Direção), Tomo II, Vol. X. Círculo de Leitores.
- VIEIRA, P.^e A. (2014b). *Obra Completa* (J. E. Franco, P. Calafate, Direção), Tomo II, Vol. XI. Círculo de Leitores.

LUÍS MIGUEL BERNARDO

ORCID: 0000-0002-1429-3698

Departamento de Física e Astronomia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

lmbernar@fc.up.pt

CAPÍTULO 7

HISTÓRIA DO CONHECIMENTO SOBRE A LUZ

HISTORY OF LIGHT KNOWLEDGE

RESUMO: Neste artigo são apresentadas as várias teorias da luz desenvolvidas ao longo da História da Humanidade, desde uma visão transcendental a uma percepção da sua natureza eletromagnética e sua interação com a matéria.

Palavras-chave: luz, teorias, História da Humanidade

ABSTRACT: In this paper we present the various theories of light developed throughout the history of humanity, from a transcendental view to a perception of its electromagnetic nature and its interaction with matter.

Keywords: light, theories, History of Humanity

O homem primitivo percebeu que a luz tinha uma importância fundamental para a vida e integrou-a, juntamente com o fogo, o Sol e outros astros, nas suas mitologias e concepções religiosas ou simbólicas. A luz opunha-se às trevas e era símbolo do bem na luta contra o mal. Entre os egípcios, o Sol foi proclamado deus único com o nome Aton durante o reinado de Amenhotep IV que trocou o nome para Akhenaton («aquele que agrada a Aton»). O Sol integrou a hierarquia mitológica de todas as principais civilizações e culturas pré-cristãs e foi o deus principal dos povos pré-colombianos da América. Muitos acreditam que as religiões monoteístas, incluindo a religião cristã, não são mais que adaptações das velhas religiões solares, o que justificaria a importância simbólica da luz nas atuais tradições religiosas e liturgias (Dupuis, 1821; Braga, 1880).

Com o surgimento da ciência grega no século VI a.C., a luz começou a ser interpretada como um fenómeno natural e foi explicada por diferentes formas, de acordo com as diversas teorias da visão. Segundo Aristóteles, «lux est actus perspicui, ut est perspicuum» («a luz é o ato do corpo transparente considerado como tal») (Duburgua, 1803 a) e, portanto, sendo apenas uma qualidade ativa dos meios transparentes, não possuiria natureza física. Perante tais palavras, Pierre Bayle (1647–1706) terá comentado: «haverá alguma coisa no Mundo mais obscura do que esta definição?» (Ozanam, 1725 a). No princípio do século XVIII, o padre jesuíta português Inácio Vieira interpretou a frase de Aristóteles desta forma (Vieira, 1717 a):

«O lume [luz exterior] he hũ acto, ou efficasia, ou huã serto modificação do perspicuo [meio transparente]: a saber he modificação do diafano por cuja cauza de tal sorte se move a potencia viziva proximè, que a alma sente, e ve não o tal diafano, mas o principio porque se modifica, e se qualifica o tal diáfano».

Este mesmo autor reconhecia que, apesar dos esforços dos muitos comentadores, «ainda fica a natureza da lus muito escura, donde nascerão varias oppinioeñs sobre a mesma natureza tendo cada huã seos patronos, e não de pouca nota» (Vieira, 1717 b).

Apesar de obscura, a concepção aristotélica dominou as culturas árabe e ocidental desde a Antiguidade à Idade Moderna. É verdade que alguns filósofos deste período propuseram concepções alternativas. Para o epicurista Lucrecio (ca. 99 a.C.–ca. 55 a.C.), a luz era constituída por átomos lisos que saltavam e ressaltavam uns sobre os outros, deixando entre si grandes intervalos (Denizet, 1928). Lactâncio (ca. 240–ca. 320) afirmava que a luz não podia existir sem fogo e que este era o elemento e o princípio daquela (Ozanam, 1725 b). João Filipono, um filósofo ativo em Alexandria no período de 520 a 550 d.C., mostrou um grande ceticismo sobre a concepção aristotélica, tendo afirmado que a luz não podia ser o estado de um ser, porque tem propriedades e produz efeitos como o calor que se concentra no foco de um espelho côncavo. Houve igualmente filósofos árabes que propuseram teorias alternativas para a luz. Alhazen considerava que esta era constituída por pequenas esferas materiais, o que permitia justificar os seus efeitos. Num importante comentário ao

livro de ótica de Alhazen, al-Farisi propôs para a luz uma teoria ondulatória como alternativa à teoria corpuscular (Sayili, 1940; Khan, 2007; Rashed, 1990; Rashed, 1997). No entanto, todas estas ideias não conseguiram vencer a autoridade que tinha o grande Aristóteles.

A primeira teoria que abalou a concepção aristotélica deve-se a Descartes, que a enquadrou numa teoria cosmogónica geral segundo a qual a matéria é constituída por três elementos. A luz seria uma «tendência para o movimento» propagando-se instantaneamente num meio subtil e elástico, constituído por partículas do «segundo elemento» que ocupavam todo o espaço incluindo os poros dos corpos sólidos. As partículas do «primeiro elemento», que constituíam o vórtice do Sol, estariam em agitação constante e transmitiriam instantaneamente essa agitação às partículas do «segundo elemento» sob a forma de uma pressão radial que constituiria a luz. Os raios luminosos não seriam mais que simples linhas seguidas por esta ação no seu movimento (Bernardo, 2005 a).

Tendo como suporte a teoria cartesiana, foram surgindo novas ideias sobre a luz e os seus fenómenos. Christiaan Huygens (1629–1695) explicou a refração e a birrefringência no âmbito da concepção ondulatória. Robert Hooke (1635–1703) realçou o conceito de frente de onda, introduzido pelo matemático jesuíta Gaston Pardies (1636–1673), ao comparar o movimento da luz com o movimento de uma onda (impulso) na superfície da água.

A teoria cartesiana mostrava, porém, muitas fragilidades (Bernardo, 2005 a). Em 1672, Newton apresentou à Royal Society de Londres uma carta com a sua nova teoria da luz e das cores. Negava a concepção peripatética e afirmava que a luz era uma substância constituída por corpúsculos em movimento emitidos pelas fontes. Perante a teoria ondulatória, Newton optou pela teoria corpuscular por entender que a propagação retilínea demonstrava à evidência que a luz não podia ser uma onda. Este argumento era habitualmente utilizado por quem se opunha à teoria ondulatória (Duburgua, 1803 b). A teoria corpuscular, também conhecida como teoria emissionista, não foi bem-recebida entre os académicos britânicos e, por toda a parte, teve muitos detratores. No entanto, acabou por se impor, tanto pela coerência e confirmação experimental como pela autoridade científica do seu autor. Depois de 1704, data em que Newton publicou o livro *Opticks*, a teoria corpuscular tornou-se

dominante tendo assim continuado até ao início do século XIX. Foi contestada apenas por muito poucos, entre os quais o famoso matemático Leonhard Euler (1707–1783) que se manteve fiel à teoria das ondas.

No início do século XIX, a teoria ondulatória ressurgiu muito mais bem fundamentada, física e matematicamente. Na elaboração desta teoria destacaram-se homens como Thomas Young (1773–1829), Augustin-Jean Fresnel (1788–1827) e François Arago (1786–1853), entre outros. Depois de ter experimentado e analisado alguns fenómenos de interferência e de difração. Young explicou-os corretamente atribuindo-lhes um caráter ondulatório. Fresnel mostrou que a luz, ao embater no bordo de um obstáculo, sofria o fenómeno da difração e não se propagava rigorosamente em linha reta. A explicação cabal dos fenómenos de interferência e de difração deram à teoria ondulatória uma grande credibilidade. Dentro do paradigma mecanicista do século XIX, a luz ficou perfeitamente definida como um fenómeno ondulatório mecânico que necessitava de um suporte para se propagar. Esse suporte era o éter, que apresentava, no entanto, propriedades mecânicas estranhas, fluidez perfeita e rigidez absoluta (Bernardo, 2005 b).

Com os importantes conhecimentos obtidos no século XIX sobre a eletricidade, o magnetismo e o eletromagnetismo, os físicos começaram a admitir que a luz pudesse ter alguma semelhança com esses fenómenos, visto que era afetada, por exemplo, por um campo magnético no efeito magneto-ótico de Faraday (1845). Ao elaborar a sua teoria eletromagnética, Maxwell concluiu, em 1864, que as velocidades das ondas eletromagnéticas e da luz tinham o mesmo valor, cerca de 300 mil km/s. Mais tarde Heinrich Hertz e outros investigadores mostraram que fenómenos luminosos como a reflexão, refração, interferência e difração ocorriam igualmente com as ondas eletromagnéticas. Com base nestes conhecimentos, concluiu-se que a luz e as ondas eletromagnéticas tinham a mesma natureza ondulatória, diferindo apenas no valor da frequência ou, noutras palavras, do comprimento de onda.

No fim do século XIX, quando a natureza da luz parecia estar definitivamente estabelecida, novos factos obrigaram à sua reformulação. Efetivamente, as curvas experimentais da emissão do corpo negro não se ajustavam às previsões das teorias existentes. Para as explicar Planck teve de assumir que a energia dos osciladores ressonantes, que constituíam o corpo negro, era emitida

em quantidades discretas a que chamou *quanta* de energia. Esta hipótese dos *quanta* foi mais tarde utilizada por Einstein, para explicar o efeito fotoelétrico (1905), e por Bohr, para fundamentar a sua teoria atômica e para justificar as riscas de emissão do hidrogénio e do hélio (1913). Compton serviu-se dela para explicar o efeito que tem o seu nome (1923). Nestes tempos, instalou-se entre os físicos a ideia de que a luz era constituída por *quanta* nos casos de interação com a matéria e mantinha a natureza ondulatória nos casos de propagação. A quantificação, ou quantização, do campo eletromagnético, realizada por Paul Dirac em 1927, integrou definitivamente os dois conceitos: o campo e os *quanta* de energia, ou fotões. A palavra «fotão» foi introduzida na literatura científica pelo químico Gilbert N. Lewis em 1926, mas com um significado diferente do «pacote de energia» ou *quantum* de Planck e Einstein. Lewis afirmava que era uma partícula real que podia estar ligada a um átomo e ser transferida para outro, negando até que fosse o *quantum* de luz.

O fotão tem sido estudado como uma entidade quântica, mas ainda não foi possível estabelecer uma teoria totalmente coerente e suficientemente bem fundamentada nas várias áreas envolvidas: a quantificação do campo eletromagnético, a mecânica quântica, a eletrodinâmica quântica e a teoria da relatividade. Várias interpretações físicas lhe têm sido atribuídas. Numa delas, o fotão é definido como uma excitação elementar de um modo simples do campo eletromagnético quantificado, isto é, uma onda plana monocromática. Neste caso, o fotão é caracterizado por três grandezas — energia, quantidade de movimento e *spin* — que equivalem às três grandezas características de uma onda plana monocromática: frequência, vetor de onda e polarização, respetivamente. Nesta interpretação, a natureza corpuscular do fotão perde-se completamente visto que, pelo princípio da complementaridade de Bohr, um estado bem definido, em termos de energia e quantidade de movimento, fica completamente indefinido em termos de tempo e espaço. Ora um fotão pode ser experimentalmente detetado num dado instante e num determinado ponto. Para explicar esta realidade, o fotão terá que ser considerado como uma sobreposição de estados (Zajone, 2008), isto é, um grupo de ondas, mais ou menos localizado no espaço-tempo, que pode ser descrito por meio da teoria normal do campo quântico (Chan, 2002; Lounis, 2005; Fedorov, 2005). Numa outra interpretação — apropriada para explicar fenómenos de absor-

ção e emissão — o fóton é visto como uma partícula com energia quantificada (Muthukrishnan, 2008 a). Neste caso, é suposto que tenha uma função de onda mas, apesar dos esforços que têm sido feitos desde os primórdios da mecânica quântica, não tem sido possível ultrapassar as dificuldades de natureza teórica para formular plenamente uma função de densidade de probabilidade semelhante à de outras partículas (Smith, 2007; Muthukrishnan, 2008 b; Mohr, 2010). A função de onda de densidade de energia, baseada no campo vetor de Riemann-Silberstein, é uma interessante alternativa àquela função (Bialynicki-Birula, 1994; Sipe, 1995; Hawton, 2007). É consensual que a descrição do fóton não está ainda totalmente estabelecida, mas isso não tem impedido o progresso do conhecimento das suas características e dos fenómenos a ele associados.

Para concluir, pode afirmar-se que, ultrapassada a fase das concepções sobrenaturais, o conhecimento científico sobre a luz resultou, em primeiro lugar, de um empirismo baseado na observação e no papel que ela claramente desempenha na visão. Desde a Antiguidade, considerou-se que a luz, como entidade física, poderia ter uma natureza corpuscular (fundamentada em teorias atomistas) ou ondulatória (em analogia com o som). No período da ciência moderna, estas duas concepções, após terem sofrido evoluções independentes, acabaram por se fundir na atual concepção onda-partícula, cuja interpretação não está ainda concluída. Em todo este processo histórico da evolução do conhecimento da luz, as ruturas de paradigma foram sempre motivadas pela necessidade de adaptar os modelos teóricos aos resultados experimentais. As atuais técnicas experimentais, caracterizadas por um elevado controlo e fina precisão nas medidas, estão a exigir dos modelos teóricos uma complexidade crescente, o que permite, conseqüentemente, obter um conhecimento mais profundo sobre a natureza da luz.

Referências

- BERNARDO, L. M. (2005 a). *Histórias da Luz e das Cores* (Vol. 1, pp. 310–311). Porto: Editora da Universidade do Porto.
- BERNARDO, L. M. (2005 b). *Histórias da Luz e das Cores* (Vol. 1, pp. 623–629). Porto: Editora da Universidade do Porto.

- BIALYNICKI-BIRULA, I. (1994). On the Wave Function of the Photon. *Acta Physica Polonica*, 86, 97–116.
- BRAGA, T. (1880). *Origens Poeticas do Christianismo*. Porto: Livraria Universal de Magalhães & Moniz, Editores.
- CHAN, K. W., LAW, C. K., & EBERLY, J. H. (2002). Localized single-photon wave functions in free space. *Physical Review Letters*, 88, 100402/1–4.
- DENIZET, F. (1928). *Lucrece et les Nouvelles Connaissances Scientifiques* (pp. 4–5). Marseille: Académie de Maseille, Au Siège de l'Academie.
- DUBURGUA, A. P. J.(1803 a). *Le Newtonianisme de l'Amitié ou Lettres Philosophiques sur la Lumière et les Couleurs*. Paris: Imprimerie de P. A. Allut 152.
- DUBURGUA, A. P. J. (1803 b). *Le Newtonianisme de l'Amitié ou Lettres Philosophiques sur la Lumière et les Couleurs* (pp. 69–70). Paris: Imprimerie de P. A. Allut.
- DUPUIS (1821). *Abrégé de l'Origine de Tous les Cultes* (pp. 259–371). Paris: Chez Étienne Ledoux, Libraire.
- FEDOROV, M. V., EFREMOV, M. A., KAZAKOV, A. E., CHAN, K. W., LAW, C. K., & EBERLY, J. H. (2005). Spontaneous emission of a photon: Wave-packet structures and atom-photon entanglement. *Physical Review A*, 72(3), 032110.
- HAWTON, M. (2007). Photon wave mechanics and position eigenvectors. *Physical Review A*, 75(6), 062107.
- KHAN, S. A. (2007). Arab Origins of the Discovery of the Refraction of Light. *Optics & Photonics News*, 18(10), 23.
- LOUNIS, B., & ORRIT, M. (2005). Single-photon sources. *Reports on Progress in Physics*, 68(5), 1129–1180.
- MOHR, P. J. (2010). Solutions of the Maxwell equations and photon wave functions. *Annals of Physics*, 325, 607–663.
- MUTHUKRISHNAN, A., SCULLY, M. O., & ZUBAIRY, M. S. (2008 a). The Concept of the Photon — Revisited. In C. Roychoudhuri, A. F. Kracklauer & K. Creath (Eds.), *The Nature of Light: What is a Photon?* (p. 56). Florida, EUA: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- MUTHUKRISHNAN, A., SCULLY, M. O., & ZUBAIRY, M. S. (2008 b). The Concept of the Photon — Revisited. In C. Roychoudhuri, A. F. Kracklauer & K. Creath (Eds.), *The Nature of Light: What is a Photon?* (pp. 54–55). Florida, EUA: CRC Press, Taylor & Francis Group.

- OZANAM, J. (1725 a). *Recreations mathematiques et physiques*, Tomo IV (p. 27). Paris: Chez Claude Jombert.
- OZANAM, J. (1725 b). *Recreations mathematiques et physiques*, Tomo IV (p. 1). Paris: Chez Claude Jombert.
- RASHED, R. (1990). A Pioneer in Anaclastics: Ibn Sahl on Burning Mirrors and Lenses. *Isis*, 81(3), 464.
- RASHED, R. (1997). L'optique géométrique. In R. Rashed (Dir.), *Histoire des Sciences Arabes*, 2 — *Mathematiques et Physique* (p. 317). Paris: Seuil.
- SAYILI, A. M. (1940). Al Qarafi and His Explanation of the Rainbow. *Isis*, 32(1), 26.
- SIPE, J. E. (1995). Photon wave functions. *Physical Review A*, 52, 187–1883.
- SMITH, B. J., & RAYMER, M. G. (2007). Photon wave functions, wave-packet quantization of light, and coherence theory. *New Journal of Physics*, 9(414), 3.
- VIEIRA, I. (1717 a). *Tratado da Dioptrica*, Manuscrito BNP COD. 5165 (p. 355). Lisboa: Biblioteca Nacional de Portugal, §35.
- VIEIRA, I. (1717 b). *Tratado da Dioptrica*, Manuscrito BNP COD. 5165 (p. 346). Lisboa: Biblioteca Nacional de Portugal, §17.
- ZAJONE, A. (2008). Light Reconsidered. In C. Roychoudhuri, A. F. Kracklauer & K. Creath (Eds.), *The Nature of Light: What is a Photon?* (p. 6). Florida, EUA: CRC Press, Taylor & Francis Group.

MARIA ANTÓNIA LOPES

ORCID: 0000-0002-8485-4649

Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

lopes.mariantonia@gmail.com

CAPÍTULO 8

A HISTÓRIA ENQUANTO LUZ E A LUZ NA HISTÓRIA

HISTORY AS LIGHT AND LIGHT IN HISTORY

RESUMO: Começando por recordar que a palavra História tem dois sentidos, o do passado vivido pelos humanos — que se reporta não apenas aos acontecimentos factuais, mas também às crenças, reflexões, sentimentos, vida material, quotidianos privados e públicos — e o do conhecimento que se tem sobre esse passado que a historiografia pesquisa, reconstrói, explica, problematiza e interpreta, abordar-se-á a História e a luz em duas vertentes: 1.^a, o saber histórico que em progressivo alargamento dos seus campos de análise e de metodologias ilumina o passado esquecido e corrige as distorções da memória — e por isso a História é luz do passado e luz do presente; 2.^a, a luz na História (enquanto passado), nos quotidianos das pessoas comuns. Não se trata da história da luz enquanto técnica (dos progressos das inovações), nem da percepção da luz enquanto símbolo, mas sim de procurar a relação dos humanos com a luz no uso de objetos que lhes permitiram combater a escuridão, pesquisa que, entre muitas outras, a disciplina da história da cultura material tem aprofundado.

Palavras-chave: História, Historiografia, Memória, Cultura material, Iluminação

ABSTRACT: This paper begins by recalling that the word History has two meanings: the past as lived by humans — not only the factual events but also beliefs, thoughts, feelings, material life, and private and public daily life; and knowledge of the past, namely, the ways by which historiography researches, reconstructs, explains, discusses and interprets it. The essay approaches History and Light in two different ways: as historical knowledge, which by a gradual expansion of its fields of analysis and methodologies illuminates the forgotten past and corrects the distortions of memory — and thus, History is light of the past and light of the present; furthermore, as light in history (the past as lived), in ordinary people's everyday's life. I shan't be addressing the History of light as technique (of progress or innovations) nor the perception of light as a symbol but rather the relationship of humans with light through the use of objects that allowed them to fight against darkness. This is a line of inquiry — among many others —, which the discipline of History of Material Culture is pursuing nowadays.

Keywords: History, Historiography, Memory, Material Culture, Lighting

Falar de História e luz, eis o desafio que me lançaram. Não é fácil corresponder, evitando abordar a luz enquanto símbolo de transcendência, de espiritualidade, de verdade ou de conhecimento, uma vez que a Filosofia e a Teologia são conferências previstas neste Colóquio. Como o são também as abordagens da evolução histórica dos progressos da iluminação, isto é, a história das inovações técnicas. Decidi, portanto, seguir dois vetores, tendo sempre presente que me dirijo a um público culto mas não especialista em História: refletir sobre a História enquanto luz e sobre a luz nos quotidianos das pessoas nas sociedades pré-industriais.

8.1. A História enquanto luz

A palavra *História* tem dois sentidos, o do passado vivido pelos humanos — que se reporta não apenas aos acontecimentos factuais, mas também às crenças, reflexões, sentimentos, relações sociais, vida material, quotidianos privados e públicos, etc. — e o do conhecimento que se tem sobre as vivências humanas do passado que a historiografia pesquisa, reconstrói, explica, compreende, problematiza e interpreta. Normalmente, o público em geral não confunde estes dois significados, embora nem sempre tenha plena consciência deles, mesmo quando usa o vocábulo nas suas duas aceções. Mais imprecisa é a distinção, nem sempre feita pelos não especialistas, entre história e memória. O passado humano pode estar completamente perdido no esquecimento (e portanto ausente da memória e das nossas representações), como pode estar deturpado pela memória, que assim recria a história, que crê ser fidedigna, nos seus dois sentidos, o do passado humano e o que os historiadores descobriram sobre esse passado. É claro que tanto o que se desconhece como o que se distorce é realidade presente que nos configura. Assim sendo, o saber histórico é luz do passado e luz do presente porque em progressivo alargamento dos seus campos de análise e de metodologias ilumina o passado esquecido e corrige as distorções da memória.

Já desde meados do século XX que a História (ciência) recusa ser a versão redutora até aí praticada que só cuidava em saber dos grandes, fossem eles políticos, militares, intelectuais ou artistas, personagens iluminadas já na sua

época, iluminadas pela memória que as reteve e iluminadas pela História tradicional. Recusa também ser apenas a dos grandes movimentos macroeconómicos, sociais e ideológicos. Os historiadores de hoje atuam como se houvessem feito sua linha programática a notável e conhecida asserção da personagem de Terêncio (século II a.C.) «nada do que é humano me é alheio». Sem prescindir de todos aqueles campos de investigação, a História abriu-se a novos objetos e novas abordagens, trazendo à luz as pessoas anónimas, as mulheres, as crianças, os pobres, os doentes, a vida privada com os sentimentos e atitudes familiares, a sexualidade, os medos, as atitudes perante a morte, as relações com os animais, etc. — tudo isto procurado nos diversos grupos sociais.

Não podemos esquecer que na globalidade das sociedades ocidentais da Idade Moderna (séculos XV–XVIII/1.^{as} décadas do XIX), a nobreza e o clero representariam apenas entre 2 a 6% da população, a burguesia entre 8 a 12% no Ocidente europeu e apenas 2 a 3% na Europa de Leste. Assim sendo, as classes populares situavam-se sempre acima ou muito acima dos 80%. Não esqueçamos também que 70 a 95% da população europeia era constituída por camponeses.

Um exemplo do alargamento dos campos de análise historiográfica e de como o domínio das suas conclusões poderia evitar tantos dogmatismos e intolerâncias atuais é a história das famílias. Porque o público em geral (e tantos cientistas sociais que não são historiadores) faz a transposição da memória viva entre os mais velhos para um passado anterior, afirma-se que nos dias de hoje temos realidades familiares totalmente novas porque as pessoas casam muito mais tarde, a dimensão das famílias reduziu-se drasticamente, a sua estrutura simplificou-se (centrando-se no seu núcleo de pais e filhos, quando «antigamente» seriam estruturas complexas com vários núcleos e gerações a coabitar), os velhos deixaram de ser cuidados na família, a duração da vida conjugal encurtou devido aos divórcios, lidando nós agora com a novidade de famílias monoparentais ou de casais com filhos que não são de ambos. Na verdade, salvo nas elites, no Ocidente europeu da Idade Moderna casava-se aos 26–28 anos, a estrutura das famílias era nuclear, a sua dimensão não passava de 3 a 4 pessoas, a duração da vida conjugal era coartada pela mortalidade, sendo portanto banais as famílias monoparentais e as segundas núpcias, que

traziam consigo a coabitação de filhos de pais diferentes ou de meios-irmãos (cf., entre outros, Lebrun, 1992; Flandrin, 1994; Rodrigues, 2008).

Outro erro/mito muito comum, que também decorre da colonização do conhecimento histórico (ou que acredita sê-lo) pela memória recente, é o que se pensa sobre as mulheres e o trabalho. Afirma-se que as mulheres entraram no mercado laboral durante o século XX ou finais do XIX porque até então estavam confinadas ao espaço doméstico. Na verdade, sem o trabalho das mulheres (como sem o dos homens) as economias pré-industriais paralisavam. À exceção das ordens/classes privilegiadas, que eram uma escassa minoria da população (insisto), as mulheres portuguesas e europeias que viviam nas sociedades pré-industriais produziam, transformavam, comercializavam, vendiam serviços. Associemos mulheres a trabalho, a rua, a desenvoltura e é isto que caracteriza a grande maioria da população feminina: camponesas sobretudo, mas também assalariadas rurais e urbanas, recoveiras, vendedoras nos mercados e ruas, comerciantes, lavadeiras, amas de crianças, enfermeiras, produtoras de alimentos, de tecidos, de vestuário, etc., integradas ou não no sistema de corporações de ofícios. O conceito de «homem ganha-pão da família» não passa de uma criação ideológica que só começou a ter alguma correspondência com a realidade com o crescimento das classes médias urbanas, fenómeno muito recente em termos históricos, da Época Contemporânea (Lopes, 2015).

Desde a Antiguidade que a História é considerada luz da verdade e mestra da vida — *lux veritatis, magister vitae* na formulação de Cícero (séculos II-I a.C.) — cujo conhecimento nos impediria de cair nos erros dos nossos antepassados. Não se defende aqui a mesma interpretação, que é uma ingenuidade do Mundo Antigo, explicável em boa parte pela sua conceção cíclica do tempo. Mas, de facto, o saber histórico permite-nos compreender o que no mundo em que vivemos é resquício, o que é permanência e o que é novidade. Conscientes da transitoriedade e multiplicidade de hábitos, crenças e valores, estamos mais preparados para não cair na intolerância e no dogmatismo. Usando a célebre metáfora medieval, permite-nos ser anões aos ombros de gigantes. Não porque consideremos os antepassados superiores a nós, como tantos humanistas do 1.º Renascimento pensavam, mas porque o conhecimento do passado humano nos permite ver melhor e mais longe,

se subirmos para os ombros desse saber. Ignorando-o, e na feliz formulação de Fernando Catroga, cai-se «num culto do presente, como se este fosse uma incessante eternidade, sem abertura para o passado e para o porvir [...] o] que exprime a perda de referências e o decréscimo da adesão dos indivíduos a identidades holísticas externas» (Catroga, 2006, p. 32).

8.2. A luz na História

Um dos atuais alargamentos temáticos da historiografia, que já se constituiu em disciplina, é o da História da Cultura Material, cujos resultados nos permitem abordar a luz nos quotidianos do passado. Não se trata da história da luz enquanto técnica, que é, na verdade, e como frisei, uma história das inovações, dos grandes feitos. Também não trata da história da percepção da luz enquanto símbolo, mas sim da busca da relação dos humanos com a luz no uso de objetos que lhes permitiram combater a escuridão, pesquisa que, entre muitas outras, a História da Cultura Material tem aprofundado.

A História só se faz com fontes, sendo fonte histórica todo e qualquer vestígio humano que chegou até nós produzido no período que investigamos. Vestígios estes que podem ser objetos, representações artísticas, textos de natureza administrativa, judicial, doutrinal, literária, etc. As fontes que nos permitem conhecer e perceber a relação material dos humanos com a luz variam, obviamente, com a época alvo de estudo. Para os séculos XV–XIX, que aqui irei abordar, destacam-se os inventários *post mortem* (realizados sempre que havia herdeiros menores ou para apurar heranças por via oficial), os inventários de bens sequestrados, os testamentos, as escrituras de hipoteca, os contratos matrimoniais, os textos descritivos (em geral, relatos de viajantes estrangeiros que se referem ao que para eles é desusado), a iconografia e os próprios artefactos conservados.

Contudo, estas fontes têm as suas fragilidades. A título de exemplo, como os suportes da luz eram em geral financeiramente irrelevantes nos interiores domésticos (porque dispendiosa eram a roupa pessoal, os móveis, os utensílios de cozinha e a roupa de cama, fundamental para garantir o calor), escapam com frequência à atenção dos inventariantes e testadores. Dito isto,

faça-se uma sùmula dos tópicos que se poderiam abordar ao tratarmos da luz no quotidiano europeu dos séculos XV–XIX.

Creio que em primeiro lugar há que não esquecer o acesso à luz natural nos interiores domésticos, que não foi fácil de alcançar porque o frio, a chuva e o calor que entravam pelas aberturas eram o preço a pagar pela claridade. Na Idade Média os conhecimentos técnicos não permitiam o fabrico de vidro completamente transparente e de grande superfície e por isso os vitrais eram feitos com pequenos pedaços de vidro colorido incrustados em chumbo, técnica muito dispendiosa, reservada aos templos e grandes palácios. Quando a dimensão e a limpidez das placas de vidro aumentaram, surgiram as janelas envidraçadas em caixilhos de metal ou madeira — o que data do século XVI, mas se restringe às regiões europeias mais desenvolvidas e aos grupos sociais favorecidos. Teremos de esperar mais 200 ou mesmo 300 anos para que se vulgarizem e isto porque para a grande maioria da população permaneceram tão inacessíveis como haviam sido os vitrais (Braudel, 1992, p. 258). Por isso os governantes, sempre inventivos quando se trata de arrecadação de impostos, impunham taxações sumptuárias às janelas, o que sucedia em Inglaterra e França ainda em finais do século XVIII (Sarti, 2001, p. 162).

Para a generalidade dos europeus, as janelas possuíam apenas portadas de madeira, que no tempo mais frio ou mais quente ou quando a chuva as fustigava tinham de permanecer fechadas, impedindo a entrada da luz. Por vezes, recorria-se a tecido ou papel encerado ou oleado. Ou, pura e simplesmente, as casas não eram dotadas de aberturas de luz, situação normal das habitações camponesas por toda a Europa, que eram espaços escuros, diminutos e insalubres e onde muitas vezes coabitavam humanos e animais porque acima de tudo eram lugares que tinham de oferecer abrigo e calor. Percebe-se, pois, que a posse de uma casa com janelas fosse elemento de diferenciação social, ao patentear como os seus proprietários tinham capacidade para garantir luz e calor nos seus lares. Na verdade, nem sempre assim era e o querer parecer podia implicar frio intenso nas casas, sobretudo nos edifícios de ostentação com compartimentos muito amplos e altos. É sabido que no inverno o vinho gelava na mesa do grande Luís XIV de França, o magnífico *rei-sol*, de facto impotente quando o verdadeiro sol não aquecia.

Passemos à «tirania das horas de escuridão» (Roche, 1999, p. 123). Atualmente, o ciclo diário e anual está homogeneizado porque a luz artificial permite dominar o contraste abrupto entre dia e noite, o que é conquista muito recente, do século XX para a maioria da população europeia. E, com esse domínio, veio o recuo de medos ancestrais (Delumeau, 1999, pp. 119–131) e o alargamento e uniformização dos tempos de trabalho e de lazer.

As casas, na maioria humildes, como tenho insistido, sem aberturas e frequentemente com uma só divisão, eram sobretudo iluminadas (e aquecidas) pela lareira, elemento central da habitação. Tão central que fogo também significava família e lar podia ser sinónimo de lareira. Outras formas de iluminação dos interiores domésticos eram as candeias e as velas. Mas estas luzes eram dispendiosas. Assim, as velas mais consumidas não eram de cera de abelha, mas de sebo, gordura animal, luzes de gente sem recursos porque fumarentas, mal cheirosas e de fraca luminosidade. E havia outras soluções, como velas de miolo de junco em certas zonas. O Sul da Europa produz azeite, mas este foi sempre um género caro e, naturalmente, como combustível para luz usava-se o que servira para frituras ou se tornara já rançoso demais para consumo.

As luzes eram perigosas e muitas cidades proibiam o trabalho noturno para evitar os incêndios, devastadores em aglomerados urbanos onde a madeira era o material de construção predominante. Só quando surge a iluminação doméstica em rede fornecida do exterior e que implicava suportes fixos da luz, as habitações passam a estar mais protegidas dos fogos. Mas este foi um processo lento que se iniciou no nosso país na segunda metade do século XIX apenas nas grandes urbes e, dentro destas, só atingindo os agregados com capacidade económica de pagar o fornecimento da energia, primeiro o gás e depois a eletricidade. A inovação começou, aliás, pela iluminação das ruas.

As primeiras cidades europeias com ruas iluminadas, a velas, foram Paris e Londres, a partir de 1667 (Delumeau, 1989, p. 546). Quanto a Portugal (Serrão, 1965; Silva Cordeiro, 2006), só mais de um século depois, em 1780, se instalaram em Lisboa os primeiros candeeiros públicos, ditos a azeite mas, na verdade, quase todos alimentados com óleo de peixe, de baleia ou de purgueira. Por constrangimentos orçamentais, a iluminação foi interrompida entre 1792 e 1801. Acesos de novo neste primeiro ano do século XIX, os lam-

piões a óleo vegetal ou animal funcionaram até 1870, coexistindo com os candeeiros públicos a gás (de carvão), que surgiram em Lisboa em 1848 e foram utilizados em certas zonas mais degradadas da capital até 1965 (por incrível que agora nos possa parecer). O gás, e depois a eletricidade, fornecidos em rede de abastecimento, permitiram levar essas inovações às habitações privadas. Entretanto, na década de 1890, aparecera ainda a iluminação pública a petróleo (querosene), cujos candeeiros se acenderam até 1930.

Passemos a outras cidades, tentando avaliar como em Portugal se foi lentamente ultrapassando o jugo da escuridão nos arruamentos urbanos. A iluminação pública das ruas do Porto, com lampiões de azeite, data de 1824. Em 1836 foi a vez de Coimbra, que instalou também candeeiros públicos alimentados a azeite depois substituído por óleo de purgueira. E na década seguinte, é a vez de Lamego, Braga, Vila Real, Guimarães, Aveiro, etc. Os meados do século são tempo da iluminação a gás, sendo pioneiras Lisboa em 1848 (como se disse), seguida do Porto em 1855 e de Coimbra e Braga em 1856. Antes de 1860 só estas quatro cidades portuguesas eram alumadas a gás, onde também se fornecia luz às casas particulares, por contrato. O edifício da fábrica do gás de Coimbra pode ainda ver-se, em estado muito degradado, no início da Rua Figueira da Foz.

Finalmente, a iluminação a eletricidade surge em Lisboa em 1891 e ainda nessa década em Braga, Vila Real, Funchal, Guarda e Faro. No Porto será em 1909 e em Coimbra dois anos depois. Mas Setúbal só em 1930 virá a ser dotado de iluminação elétrica. Nestas três últimas cidades (Porto, Coimbra e Setúbal) o gás coexistiu com a eletricidade até à década de 1930. Contudo, esta súpula de progressos técnicos aplicados nas cidades com consequências importantíssimas nos hábitos e nos sentimentos de segurança dos seus moradores, não pode distorcer outra realidade: as povoações rurais, onde em 1930 ainda viviam cerca de 80% dos portugueses, permaneciam nas trevas, tão desmunidas perante a noite como o eram há séculos.

Referências

- BRAUDEL, F. (1992). *Civilização material, economia e capitalismo. Séculos XV-XVIII. As estruturas do quotidiano*. Lisboa: Teorema.
- CATROGA, F. (2006). Ainda será a História mestra da vida?. *Estudos Ibero-Americanos*, 2, 7-34.
- DELUMEAU, J. (1989). *Rassurer et protéger: le sentiment de sécurité dans l'Occident d'autrefois*. Paris: Fayard.
- DELUMEAU, J. (1999). *La peur en Occident (XIVe-XVIIIe siècles). Une cité assiégé*. Paris: Hachette.
- FLANDRIN, J.-L. (1994). *Famílias, parentesco, casa, sexualidade na sociedade antiga*. Lisboa: Estampa.
- LEBRUN, F. (1992). *A vida conjugal no antigo regime*. Lisboa: Rolim.
- LOPES, M. A. (2015). Mulheres e trabalho em Coimbra (Portugal) no século XVIII e inícios do XIX. In J. J. Iglesias Rodríguez, R. M. Pérez García & M. F. Fernández Chaves (Coord.), *Comércio y cultura en la Edad Moderna* (pp. 1769-1787). Sevilla: Editorial Universidad de Sevilla.
- ROCHE, D. (1999). *História das coisas banais*. S.l.: Círculo de Leitores.
- RODRIGUES, T. F. (Coord.) (2008). *História da população portuguesa: das longas permanências à conquista da modernidade*. Porto: CEPES/Afrontamento.
- SARTI, R. (2001). *Casa e família. Habitar, comer e vestir na Europa Moderna*. Lisboa: Estampa.
- SERRÃO, J. (1965). Iluminação pública e privada. In J. Serrão (Dir.), *Dicionário de História de Portugal* (Vol. II, pp. 466-468). Lisboa: Iniciativas Editoriais.
- SILVA CORDEIRO, B. C. da (2006). *A iluminação pública em Lisboa e a problemática da história das técnicas*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Sociais – Universidade de Lisboa, Portugal.

JOÃO LUÍS J. FERNANDES

ORCID: 0000-0002-9419-631X

Departamento de Geografia e Turismo, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

CEGOT – Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território

jfernandes@fl.uc.pt

CAPÍTULO 9

A LUZ NAS PAISAGENS E NAS TERRITORIALIDADES. REFLEXÕES CULTURAIS E POLÍTICAS DESDE A GEOGRAFIA

THE LIGHT IN THE LANDSCAPES AND TERRITORIALITIES. CULTURAL AND POLITICAL REFLECTIONS FROM GEOGRAPHY

Versão alargada do texto publicado em *Rua Larga*, n.º 44 de outubro de 2015

RESUMO: A luz é um fator de diferenciação essencial no quotidiano de um geógrafo e diferencia paisagens, territórios e espaços (humanos e físicos).

A luz natural marca as diferentes cadências da Geografia, através do ritmo da terra e da sucessão dia/noite, dando-nos as mais diversas visões e vivências das diversas paisagens e usos do mesmo espaço geográfico. Para um geógrafo, a luz é representada espacialmente através das mais diversas formas e técnicas. Esta mesma luz, quando artificial contribuiu e contribui para o desenvolvimento de sociedades. Diferencia espaços urbanos de rurais, países desenvolvidos e em desenvolvimento. A luz, que para um geógrafo é também um fator de diferenciação espacial, para um cidadão comum é diferenciador de sentidos, vivências e memórias. Na vida de um geógrafo, como em todas as outras, a luz é um fator essencial que contribui para questões de ordenamento dos território e planos para o desenvolvimento territorial. Mas, essencialmente, a luz diferencia vivências humanas, através de sentidos, memórias de paisagens entre outras. Ou seja, a luz define territorialidades.

Palavras-chave: luz, paisagens, territorialidades

ABSTRACT: Light is a factor of essential differentiation in the daily life of a geographer. It differentiates landscapes, territories and spaces (human and physical). Natural light marks the different cadences of geography, through the rhythm of the day/night, giving us the most diverse visions and experiences of the diverse landscapes and uses of the same

geographic space. For a geographer, light is represented spatially through the most diverse forms and techniques for its representation. This same light, when artificial contributes to the development of societies. It differs urban areas from rural, developed and developing countries. The light, which for a geographer is also a spatial differentiation as an object of work, for an ordinary citizen is a differentiator of senses, experiences and memories. Whereby, in a geographer life, as in almost all others, light is an essential factor that clearly spatial planning issues, both physical or through territorial development plans. But essentially, it differentiates human experiences, through senses, memories of landscapes among others, that is, the light defines territorialities.

Keywords: light, landscapes, territorialities

Para um geógrafo, a luz é vista e percebida na forma como se projeta nas paisagens e nos territórios, como se expressa nas configurações espaciais e no modo como condiciona e orienta muitos dos comportamentos espaciais das comunidades e dos indivíduos.

A luz será, antes de mais, aquela que vem do sol. Esta é a luz natural que marca os ritmos da geografia humana, a que estabelece a fronteira entre o dia e a noite; aquela que distingue lugares posicionados em diferentes latitudes do globo; ou, quando o calendário fizer a diferença, a que distingue o mesmo espaço geográfico em diferentes estações do ano, consoante a duração do dia solar.

Nesta (pós-) modernidade ou, nas palavras de Lipovetsky (2013), hipermodernidade, as vivências e os quotidianos não são indiferentes à luz do dia natural. Salvo existências irreais vividas no domínio da ficção científica, o dia solar continua a condicionar atitudes, práticas, comportamentos e escolhas individuais e coletivas. Uma vida mais aberta ao exterior ou mais recolhida no refúgio da casa, atividades económicas como a agricultura e a pecuária extensiva, mas também hábitos de lazer e turismo, tudo depende ainda da luz solar, a ponto de, na recreação e no lazer, se reconhecer o turismo heliotrópico, aquele que procura o calor do sol e das águas quentes, mas também aquele que busca a luminosidade mais intensa e o horizonte mais aberto (Lozato-Giotart, 1993).

Ainda assim, apesar da vinculação dos seres humanos aos ciclos naturais, a luz artificial significou progresso tecnológico, conquista da engenharia, estatuto civilizacional e manifestação técnica de um poder que ampliou as opções espaciais e revolucionou as territorialidades, tornando-as mais flexíveis e

menos previsíveis, mais abertas e menos ajustadas à regularidade rítmica do movimento solar.

Enquanto exercício, detenhamo-nos sobre o globo terrestre. Veja-se também uma representação mais plana do mundo. Procure-se uma fotografia noturna à escala global e observe-se com atenção.

Para um geógrafo, a luz define cartografias, mapas constituídos por pontos, manchas, corredores e linhas que, numa qualquer fotografia de satélite, nos mostra um planeta de contrastes, um mundo de desigualdades entre a presença e uma suposta ausência, o iluminado e o escuro, entre os espaços que estarão integrados neste modelo urbano-industrial que se ilumina, e os restantes, por certo também territórios de alguém, porque não existem vazios.

Estes últimos serão espaços menos habitados, paisagens de mais baixas densidades e lugares de permanências ocasionais, mas não serão ausências nem devolutos, são espaços de poderes múltiplos e, quantas vezes, conflituosos, como ocorre no Saara ou na Amazónia, na Antártida ou nas paisagens agrestes, com escassas luzes noturnas, de geografias como as de Taklamakán ou de Gobi, na China. Para além dos mares de areias e de pedras, estas geografias de luz escassa englobam os oceanos de águas e recursos hoje reconhecidos, espaços de disputas e apropriações múltiplas, ainda que a cartografia da luz artificial nada disto denuncie ao olhar mais apressado.

Nesta representação noturna, se seguirmos o planeta que está iluminado iremos ao encontro das manchas mais densas de povoamento; dos canais de circulação e contacto; das redes urbanas, cidades e regiões metropolitanas.

A esta escala, sem o pormenor que distinga as diferenças locais, ali está a Europa do noroeste, a Grande Londres, Paris e o difuso urbano do Benelux, integrados num poliedro europeu de hiperdensidades que se estende, em arco, do vale do Tamisa ao norte de Itália, passando pelo Reno, mas também pelos extremos desta Eurásia, por alguns pontos iluminados na Península Ibérica e pela ilha de luz no *heartland* europeu — Moscovo, aqui bem visível, numa posição que balança entre a marginalidade de um centro distante e a estratégica centralidade de um histórico espaço político que sempre procurou alargar a sua influência.

Mas esta geografia da luz artificial é agora mais complexa, está nos corredores urbanos da América do Norte, na região dos Grandes Lagos, mas

também na costa leste e no litoral banhado pelo Pacífico; está nos núcleos ou manchas que sobressaem na América Latina, na ilha da Cidade do México, noutros pontos menos identificáveis, no triângulo urbano que se forma entre São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

Estas insularidades de luz estão também em África, em aglomerados que concentram populações e dinâmicas, como no eixo Alexandria-Cairo, a norte, ou Joanesburgo, mais a sul.

Mas é na Ásia, não em toda, mas naquela que está mais próxima do mar, na Índia e na China litoral, no Japão e na Malásia, na Indonésia ou nas Filipinas, que esse mundo iluminado mais se destaca.

No entanto, daqui, deste ponto de observação distante e confortável, tudo parece igual, tudo o que está unido pela luz artificial se deve assemelhar. Nada mais errado. Tudo é diferente. O progresso, com o que trouxe de iluminação, trocas e contactos, não deixou um mundo mais homogêneo, o que significa que estar e viver à luz de um candeeiro nos EUA, no Bangladesh ou na China não será a mesma experiência. Iluminar ao mesmo tempo São Paulo, Estocolmo, Nakuru ou Ulan Bator não nos mostra que o mundo é plano e que as rugosidades tenham desaparecido.

Esta imagem dá-nos uma outra ideia falsa, a de um padrão estático, de uma demografia que ali está, parada e fixa, sem movimento ou dinamismo. A realidade não é assim, pois toda esta geografia humana se move e desloca. No entanto, essa luz também não deixa de representar alguma permanência, muito controlo e poder, ainda que este, nesta geografia da noite iluminada, esteja desigualmente distribuído, como se este triunfo civilizacional estabelecesse uma nova fronteira.

Estas desigualdades têm orientado algumas políticas de desenvolvimento, porque a luz elétrica (ou outra) terá relação com o progresso das populações e dos territórios, porque permite o ensino noturno e alarga as horas de interação social e trabalho, trará novas oportunidades e aproximará os espaços rurais às cidades (Sebastião, 2013).

Por isso instituições como o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e o Banco Mundial promovem projetos de eletrificação ou difusão de qualquer outra forma de luz artificial.

Também por estas evidências, atores como os EUA apoiam os países mais pobres, investindo na eletrificação de áreas mais remotas (veja-se o programa *Power of Africa*, apadrinhado por Barack Obama), isto porque ampliará as opções das comunidades locais, mas também, evitem-se ingenuidades, porque alargará o sistema urbano-industrial e expandirá os mercados.

Nesta progressão, nos lugares mais distantes, a luz elétrica foi ocupando o lugar da fogueira e da vela, da lamparina e do gerador alimentado por uma qualquer fonte energética, num processo de difusão polarizada: primeiro nalgumas cidades, depois fora destas, numa geografia que se vai estendendo, alargando para novas fronteiras.

Numa viagem por diferentes escalas de análise, regresse-se ao lugar da luz, retorne-se à cidade, para afirmar que esta nem sempre se iluminou como hoje, nem sempre deixaria um rasto visível nas imagens dos satélites, se também os houvesse nesse passado mais longínquo.

A chegada da iluminação aos centros urbanos trouxe-lhes inovações amplas e sistémicas, mas ajudou a desconstruir a ideia de uma certa cidade gótica de escuridão e existências subterrâneas vividas à superfície, nas horas que se seguiam ao pôr do sol.

Nesta cidade sombria, a vida noturna seria longa e escura. Tudo depende da localização e da latitude, mas a noite era o domínio das estrelas, a luz natural que vem do céu quando o sol se põe no seu movimento aparente. Esta era a cidade da noite extensa, a cidade do romance gótico, da noite insegura, a cidade de *Jack, the ripper*, mas também a dos territórios mais obscuros de *Mr. Hyde*, a cidade do mal, a cidade oculta e secreta, a paisagem clandestina do crime e do tráfico, dos esconderijos e das catacumbas.

Estes seriam lugares de territorialidades dualistas, um mundo de abertura e movimento nas horas de claridade diurna, mas também um mundo urbano de encerramento noturno, de confinamento num refúgio doméstico, iluminado artificialmente, porventura com a luz emanada pela fogueira que também aquece, uma fogueira alimentada por lenha que se recolheu da floresta próxima, um lume que não ilumina toda a casa mas apenas uma parte desta, estreitando e comprimindo o território familiar no interior do espaço doméstico muralhado.

Mais tarde, a eletricidade e a luz elétrica mudaram a territorialidade doméstica, alargaram as espacialidades dentro de casa, mas trouxeram mais horas de vida pública à cidade.

Nestas, nos passeios e corredores, a luz trouxe uma nova estética, da qual faz parte a claridade artificial, mas também o poste de iluminação. Sobretudo no centro gravitacional destas cidades, o poste e o candeeiro orientam as deambulações românticas e o literário *flâneur* dos franceses. Nestas cidades da *Belle Époque*, o candeeiro e o poste que o sustenta são objetos criativos, fazem paisagem, sustentam vidas urbanas de passeios lentos que expõem e seduzem. Menos romântico mas também simbólico, este é ainda o candeeiro de Vasco Santana numa Lisboa rural que se ía urbanizando em *O Pátio das Cantigas*, candeeiro e poste que mostram que os lugares mudam, que a sociabilidade rústica não resiste ao que se convencionou chamar progresso.

A cidade de hoje tem quotidianos, espacialidades individuais, familiares e comunitárias diferentes. Sem entrar nas inovações que diversificam as fontes de luz, a eletricidade que agora se produz e transporta com facilidade trouxe-nos a cidade das 24 horas; alargou as atividades económicas, que agora vão muito além do limite imposto pela luz solar; uniu os tempos e alterou os espaços e as vivências. Esta é a cidade que não dorme, a cidade da vida permanente.

Isso não significa que, de noite ou de dia, a vida seja a mesma, que a exuberante cidade diurna que se agita e move, seja a mesma que também se movimenta no período noturno. Esta é a geodiversidade temporal, aquela na qual os lugares são diferentes de si próprios, em diferentes momentos. Na geografia urbana noturna, as centralidades podem não ser as mesmas, os pontos focais de encontro serão diferentes, as artérias de contacto serão outras, a geografia humana será muito particular.

No espaço urbano, há lugares que despertam durante a noite. Sobretudo pelo lazer e divertimento, nesta *nightscape*, nesta cidade noturna de luz, as territorialidades são diferentes. Neste jogo de alternâncias, os lugares mais concorridos de dia podem não o ser à noite, como o contrário também é verdadeiro (Alves, 2004; Moreira e Santos, 2008).

Neste jogo de imagens e vivências, a noite abre outras perspetivas, é uma oportunidade estética para uma luz que é espetáculo e exaltação dos senti-

dos. Porque a cor é um ingrediente da luz (Cetto, 1999), esta é a exuberância policromada e intermitente de Osaka ou Tóquio, como se sentiu na hiperexaltação dos sentidos com os planos cinematográficos de exuberância visual urbana em *Lost in Translation*, de Sofia Coppola.

Esta é também a iluminação cênica da paisagem tecnológica de celebração e estímulo ao consumo que se vive na comemoração urbana do natal das cidades ocidentais pós- (hiper-) modernas. Estas *christmascapes* são uma paisagem efêmera de luzes intermitentes que não servem para iluminar mas sim para marcar um espírito de época, para estender ao espaço público o território de celebração que se organizará em casa, em torno de uma árvore natalícia também esta coberta por luzes que fazem a atmosfera festiva (Fernandes, 2011).

Essa intermitência natalícia, as luzes que acendem e apagam, os efeitos cênicos que modelam, estes ciclos curtos e instantâneos de mudança, como a sequência de luzes que ilustram e dão dinamismo a fachadas como a do edifício Agba, em Barcelona, tudo faz parte da cidade iluminada que estimula e promove o consumo, a cidade do *city-text* visual, dos painéis policromados que seduzem e alternam mensagens em ciclos intermináveis que buscam a chamada de atenção. Alguns ícones urbanos são isto mesmo: Piccadilly Circus, em Londres; ou a Times Square, em Nova Iorque, são agora geossímbolos incontornáveis de cidades que se tornaram parques temáticos de diversão.

Os parques temáticos não são aqui evocados por casualidade. É nesse mundo *disneyficado* que ocorre a expressão máxima desta paisagem tecnológica de luz e hedonismo multissensorial. Aqui, essa luz não é apenas um meio de iluminação, faz parte de um espetáculo global de encenação numa paisagem turística onde se territorializam indústrias criativas e gêneros artísticos como o cinema, a literatura ou a banda desenhada.

Nestes parques, ou fora deles — na cidade que se torna, ela própria, uma sala de espetáculos — a luz pode formar hologramas que invadem e apropriam fachadas que, naquele momento, são telas de uma narrativa que se conta num espetáculo visual de cor, som e movimento.

Nesse ponto de vista, a paisagem da luz não é apenas visual. Vivemos uma (pós-) modernidade *ocularcêntrica* (Azevedo, 2008), mas a paisagem é multissensorial, vê-se mas também se sente, cheira e degusta ou ouve. Por isso,

a luz faz parte de uma envolvência ambiental mais ampla, a das paisagens sonoras, olfativas, gustativas ou tácteis (Gaspar, 2001).

É essa amplitude que faz da *nightscape* não apenas um território de trabalho, mas também um espaço de lazer, divertimento e turismo. A noite das luzes, a Paris romântica iluminada, a Amesterdão irreverente das *red lights*, todo este mundo de luz artificial constitui um cartaz turístico, uma imagem de marca e um fator de marketing territorial de cidades que não dormem, que enchem o calendário do turista, que o ocupam de dia e noite.

Nalguns casos, a noite não é o outro lado da cidade, a noite é a própria cidade, como parece ocorrer em Las Vegas, uma ilha tecnológica iluminada num espaço urbano que, à luz natural, parece diluir-se no deserto (Fox, 2005).

Já atrás se aludiu ao turismo heliotrópico, ao turismo da luz aberta e ampla. Esta, a luz, é um atrativo, é conteúdo e forma de *place marketing*. Para isso se encontra a *Praia da Claridade*, na Figueira da Foz; também por essa razão se glorifica Paris como a *cidade das luzes*, se promove a *Costa da Luz*, em Espanha, e se anuncia a especial luz de Lisboa.

Mas tudo isto é contraditório. As paisagens da luz atraem mas a sua ausência também. A luz apagada permite ver astros, meteoros, estrelas e espetáculos de luz no céu, como auroras boreais e austrais, os eclipses e as fases da lua.

Nas sociedades agrícolas de subsistência, fenómenos como o arco-íris, que nasce da refração da luz nas suas componentes, causavam medo e respeito, alimentavam superstições de mau presságio mas também de renovação e esperança neste devir entre o terreno e o divino.

Hoje são objeto de estudos científicos, mas também espetáculos cénicos e estéticos e fenómenos apropriados pelo turismo astronómico. Este apenas é possível com a escuridão que, ao nível do solo, amplia a capacidade de observar, tirando partido dos efeitos luminosos no céu e da estética da luz à distância.

Num país como a Noruega, este é um potencial de afirmação. Em www.noruega.org, assim se seduzem os potenciais visitantes e turistas: «Conheça a aurora boreal ou o sol da meia-noite na região ao norte do Círculo Polar Ártico». Na verdade, este pode ser o turista que observa mas também aquele que regista estes fenómenos luminosos, como devotos da fotografia astronómica

que procuram lugares específicos e destinos muito particulares, aqueles que lhe permitem um registo mais artístico.

A relação entre a luz, o turismo e a fotografia ultrapassa a astronomia e a exploração das imagens noturnas. O turismo fotográfico é isso mesmo, a viagem turística para a exploração fotográfica da luz e da paisagem. Nesta deslocação, é fundamental escolher a hora e o momento. Não é indiferente visitar-se o lugar de manhã ou de tarde. No turismo fotográfico, visitam-se os pontos de observação a horas muito específicas, ao nascer ou ao pôr do sol, por exemplo.

No entanto, sem nos afastarmos do turismo, regresse-se à ausência de luz, apenas para salientar que esta pode ser uma experiência pós-moderna, como em certos restaurantes, em cidades como Barcelona ou Zurique, nos quais se consome a gastronomia em espaços fechados e vedados a qualquer forma de luz. Nesta exaltação dos sentidos não visuais, a luz é importante porque não existe, porque a sua difusão é interrompida por um ambiente espacial hermético e confinado.

Na verdade, a luz que se apaga promove outros sentidos e permite ver os astros. Aquela que se acende pode limitar a visão a um campo restrito, impedindo o olhar para o que está mais além.

No entanto, também na relação entre a luz e o espaço visual a questão é complexa. Um dos motores do progresso foi a tentativa de supressão de fronteiras e o alargamento do poder de observação e controlo. Neste aspeto, a luz que ilumina permite a expansão do território político de influência e amplia o domínio do espaço. A luz móvel tem, neste ponto de vista, particular significado.

Esta luz em movimento permite atravessar barreiras, ir mais longe, penetrar em mundos que não controlamos: sem querer aqui introduzir as potencialidades geográficas dos infravermelhos, assim ocorre com as luzes que permitem o avanço noturno dos exércitos ou a lamparina no capacete do mineiro ou do espeleólogo. Assim também ocorre com a discreta luz do *geocacher* noturno que, na prática deste desporto/modalidade de lazer e aventura, parte na procura dos tesouros escondidos, alguns deles apenas disponíveis para serem encontrados em ambientes noturnos.

Esta luz móvel, a que se acopla aos meios de transporte, à bicicleta, à moto ou ao automóvel, foi fator de compressão do espaço-tempo, de encurtamento das distâncias e aumento do capital da mobilidade espacial fora do período da luz solar, permitindo que a cartografia diurna das distâncias não seja muito diferente da noturna.

Talvez por isso, detalhe com forte significado simbólico, se no passado o limite da velocidade de excelência era o som, agora a métrica, ainda fantástica, é a da velocidade da luz que, na verdade, mais que uma medida que contabiliza a deslocação, é uma referência usada para quantificar a distância, aquela que ainda não conseguimos percorrer.

Para além disso, a luz é um meio de ordenamento do território (Alves, 2004). Ilumina praças e áreas habitacionais, destaca caminhos e trajetos, cria hierarquias geográficas à micro-escala, promove *hotspots* visuais, alumia alguns espaços, deixando outros na penumbra — lugares que são ainda territórios de medo e insegurança, por vezes de poderes paralelos e não regulados. Ainda agora, longe da cidade de *Jack, the ripper*, neste mundo contemporâneo, a cidade da sombra e o espaço da penumbra ficam abertos ao clandestino, ao conspirador, ao subterfúgio e à dissimulação, ao movimento criminoso.

Nesse ponto de vista, pelas escolhas que promove, pelas divisões que estabelece, através da luz também se produz espaço e se promove a confiança em cada um dos lugares.

Segundo Steg, van den Berg & de Groot (2013), um estudo de caso na Inglaterra mostrou que o aumento da iluminação numa área residencial veio não só diminuir a criminalidade noturna, mas também a diurna, pois a simples colocação de lâmpadas nos espaços públicos deixou a ideia de uma comunidade mais atenta, interessada e organizada.

Nesse sentido, a luz significa presença, domínio e poder. A redução da penumbra e da escuridão é um meio de contenção das áreas de protesto e contestação, uma forma de limitar os espaços das guerrilhas, evitando vazios e devolutos, anulando as territorialidades de resistência e clandestinidade.

Da mesma forma que se expandem as estradas, alargam-se também as redes elétricas com o objetivo de aumentar o controlo. O progresso será uma via para o desenvolvimento mas é também um instrumento político.

Por isso, esta é uma luz de paisagens políticas e ideológicas, uma forma de poder que hierarquiza as áreas residenciais e funcionais, conferindo-lhes um grau heterogêneo de importância. Mesmo na paisagem simbólica, destaca os monumentos mais importantes, esconde este e valoriza aquele, deixando alguns na escuridão, iluminando outros.

É também político o apagão das luzes numa ação sincronizada de contestação, neste caso abrindo-se mais uma fratura, desta vez entre os lugares de escuridão que estão ativos no protesto, e os outros, aqueles que não aderem ao movimento.

Esse poder da luz em estabelecer fronteiras espaciais não é novo, veio desde a descoberta da manipulação do fogo que, pela luz que produz e pelo seu efeito protetor perante animais perigosos, permitiu a segurança e posse efêmera de uma parte do território.

Nesta linha de reflexão, a luz que se inscreve na paisagem é um instrumento de segurança, na cidade mas também fora dela. Existe a luz do avião, a que se vê da terra, mas também as luzes que o piloto vê na pista de aterragem dos aeroportos, as luzes que orientam o movimento, guiam e reduzem os riscos na hora da aproximação ao solo.

O mesmo ocorre na linha de costa com a tradicional luz dos faróis, uma luz associada a algumas das mais impressionantes obras de engenharia, obras que edificaram torres em mares adversos, resistentes a intempéries fortes, como no Mar do Norte e na costa escocesa, com faróis que se associam a Robert Louis Stevenson, escritor e engenheiro, o mesmo que imaginou Mr. Hyde a percorrer as ruas obscuras da Londres novecentista.

A luz na paisagem e no território é um mundo de contradições. É certo que a luz controla, orienta e reduz os riscos, mas também é verdade que a luz disciplina e regula. Como no *panóptico de Bentham* — estrutura prisional idealizada pelo filósofo Jeremy Bentham no final do século XVIII, que introduz a ideia de uma torre central de observação, a luz é um instrumento opressor de vigilância, acompanhamento de movimentos estranhos e punição (Foucault, 1999).

Assim ocorre com um plano tantas vezes explorado pelo cinema, quando se filmam os holofotes que, a partir das torres instaladas no centro prisional ou distribuídas pelo muro de encerramento, fazem movimentar a luz e

alternar a claridade com a escuridão. Neste movimento, transita-se entre a iluminação que vigia e a escuridão que esconde os potenciais fugitivos. Esta é uma oportunidade para o escape, para se atravessar uma muralha que, nessa deambulação do holofote móvel, permanece escura durante alguns segundos, abrindo uma janela de oportunidade para aqueles que querem evadir-se.

Desta forma, a luz controla os corpos e é um instrumento de *biopoder*, *punição e contenção territorial* (Haesbaert, 2010). A luz pode ser também um meio de tortura, não apenas a luz que se suprime e falta na escuridão de um buraco, de uma masmorra ou de uma cela de isolamento, mas a luz que, nessa mesma cela, se pode usar em excesso. Ambas as técnicas ferem os sentidos, desorientam, fazem perder referências espaciais e temporais e fragilizam a vítima.

Esse isolamento pode não ser imposto pela ordem disciplinar do poder. A fengofobia — o medo da luz e do nascer do sol, mas também a fotodermatose, alergia que impede a exposição à luz solar, levam ao confinamento espacial e à perda de território, demonstrando como factos médicos se tornam geográficos e territoriais.

As territorialidades da luz e da escuridão associam-se à insegurança e ao castigo, à limitação de movimentos e à contenção. A cela sem luminosidade, sem ventilação nem sons, é um território corretivo. Nesse sentido, a escuridão punitiva é na expressão de Maria Turmarkin (2005), uma *traumascapes*, uma paisagem de tragédias e traumas.

Contudo, paisagens da tragédia podem ser também as da luz: a luz dos poços de petróleo queimados por Saddam Hussein, num ato de terrorismo ambiental em 1991, no Kuwait; a luz do bombardeamento noturno de Bagdad no dia 21 de março de 2003 ou, mais recentemente, a mesma imagem de um horizonte iluminado durante o bombardeamento da capital do Iémen, Saana; como pode também ser a luz do fogo no incêndio florestal, não o fogo que regenera, mas aquele que destrói; ou, num ambiente mais urbano, as imagens do fogo e da luz no incêndio que, em agosto de 1988, devastou parte do Chiado, na capital portuguesa; ou mesmo, ainda em Lisboa, a luz que Bli-munda viu, aquela que se imagina levantar da fogueira da inquisição que, em *O Memorial do Convento*, José Saramago imaginou para punir a ousadia e a liberdade de Sete-Sóis.

A paisagem da luz pode não ser uma tragédia, mas pode evocá-la, dando simbolismo a atos religiosos de purificação e celebração, como nas procissões católicas e nos cemitérios — territórios de redenção, ritualidade e homenagem.

Por tudo isto, a luz é também território do geógrafo, daquele que entende as opções geográficas como atitudes sistêmicas e difusas a jusante de um emaranhado denso de fatores. Nesse sentido, a Geografia cruza-se com a Psicologia Ambiental, porque propriedades espaciais como a luminosidade condicionam os comportamentos geográficos individuais e coletivos (Gifford, Steg & Reser, 2011) e porque é a luz, numa percepção humana muito vinculada à visão (Hall, 1981), um dos fatores que mais contribui para a demarcação do território pessoal (Sommer, 1969).

Mas, a luz é geográfica também pelas paisagens da produção de eletricidade. São muitas as fontes artificiais de luz, mas a eletricidade é modeladora de espaço, a sua produção e transporte, as barragens hidroelétricas, as centrais nucleares e termoelétricas, todos estes usos e equipamentos artificializam solos e colocam problemas e desafios territoriais.

Em suma, entre luz e espaço existe uma relação polissêmica, instável, multidimensional, física, social, cultural e política, uma relação que deve ser vista a várias escalas. Iluminar significa sempre assinalar, revelar, destacar, marcar presença. Há a luz que ilumina e existem as outras luzes. Há a luz do progresso, como aquelas que, na domótica atual, se acendem de forma inteligente, sem intervenção humana, mas existem também as luzes da estética popular dos fogos de artifício, como persistem as luzes que mostram caminhos, aquelas que iluminaram a árvore que, na floresta densa, orientou *O Cavaleiro da Dinamarca*, de Sophia de Mello Breyner Andresen. Como em tudo, há a luz que guia e a escuridão que, como nos planos negros do cinema expressionista alemão, dissimula e faz perder caminhos e coordenadas para quem não vive na clandestinidade. Mas há também a micro-territorialidade da escuridão parcial, daquela que, à luz de uma vela, pode criar um ambiente mais familiar, íntimo e sentimental, uma penumbra que encurta distâncias precisamente porque ali, naquele contexto, não entrou a luz que, em excesso, abre o campo visual e dispersa a atenção.

Nestas questões territoriais da luz, apesar do funcionalismo otimista da ideia de progresso, não existem leis nem se reconhecem regras universais,

apenas se terá a certeza que o ser humano vive nesta fronteira entre a luz e a escuridão, é sensível e está condicionado por ela mas não é um ser passivo: pelo contrário, a luz (e a sua ausência) é também um instrumento, uma forma de poder, um modo de assumir o controlo e, nesse ponto de vista, de se afirmar.

Referências

- ALVES, T. (2004, outubro). *Geografias da noite. Fazer geografias através da luz*. Comunicação apresentada no V Congresso da Geografia Portuguesa – “Portugal: Territórios e Protagonistas” da Associação Portuguesa de Geógrafos, Guimarães.
- AZEVEDO, A. F. (2008). *A ideia de paisagem*. Porto: Figueirinhas.
- CETTO, A. M. (1999). *La luz: en la naturaleza y en el laboratorio*. México: Fondo de Cultura Economica.
- FERNANDES, J. L. J. (2011, outubro). *A paisagem urbana simbólica enquanto território efêmero de celebração e marketing territorial – o caso particular das Christmas-capes*. Comunicação apresentada no VIII Congresso da Geografia Portuguesa – “Repensar a Geografia para Novos Desafios” da Associação Portuguesa de Geógrafos, Lisboa.
- FOUCAULT, M. (1999). *Vigiar e punir*. Petrópolis: Editora Vozes.
- FOX, W. F. (2005). *In the desert of desire. Las Vegas and the culture of spectacle*. Reno & Las Vegas: University of Nevada Press.
- GASPAR, J. (2001). O retorno da paisagem à Geografia. Apontamentos místicos. *Finisterra*, XXXVI(72), 83–99.
- GIFFORD, R., STEG, L., & RESER, J. P. (2011). Environmental Psychology. In P. R. Martin et al. (Ed.), *The IAAP Handbook of Applied Psychology*. Nova Jersey, EUA: Wiley-Blackwell Publishing.
- HAESBAERT, R. (2010). Território, insegurança e risco em tempos de contenção territorial. In H. P. Neto et al. (Org.), *A experiência migrante: entre deslocamentos e reconstruções* (pp. 537–557). Rio de Janeiro: Garamond.
- HALL, E. (1981). *A dimensão oculta*. Rio de Janeiro: Edifício Livreiro Francisco Alves.
- LIPOVETSKY, G. (2013). *A Era do Vazio. Ensaio sobre o individualismo contemporâneo*. Lisboa: Edições 70.

- LOZATO-GIOTART, J.-P. (1993). *Géographie du Tourisme*. Paris: Masson.
- MOREIRA, C., & SANTOS, N. (2008). Análise espacial das actividades de lazer nocturnas em Coimbra. *Cadernos de Geografia*, 26/27, 269–285.
- SEBASTIÃO, A. P. (2013). *O Modelo da Eletrificação de Moçambique: A Importância do Combate à Desflorestação no Meio Rural*. Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Gestão de Lisboa, Portugal.
- SOMMER, R. (1969). *Personal space*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- STEG, L., VAN DEN BERG, A., & DE GROOT, J. (2013). *Environmental Psychology. An Introduction*. Chichester: PBS Blackwell.
- TUMARKIN, M. (2005). *Traumascapes: The Power and Fate of Places Transformed by Tragedy*. Melbourne: Melbourne University Publishing.

LICÍNIA SIMÃO

ORCID: 0000-0001-5479-8925

Faculdade de Economia da Universidade de Coimbra

CES – Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra

lsimao@fe.uc.pt

CAPÍTULO 10

A DIMENSÃO GLOBAL DA ENERGIA: GOVERNAÇÃO COMO POLITIZAÇÃO?

THE GLOBAL DIMENSION OF ENERGY: GOVERNANCE AS POLITICIZATION?

RESUMO: A energia é uma questão altamente politizada, incluindo no que toca às estruturas de governação que a gerem. O contexto de interdependência, competição, desigualdades e desregulamentação exige respostas que garantam um uso eficaz e justo da energia. A criação de estruturas de governação vocacionadas para gerir estas matérias deve contudo ser vista como mais um elemento claramente politizado. Por outro lado, o contexto fragmentado da regulamentação energética cria uma capacidade reduzida de resposta aos desafios de complexificação em termos de agentes envolvidos, estruturas criadas e em particular a difícil relação entre os cidadãos, os seus Estados e os atores transnacionais envolvidos. Entre os modelos de governação estabelecidos, destacam-se modelos hierarquizados, quer entre diferentes categorias de atores quer entre atores de categorias iguais.

Palavras-chave: energia, governação, politização, regulamentação

ABSTRACT: Energy is clearly a highly political issue, namely regarding the governance structures to regulate it. The context of interdependence, competition, inequality and deregulation requires answers which can guarantee an effective and fair use of energy. The establishment of governance structures for these issues should be perceived as another politicised element. On the other hand, the fragmented context of energy regulation diminishes the capacity to answer the challenges of complexification of actors and structures as well as the difficult relations between citizens, their states and transnational actors. The creation of hierarchical models of governance, both between different categories of actors and within categories, is clearly visible.

Keywords: energy, governance, political, regulation

Introdução

A energia — a sua produção, acesso e distribuição — constitui uma das questões de maior relevo no atual contexto de política internacional. Discutem-se novas formas de produção energética, em linha com preocupações de sustentabilidade ambiental e justiça social global; a conflitualidade armada continua a marcar presença em zonas de produção petrolífera; impõem-se sanções a um dos maiores produtores de gás natural do mundo (a Rússia). Destes exemplos sobressai uma dimensão política clara da energia, assente na distribuição de poder no sistema internacional, entre aqueles que controlam a produção de energia e aqueles que dela dependem. A energia e o seu controlo são também vistos como formas de pressão política e como ferramentas de ascensão e desenvolvimento económico e social. Por outro lado, o controlo do conhecimento tecnológico e dos recursos financeiros para a exploração energética torna o desenvolvimento energético mais complexo, com atores privados e estatais a interagirem num contexto de grande interdependência e regulação insipiente. Esta dimensão política da energia é central às relações internacionais e central ao estudo das questões energéticas.

Esta dimensão política da energia está também presente nas estruturas de governação global. Ou seja, a instituição de organizações e instrumentos de gestão normativa e funcional da sociedade global e das suas necessidades energéticas. No contexto pós-II Guerra Mundial, a criação destas estruturas multilaterais, no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU) ou à escala regional, visou tornar mais eficaz a gestão de temas de grande complexidade, num contexto de crescente interdependência. A energia é hoje um tema que liga os Estados mais ricos e desenvolvidos, Estados em desenvolvimento e Estados falhados, mas também empresas privadas, estatais, fundos de investimento e uma panóplia de agentes ligados à inovação tecnológica e à sustentabilidade. As estruturas institucionais existentes têm a tarefa de criar quadros de referência e mecanismos que garantam a gestão desta rede complexa de atores e dos seus interesses, sob a promessa de maior eficácia. Contudo, o sistema de governação global da energia permanece fragmentado, com regimes distintos para o petróleo, o carvão e o nuclear, com áreas como a eficiência energética e a energia limpa por regular e com problemas de coerência,

transparência e legitimidade no que toca à interação destes regimes com instituições de financiamento, comércio e ajuda ao desenvolvimento (Florini & Dubash, 2011, p. 2).

Embora estas duas visões (a política e a da governação) possam parecer distintas, ainda que complementares, nesta reflexão sobre a dimensão global da energia, iremos centrar-nos sobre a natureza mutuamente constitutiva da dimensão política e utilitária. Assim, gostaríamos de partir do pressuposto de que estas duas visões estão ligadas exatamente pela natureza política da governação global. Mais do que um conjunto de instrumentos técnicos e burocráticos que visa dar resposta a desafios concretos, de forma neutra e assente em critérios de eficácia na resolução de problemas «objetivos», as estruturas de governação criam padrões de comportamento aceitável, criam normas, estabelecem hierarquias e identidades. A bibliografia sobre governação tem vindo gradualmente a reconhecer esta sua dimensão profundamente política, levantando questões sobre a forma como as instituições e as normas internacionais estruturam o sistema internacional. A reflexão que propomos centra-se nos dilemas levantados pelo entendimento das estruturas de governação global da energia como formas de exercício de poder, assim como os dilemas de não o fazer. Ou seja, a necessidade de clarificar de forma inequívoca o papel das normas e instituições globais na definição de estruturas de poder.

Para isso, esta breve reflexão começa por centrar-se nos trabalhos sobre a governação global e a sua natureza política e estruturante das relações de poder globais. Questões como o papel dos Estados na definição de regras globais, a produção de conhecimento e a sua validação através de políticas públicas eficazes são exemplos importantes a abordar. A partir deste enquadramento, olharemos para a evolução da governação global da energia nas últimas décadas, destacando a crescente complexificação em termos de agentes envolvidos, estruturas criadas e em particular a difícil relação entre os cidadãos, os seus Estados e os atores transnacionais envolvidos. Por fim, concluímos com uma reflexão crítica sobre a forma como a gestão política das estruturas de governação global da energia tem sido simultaneamente marginalizada nos discursos oficiais e as consequências de reconhecer que as diferenças de poder e as instituições e normas internacionais são mutuamente constituídas.

A governação como estrutura

Pierre e Peters (2000, pp. 14–22) identificam quatro formas de pensar nas questões de governação, no que toca à sua capacidade de atuar como estrutura do sistema internacional. A primeira vê a governação como hierarquia, sublinhando o papel central do Estado nas suas relações com outros níveis de governação e com outros atores. O Estado mantém a sua centralidade através do monopólio legal, financeiro e institucional, através do qual os restantes atores interagem. Embora esta estrutura assente na liderança do Estado na área energética — como em outras — esteja crescentemente posta em causa num contexto de interdependência e fragilidade estatal, os autores defendem que é cedo para votar o Estado ao esquecimento. Concordando com os autores, podemos extrapolar a análise para a configuração de outros níveis de hierarquia, nomeadamente entre atores que controlam diferentes recursos. O controlo das instituições de governação e a articulação de discursos hegemónicos — a produção de conhecimento válido e com autoridade — são duas formas de ver a governação como um instrumento de estruturação hierárquica do sistema internacional. Os Estados têm procurado manter a sua centralidade através de organizações intergovernamentais restritas como o G8 ou o G20, com funções cada vez mais abrangentes na área energética e nas questões do desenvolvimento económico. A Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEP) é um exemplo clássico de como um grupo de Estados procurou definir as regras do jogo energético, com base no controlo do mercado energético.

A segunda forma de pensar as estruturas de governação é como um mercado, no sentido em que estabelece mecanismos de alocação de recursos, com base em políticas gerais (Pierre e Peters, 2000, pp. 18–19). A dimensão política é claramente visível também, já que a definição de políticas e alocação de recursos, nomeadamente financeiros, é um processo onde as diferenças de poder são centrais. Nesta perspetiva, os agentes económicos têm destaque claro e autonomia para criar e gerir as suas próprias instituições. No atual contexto, o comércio da energia e o investimento neste setor são geridos por estruturas pouco integradas — no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC) ou dos bancos regionais de investimento, a par dos investimentos

nacionais. A desregulamentação e liberalização do setor energético, que tiveram lugar a partir da década de 1980 e 1990, convivem hoje com novas formas de capitalismo-estatal, em setores estratégicos ligados à energia.

Uma terceira forma de pensar as estruturas de governação é como redes, caracterizadas por uma polimorfologia de atores e grande variação em termos de coesão em diferentes setores. Estas redes têm como principal objetivo a concertação de interesses e a sua potencialização, nomeadamente nas relações com os Estados, numa lógica corporativista, e que em alguns casos conseguem estruturar as regras da sua própria atuação (Pierre e Peters, 2000, p. 20). No campo energético, as empresas energéticas (quer de exploração, de comércio e de investigação tecnológica) dependem da legislação nacional e internacional para a proteção de contratos, de acesso a infraestruturas e de proteção de propriedade intelectual (Ghosh, 2011, p. 109). Elas conseguem, ainda assim, exercer grande pressão sobre as instituições estatais, na escolha dos projetos de investimento prioritários, como ficou claro, por exemplo, na tentativa da União Europeia desenvolver o projeto Nabucco (De Micco, 2015).

A quarta forma de pensar as estruturas de governação, proposta pelos autores, é a de comunidades. Nesta perspetiva, os interesses ao nível comunitário podem ser coerentes e homogéneos o suficiente para representarem formas de solução de problemas mais eficazes do que ao nível estatal (Pierre e Peters, 2000, p. 21). No campo da governação energética, a gestão de externalidades como as alterações climáticas tem mobilizado os indivíduos para atuar quer ao nível local, quer ao nível transnacional, criando comunidades ativas de interesses.

As abordagens de inspiração foucauldiana permitem-nos olhar para a produção de conhecimento como uma forma de exercício de poder, com implicações na produção de uma determinada ordem internacional. Seja através de lógicas de mercado ou através de redes e da formação de comunidades de interesses, as estruturas de governação estabelecem as normas e regras da gestão do setor energético em interação com os Estados. Os interesses dos cidadãos e dos indivíduos podem assim ser garantidos através destas formas de governação global ou ser marginalizados, dependendo da sua capacidade de mobilização. A secção seguinte mapeia os principais desafios que se colocam às estruturas da governação energética no atual contexto.

A transformação da gestão energética global

A governação da energia à escala global mantém-se como um campo amplamente fraturado, refletindo diferentes formas de energia (fóssil, nuclear, carvão, renováveis, etc.), diferentes entendimentos sobre desenvolvimento social e económico, sobre o qual a energia tem impacto direto, e por fim refletindo também as grandes externalidades que a energia produz, incluindo as alterações climáticas. Em todos estes aspetos é de salientar uma complexa rede de agentes e estruturas envolvidos, bem como uma relação difícil entre indivíduos, Estados e atores transnacionais.

Por exemplo, a questão da segurança energética tem tido uma crescente centralidade nos debates políticos globais, ligando acesso, sustentabilidade, previsibilidade, com questões da geopolítica global, principalmente no que toca aos combustíveis fósseis (petróleo e gás natural). A centralidade destas fontes para o desenvolvimento económico e social, quer nas sociedades ocidentais, quer das economias emergentes da Ásia e África, faz com que a segurança energética seja muitas vezes equacionada com o acesso a petróleo e gás natural a preços razoáveis (Dubash e Florini, 2011, p. 8). Assim, a criação da OPEP, em 1961, visou garantir os interesses dos produtores energéticos de forma separada da dos consumidores. A reação foi a criação da Agência Internacional de Energia (AIE), no âmbito da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico (OCDE), um clube de países desenvolvidos, claramente afetados pelas políticas cartelistas da OPEP. Dubash e Florini (2011: 8) sublinham que esta abordagem oposicionista se tem vindo a suavizar e que formas de diálogo têm-se institucionalizado, nomeadamente através da criação do Fórum Internacional de Energia. A recolha e compilação de informação sobre energia visa aumentar a transparência e criar confiança, num contexto onde a energia é muitas vezes objeto de competição estratégica.

Uma outra dinâmica visível é a regionalização da governação energética. O regionalismo é uma dinâmica que se torna predominante a partir da década de 1970, em grande medida devido ao sucesso do projeto de integração europeia. Assim, no âmbito das iniciativas de cooperação/integração regional, a gestão energética passou a ser um aspeto central. No caso europeu, e sob liderança da União Europeia (UE), estabeleceu-se a Carta Energética Euro-

peia, em 1994, visando regular as regras de investimento do setor energético. Naturalmente, esta iniciativa refletiu em primeiro lugar as preocupações dos Estados da UE, que são essencialmente consumidores, em garantir acesso à energia produzida e exportada a partir da sua fronteira leste e sul. Na Ásia, no âmbito da ASEAN (Associação de Estados do Sudeste Asiático), o Acordo de Cooperação Energética, assinado em 1986, visou encontrar respostas para os desafios que o rápido crescimento económico da região, a partir da década de 1980, criou sobre o setor energético (Nicolas, 2009).

Estas iniciativas têm-se tornado insuficientes à medida que as dinâmicas de desenvolvimento económico se tornam mais díspares dentro de espaços regionais e entre regiões. A emergência de gigantes económicos, como a China ou a Índia no contexto asiático ou o Brasil no contexto da América do Sul, coloca desafios regionais de gestão energética. No entanto, estes Estados têm também impulsionado mudanças nas estruturas multilaterais de governação, no âmbito do G8 ou no âmbito da própria ONU. Assim, a governação energética tem sido feita num número amplo de instituições, por vezes sem mandato claro para este sector. Isto tem impacto por exemplo em questões ligadas ao desenvolvimento, onde a energia, apesar de ser central na erradicação da pobreza e emancipação social, tem tido um papel marginal. A cooperação com atores privados, nomeadamente na área do financiamento energético tem revelado dilemas importantes na definição de prioridades estratégicas de investimento, bem como uma tendência para agradar às preferências dos investidores, mais do que grandes linhas de orientação estratégica (Newell, 2011).

Reflexão crítica – a tecnicidade como política

As dificuldades em desenvolver uma estrutura de governação para o setor energético, que seja ampla, coerente e abrangente, revelam o carácter contestado — e por isso político — da energia, mas também da própria governação. A cedência de poder para estruturas institucionais que determinam regras de ação é claramente resistida num setor onde os interesses permanecem amplamente divergentes. A mercantilização e o alto rendimento da energia criam

discrepâncias importantes de perspectiva e oportunidades distintas. A competição permanece por isso a marca distinta deste setor. A criação de organizações de governação tem sido possível entre atores com interesses partilhados ou em contextos de escassez, quer na lógica comunitária, quer na lógica de rede, que vimos em cima. A ausência de formatos mais alargados que congreguem produtores, investidores, consumidores, Estados, cidadãos, empresas, etc. cria problemas de longo prazo, cujos impactos são também diferenciados.

Um processo de hierarquização tem então lugar, quer entre diferentes categorias de atores quer entre atores de categorias iguais. No contexto da governação energética, essa hierarquização tem recorrido cada vez mais às estruturas de governação, embora com resultados variados. Por exemplo, a UE tem sido um dos mais ativos promotores da regulamentação do setor energético, quer através da Carta Energética Europeia, quer através da regulamentação do seu mercado interno, no que toca por exemplo às regras de concorrência. A UE está, por isso, ativamente a procurar criar um contexto regulatório que assegure os seus interesses de espaço consumidor de energia, garantido fluxo a preços estáveis e procurando contrariar tendências monopolistas nos países produtores. A sua relação com a Rússia ilustra estes problemas. A Comissão Europeia instaurou processos contra a empresa estatal russa de gás, a Gazprom, por práticas monopolistas e por outro lado a Comissão tem procurado angariar financiamento para os seus projetos energéticos, criando alianças entre as instituições europeias, os Estados membros e o setor privado, que aliviem a sua dependência em relação ao fornecimento russo. O resultado é altamente disputado e a segurança energética da UE não tem sido necessariamente assegurada por estes processos.

Uma outra dimensão que exige profunda reflexão crítica é o desenvolvimento de parcerias público-privadas, nomeadamente para o desenvolvimento tecnológico. A produção de conhecimento é frequentemente financiada com dinheiros públicos e deve procurar melhorar as condições gerais de vida, numa lógica de criação de bens públicos e de justiça social. No entanto, do ponto de vista dos atores privados, orientados pela mercantilização da energia, o lucro é o principal objetivo da sua atuação. Daqui resultam dilemas sobre o tipo de energia que se produz (sustentável, renovável ou não), sobre

trajetos para oleodutos e gasodutos e sobre a partilha de redes energéticas, todos com profundas implicações para a cooperação regional.

Por fim, o dilema mais importante prende-se com o entendimento dos cidadãos sobre o que é a energia e a sua centralidade nos estilos de vida que mantemos. Uma cidadania mais ativa procurará encontrar respostas para estas questões que possam resultar em estruturas de governação mais inclusivas.

Referências

- DE MICCO, P. (2015). *Changing pipelines, shifting strategies: Gas in south-eastern Europe, and the implications for Ukraine* (DGEXPO/B/PolDep/Note/2015_218). European Union: European Parliament, Directorate-General for External Policies, Policy Department.
- DUBASH, N. K., & FLORINI, A. (2011). Mapping Global Energy Governance. *Global Policy*, 2, Special Issue, 6–18.
- FLORINI, A., & DUBASH, N. K. (2011). Introduction to the Special Issue: Governing Energy in a Fragmented World. *Global Policy*, 2, Special Issue, 1–5.
- GHOSH, A. (2011). Seeking Coherence in Complexity? The Governance of Energy by Trade and Investment Institutions. *Global Policy*, 2, Special Issue, 106–119.
- NEWELL, P. (2011). The Governance of Energy Finance: The Public, the Private and the Hybrid. *Global Policy*, 2, Special Issue, 94–105.
- NICOLAS, F. (2009). *ASEAN energy cooperation: an increasingly daunting challenge*. Paris: IFRI – Institut Français des Relations Internationales.
- PIERRE, J., & PETERS, B. G. (2000). *Governance, Politics and the State*. New York: St. Martin's Press.

PAULO GAMA MOTA

ORCID: 0000-0002-1880-5574

Departamento de Ciências da Vida, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

CIBIO – Centro de Investigação em Biodiversidade e Recursos Genéticos

pgmota@ci.uc.pt

CAPÍTULO 11

A LUZ E A EVOLUÇÃO DOS OLHOS

THE LIGHT AND THE EVOLUTION OF THE EYES

RESUMO: Os olhos são essenciais à absorção da luz pelos diversos seres vivos que os possuem. Estes definem a forma como cada organismo vê o mundo, sendo um órgão de grande complexidade. Os olhos transformam os fotões de luz em imagens que o cérebro constrói a partir do processamento dos impulsos nervosos recebidos daqueles. Com eles é possível observar os mais belos objetos ou paisagens do mundo absorvendo a luz que eles refletem ou emitem.

Palavras-chave: luz, evolução, olhos

ABSTRACT: The eyes are essential to the absorption of light by the many and diverse living animals. They define the way in which each organism sees the world, being an extremely complex organ. The eyes transform the photons of light into images that the brain builds, from the processing of electrical impulses received. With them it is possible to observe the most beautiful objects or scenes, by absorbing the light that they reflect or emit.

Keywords: light, evolution, eyes

A luz proveniente do Sol é absolutamente vital para a vida na Terra. Os milhões de fotões de luz provenientes da nossa estrela, que a cada segundo banham a superfície terrestre, constituem a fonte de energia primordial para manter a complexa teia de interações e interrelações entre os organismos das mais variadas espécies que habitam o planeta. Alguns organismos evoluíram formas metabolicamente sofisticadas para extrair energia dos fotões de luz

para manter as suas células a funcionar, outros sensores especiais para ver à distância.

Seja para prescrutarmos a profundidade espacial do Mont Sainte Victoire numa tela de Cézanne ou para ver um monte que se desenha na paisagem à nossa frente, usamos um dos órgãos mais sofisticados e complexos que evoluíram nos seres vivos. Os olhos permitem-nos perceber o espaço à nossa volta a uma grande distância; permitem perceber a forma, o detalhe, a textura e a cor das coisas. E este ver à distância constitui uma vantagem extraordinária para os organismos que possuem olhos. Não admira, pois, que ao longo da evolução da vida na Terra, tenham evoluído vários tipos diferentes de olhos, dos olhos compostos de um inseto aos olhos de um falcão, todos eles destinados a ver à distância. Neste caso, a Natureza foi pródiga em soluções diferentes para o mesmo problema, tendo evoluído vários tipos de estruturas diferentes para ver à distância. As características destes órgãos determinam, em larga medida, a forma como cada organismo vê o seu mundo. Esta noção foi pela primeira vez desenvolvida por Jacob von Uexküll (1982).

Os nossos olhos apresentam-se com uma maravilhosa complexidade capaz de transformar fotões de luz em perceção visual, permitindo-nos perceções muito ricas e detalhadas seja de objetos muito próximos ou de paisagens distantes, sejam os detalhes de uma pintura de Dalí ou os cambiantes cromáticos de um quadro de Turner.

O que são olhos?

Graças a extraordinários ganhos de conhecimento em várias áreas da ciência, temos hoje uma perspetiva bastante detalhada sobre como os olhos funcionam e como construímos as imagens. Os nossos olhos são pequenos globos quase esféricos, apenas com uma pequena abertura de diâmetro variável por onde os fotões de luz entram. No seu percurso, estes atravessam duas camadas de tecido, a córnea e o cristalino, que funcionam como lentes de grande potência e que forçam os fotões a convergir as suas trajetórias de forma a produzirem imagens focadas na retina, a camada de células do fundo do olho. Na retina, uma parte dos fotões é capturada em células especiais da

visão, os cones e os bastonetes. Os bastonetes são particularmente sensíveis ao movimento e funcionam bem com pouca luz. Pelo contrário, os cones precisam de muitos fótons para funcionar e são eles que nos dão a percepção da cor. No nosso caso, eles existem em três variedades — azul, verde e vermelho — que absorvem fótons em apenas uma gama limitada de comprimentos de onda. É importante referir que os fótons são umas partículas especiais, pois deslocam-se com movimento ondulatório (apresentam uma dualidade onda-partícula). Cada fóton tem um movimento específico que depende da sua energia. Quanto maior o nível de energia maior a frequência de movimentos e mais curtas as ondas. Os nossos olhos captam fótons numa faixa muito estreita do espectro eletromagnético, que vai dos 400 até aos 700 nanómetros (nm). Os fótons com energias mais elevadas, que têm comprimentos de onda mais curtos que 400 nm, correspondem ao que designamos por radiação ultravioleta. Do lado oposto do espectro visível temos a radiação infravermelha, correspondente a comprimentos de onda superiores a 700 nm. O espectro eletromagnético estende-se muito em ambos os sentidos. Mas, os nossos olhos, que são na realidade pequenos sensores, funcionam numa faixa muito estreita desse espectro. A principal razão para isso é o facto de a atmosfera da Terra filtrar a maior parte do espectro eletromagnético que constitui a luz solar, deixando principalmente passar os fótons com comprimentos de onda aproximadamente na gama do visível (400 nm–700 nm).

Como capta a retina os fótons de luz? Cada família de células da retina, cones e bastonetes, absorve fótons em comprimentos de onda muito específicos. No caso dos cones, temos células que absorvem em comprimentos de onda curtos (420 nm), médios (530 nm) e longos (560 nm), que correspondem às regiões do espectro visível que identificamos como azul, verde e vermelho. A forma como estas células fotoreceptoras captam os fótons de luz é particularmente interessante. Na parte exterior de cada uma destas células há uma estrutura de membranas em forma de lâminas onde se encontram embebidas as moléculas-chave deste processo que vai transformar fótons de luz em impulsos elétricos, os quais são depois enviados até ao cérebro. Essas moléculas chamam-se opsinas e correspondem a uma família de proteínas fotossensíveis que estão presentes em todos os seres vivos com sistemas de visão. Mas, o elemento essencial do processo é uma outra molécula que se encontra no

centro da opsina e ligado a esta, o retinal, um derivado da vitamina A. Quando a molécula de retinal captura um fóton, sofre uma alteração de configuração que induz uma alteração na forma da opsina, o que desencadeia um processo em cascata que culmina na produção de um impulso elétrico pelas células nervosas associadas a cada cone e bastonete.

A visão não termina nos olhos. Estes são apenas sensores que captam os fótons e os transformam em impulsos elétricos. É no cérebro que toda essa informação é processada e interpretada, de forma a construir as imagens que nós vemos. As imagens que vemos são construções mentais. Mas, são certamente construções muito fiáveis da realidade exterior, pelo menos à escala dos nossos corpos, porque se não fossem os olhos não teriam evoluído.

Assim, a visão pode ser entendida como um processo de captação de fótons por sensores especializados, os olhos, seguido do processamento dos sinais captados pelo cérebro, que é o órgão responsável por produzir as imagens (Figura 11.1.).

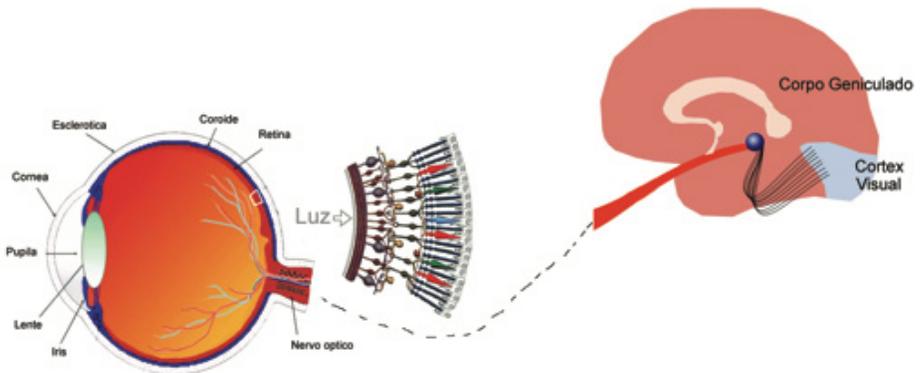


Figura 11.1. Olho humano — Representação em corte do olho humano, com pormenor da retina, e do circuito que liga o nervo ótico ao cérebro, particularmente ao cortex visual, situado no lobo occipital, onde os impulsos nervosos enviados pelos olhos são integrados para formar as imagens que vemos.

A evolução dos olhos

Há na Natureza muitos tipos de olhos diferentes que podemos agrupar em duas grandes famílias: os olhos tipo câmara como os nossos, que são o tipo de olho dos vertebrados, e os olhos compostos, como os dos insetos (Fernald, 2006; Land & Nilsson, 2012). Os olhos tipo câmara podem encontrar-se em grupos de animais tão diferentes como os peixes, os polvos, ou as vieiras. Os olhos compostos, além dos insetos, podem ser encontrados em camarões, lagostas e muitos grupos de organismos marinhos já extintos, como as trilobites, ou os grandes predadores do Câmbrio, os *Anomalocaris* (Paterson et al., 2011). As propriedades óticas destes olhos diferem muito entre si. Mas, cada um deles está razoavelmente bem adaptado às condições, ao meio e às necessidades de cada animal. O olho tipo câmara de um Nautilus, desprovido de qualquer lente, funciona como uma câmara fotográfica de tipo «pinhole». As imagens podem formar-se com alguma nitidez, mas são muito ténues e necessitam de longas exposições, pelo que o Nautilus não pode reagir rapidamente. Mas, uns olhos assim, sem serem capazes de formar imagens nítidas, são suficientemente bons para detetar variações na intensidade da luz no oceano e, eventualmente, da visibilidade, o que lhe permite deslocar-se na coluna de água. Por seu lado, um olho de uma mosca é demasiado pequeno para que se formem imagens com alguma qualidade ótica, mas é muito eficaz a reagir a mudanças bruscas de intensidade luminosa, o que lhe permite reagir rapidamente e fugir. Os olhos compostos são uma solução evolutiva interessante. Cada olho é constituído por muitas pequenas lentes formando, cada uma delas, uma pequena imagem no fundo do olho. Há depois muitas variações e mesmo nos insetos há mais do que um tipo de olho composto, variando na configuração das células e na forma como as imagens são construídas. No caso da mosca, uma imagem resulta da integração da informação proveniente de várias dessas lentes adjacentes entre si e não apenas de uma. O recordista dos insetos é uma libelinha que possui os maiores olhos compostos, com cerca de 26000 pequenas lentes em cada olho. Os olhos compostos estão, contudo, limitados nas suas propriedades óticas pela dimensão das lentes. Para ter a resolução de um olho humano um olho composto de inseto teria que ter 1 m de diâmetro. Os olhos tipo câmara são uma solução melhor

em termos óticos, particularmente para animais grandes. O recordista com o maior olho registado até hoje é uma lula gigante, que possui uns olhos com 37 cm de diâmetro.

Porque há tantos olhos diferentes? Estima-se que existam, ou existiram na Natureza cerca de 60 tipos de olhos diferentes, que evoluíram de forma independente. Isto é, cada um desses tipos de olhos formou-se a partir de formas mais simples, mas não de transformações evolutivas de uns nos outros. E como sabemos que foram evoluções independentes? Porque a sua estrutura é fundamentalmente diferente, de modo que um tipo de olho não poderia evoluir a partir do outro, pois para tal ser possível era necessário desorganizar a estrutura de uma forma que tornaria o olho muito menos viável do que na situação em que se encontra evolutivamente. Vejamos o caso do olho típico de vertebrado, como é o nosso, e o olho de um polvo. São ambos olhos tipo câmara, com lentes e aberturas reguláveis e uma estrutura geral muito parecida. No entanto a organização dos tecidos da retina é totalmente distinta. No nosso caso, a partir do interior do olho, temos uma camada de células de suporte, seguida da camada de neurónios seguida da camada de células fotoreceptoras (os cones e bastonetes). A organização da retina de um polvo é a inversa, começando pela camada fotoreceptora, o que é, aliás, uma solução muito melhor, pois estas células não têm nenhuma à frente a impedir a passagem de muitos fotões. Se pensarmos que as estruturas fotoreceptoras antepassadas de ambos os tipos de olhos não tinham uma forma globosa, mas mais provavelmente seriam camadas planas de tecido fotossensível, que se foram dobrando ao longo da evolução de cada grupo, para formar uma cavidade que se foi fechando, porque as propriedades óticas de uma estrutura desse tipo são melhores, então percebemos que essa dobragem aconteceu em sentidos opostos nos vertebrados e nos cefalópodes, dando origem a olhos funcionalmente parecidos, mas, estruturalmente, diferentes.

Uma das imagens mais persistentes que as pessoas têm do processo evolutivo é a de um processo linear, em que as soluções evolutivas vão resultando da transformação de outras anteriores. Contudo, a melhor analogia para a evolução não é essa, mas antes a de uma paisagem com relevos, composta por montes e vales, em que os montes representam picos de soluções adaptativas. Nesta analogia de paisagem adaptativa (Dawkins, 1999), cada monte é uma

solução adaptativa diferente, sendo que as espécies que vão evoluindo, com soluções mais adaptadas, fazem-no subindo a encosta do monte. Os montes não são todos da mesma altura, constituindo uns soluções melhores do que outros. Mas, uma vez começando a subir a encosta, descer representa optar por soluções piores, o que a evolução não favorece. Assim, os organismos acabam evoluindo para ótimos locais, de acordo com a sua proximidade de um desses montes, ou soluções adaptativas. No caso dos olhos, por um lado, as opsinas constituíram uma solução evolutiva muito boa, pois todos os olhos que evoluíram usam aquelas proteínas para captar os fotões. Isto significa que a primeira grande inovação evolutiva que possibilitou a evolução de olhos foi o aparecimento de proteínas com capacidade de captar fotões e reagir a isso, pois esta solução está presente em todos. Por outro lado, as estruturas contendo as opsinas puderam assumir formas muito diferentes, de acordo com a maquinaria genética de cada grupo e o tipo de mutações que surgiram na sua história evolutiva e que possibilitaram a evolução de adaptações diferentes para a mesma função. Considerando a analogia da paisagem adaptativa, os organismos tenderão a subir as encostas dos montes mais próximos e não dos mais distantes, pelo que o ponto de partida é relevante.

Poder-se-á pensar que a evolução de um olho complexo como o de um vertebrado será muito difícil e requer muito tempo evolutivo. Dan Nilsson e Susanne Pelger (1994) calcularam quanto tempo seria necessário para a evolução de um olho de vertebrado, através duma simulação de computador. Esta permitiu estimar que seriam necessárias aproximadamente umas 400 mil gerações para a evolução completa de um olho de vertebrado a partir de uma camada de células plana semelhante à estrutura simples do olho de uma lapa. Considerando um organismo com um ciclo de vida anual, isso corresponde a menos de 500 mil anos, o que em termos evolutivos, é quase um instante.

A cor do mundo

O mundo que nos rodeia apresenta-se-nos de forma muito colorida. O elemento crucial para determinar que cores vemos é o tipo de cones que temos na nossa retina. Como referi acima, nós possuímos três tipos de cones (curtos

– C, médios – M, longos – L). Temos, por isso, uma visão tricromática, que nos possibilita, através de um processo de integração no cérebro da informação proveniente desses tipos diferentes de células, uma visão de milhões de cores ou cambiantes cromáticos. Pensa-se que a informação dos três tipos de células é integrada por um processo de oposição entre pares de células diferentes. Por exemplo, se os três tipos de células forem bastante estimulados e todos com a mesma intensidade, veremos branco — como sucede quando se faz rodar com grande velocidade um disco de Newton, que apresenta as cores do arco-íris. Se forem só as células M a serem estimuladas veremos verde. Este verde terá tonalidades diferentes se um dos outros dois tipos de células também for estimulado em menor grau. Assim, a visão das cores dependerá do tipo de células que cada animal possui. E há muita variação.

De um modo geral, os mamíferos só possuem dois tipos de células (C e M), pelo que se consideram dicromatas. A sua gama cromática é muito mais limitada, particularmente a discriminar cores na zona do verde-vermelho, ou seja, não distinguem basicamente verde de vermelho. Será uma visão parecida com a das pessoas daltónicas, pois estas têm um dos tipos de cones, M ou L, não funcional. Pelo contrário, as aves e répteis têm 4 tipos de cones diferentes, pelo que se designam tetracromatas. Além dos cones C, M e L, possuem um cone UV, que absorve luz na gama do ultravioleta, o que confere às aves visão UV. Não todas as aves, pois umas têm o 4.º cone numa zona quase visível. Podemos afirmar que a visão das cores das aves é muito maior do que a nossa, cobrindo um espectro que vai dos 340 nm aos 700 nm. Acresce que elas possuem umas gotas de óleo a cobrir os cones que contribuem para aumentar a resolução cromática em todo o espectro. Contudo, o recordista da cor é um pequeno crustáceo marinho, semelhante a um camarão, que possui nada menos que 12 cones diferentes na sua retina (Thoen et al., 2014). Não se sabe bem como funciona uma tal sinfonia de cor neste animal.

A nossa visão tricromática encerra uma história evolutiva interessante. Sabemos que, ao contrário de nós, a maioria dos mamíferos é dicromata. Apenas uma pequena parte dos mamíferos é tricromata como nós: são os primatas do novo e do velho mundo. Os antepassados dos mamíferos foram, durante muitos milhões de anos, pequenos insectívoros noturnos, para os quais a

visão das cores seria pouco importante. Efetivamente os cones necessitam de muitos fótons de luz para poderem funcionar (veja-se como a nossa percepção das cores é tão limitada à noite), pelo que eram de pouca utilidade para esses animais. Assim, os mamíferos terão perdido, no curso da evolução, dois tipos de cones (UV e L), que estariam presentes nos seus antepassados répteis, retendo apenas dois (C e M). Mais recentemente, talvez há uns 45 milhões de anos, quando os primatas do novo e do velho mundo evoluíram, com uma adaptação a uma vida diurna e baseada, parcialmente, em frutos, as vantagens evolutivas de uma discriminação da fruta madura terão possibilitado a ocorrência de um terceiro tipo de cone. Os antropóides, tal como os primatas do velho mundo adquiriram, de um antepassado comum, este terceiro tipo de cone (Figura 11.2.). Ao que tudo indica, isso terá sucedido através da duplicação do gene para os cones M com mutações (Jacobs & Nathans, 2009). De facto, os genes para os cones M e L estão ambos localizados no cromossoma X e junto um do outro.



Figura 11.2. Pintura de Rousseau — Esta cena de uma pintura de Rousseau, com primatas alimentando-se de frutos, ilustra a importância da visão tricromática, que evoluiu secundariamente nos primatas diurnos. A mesma cena vista por um mamífero dicromata, revela a dificuldade em perceber se um fruto está ou não maduro.

Regressemos ao conceito de von Uexküll. Sabemos que cada espécie tem o seu mundo perceptivo, que é definido pelas características dos seus órgãos sensoriais. Propriedades diferentes dão origem a capacidades óticas e cromáticas distintas, pelo que duas espécies não olham para a mesma cena e vêem o

mesmo. Haverá, diferenças, que serão tanto maiores quanto mais distantes se encontrem em termos evolutivos.

Os olhos são órgãos extraordinários que possibilitam ver à distância e atuar com enorme precisão. São também o produto do processo evolutivo, o que evidenciam em cada pormenor da sua constituição e funcionamento.

Referências

- DAWKINS, R. (1999). *A escalada do monte improvável*. Lisboa: Gradiva.
- FERNALD, R. D. (2006). Casting a genetic light on the evolution of eyes. *Science*, 313(5795), 1914–1918.
- JACOBS, G., & NATHANS, J. (2009). The evolution of primate color vision. *Scientific American*, 300(4), 40–47.
- LAND, M. F., & NILSSON, D.-E. (2012). *Animal eyes*. Oxford: Oxford University Press.
- NILSSON, D.-E., & PELGER, S. (1994). A Pessimistic Estimate of the Time Required for an Eye to Evolve. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 256(1345), 53–58.
- PATERSON, J. R., GARCIA-BELLIDO, D. C., LEE, M. S., BROCK, G. A., JAGO, J. B., & EDGE-COMBE, G. D. (2011). Acute vision in the giant Cambrian predator Anomalocaris and the origin of compound eyes. *Nature*, 480(7376), 237–240.
- THOEN, H., HOW, M., CHIOU, T., & MARSHALL, J. (2014). A different form of color vision in Mantis shrimp. *Science*, 343(6169), 411–413.
- VON UEXKÜLL, J. (1982). *Dos animais e dos Homens*. Lisboa: Livros do Brasil.

MARGARIDA PEDROSO DE LIMA

ORCID: 0000-0002-6239-1137

Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra

mplima@fpce.uc.pt

CAPÍTULO 12 À LUZ DA PSICOLOGIA

IN THE LIGHT OF PSYCHOLOGY

RESUMO: Tendo como pano de fundo a centralidade social, histórica e científica do conceito Luz, neste artigo, procuramos sublinhar a sua relevância na ciência psicológica. São esboçadas algumas linhas de análise, nomeadamente a importância do conceito Luz para o estudo das emoções e da percepção. São também esboçadas as suas implicações para diversas áreas da psicologia, a saber, a psicologia clínica, a psicologia *gestalt* e o estudo da criatividade.

Palavras-chave: Luz, psicologia, emoção, percepção

ABSTRACT: In this article, in the context of the social, historical and scientific centrality of the concept Light, we try to emphasize its relevance in psychological science. Some lines of analysis are outlined, namely, the importance of the concept Light for the study of emotions and perception. Its implications for various areas of psychology, namely, clinical psychology, gestalt psychology, and the study of creativity are also outlined.

Keywords: Light, psychology, emotion, perception

Introdução

«You must go into the dark in order to bring forth your Light» (Ford, 2001)

Se é incontornável a relevância do conceito Luz para as ciências ditas exatas, a sua importância estende-se às ciências humanas e sociais. O discurso social, filosófico, histórico, religioso contém inúmeros termos e constructos que derivam do conceito Luz: o Iluminismo ou século das Luzes (movimento

cultural do século XVIII que pretendeu reformar a sociedade através da razão), a Iluminação ou esclarecimento (como estado a atingir no desenvolvimento espiritual ou intelectual) são apenas dois exemplos possíveis. No entanto, a extensão dessa influência, é bem maior do que poderíamos à partida supor.

O termo Luz aparece no pensamento teológico sob várias formas (*e.g.*, visão, iluminação, forças positivas de caráter), no entanto, todas elas positivas e dando-lhe um lugar de relevo. Por exemplo, a Luz divina ou radiação divina é um aspeto da presença de Deus, uma forma de expressão da espiritualidade (esta capacidade também existiria em seres como anjos, santos e seres humanos). No Cristianismo, Deus é mesmo considerado Luz e, em muitos livros sagrados, abundam descrições em torno da Luz. Por exemplo, os Três Reis Magos teriam vindo «do leste» (onde nasce o sol ou seja a Luz) para adorar Cristo, para tal, seguem a estrela (simbolizando a boa nova, orientação correta).

No Hinduísmo, há inclusivamente um festival da Luz — Diwali — que celebra a vitória da luz sobre as trevas. E no mantra Bṛhadāraṇyaka Upaniṣad repete-se: «da escuridão leva-nos para a luz». As escrituras Budistas falam de budas de luz. Um Buda é, aliás, um ser que atingiu a iluminação por isso muitas vezes são representados com um halo de Luz e uma chama sobre as suas cabeças simbolizando a Luz interna.

Embora não seja nossa intenção neste texto aprofundar a contribuição e a centralidade do conceito Luz nas diferentes religiões, seria impossível negar a influência marcante destas conceptualizações na forma contemporânea de pensar o humano. Por outras palavras, a valorização positiva da Luz, na religião, impregnou também o pensamento das Ciências humanas e sociais. Assim, também nestas, a imagem positiva dada à Luz é notória como veremos (Shreve-Neiger & Edelstein, 2004).

O psicólogo William James (1902) definiu espiritualidade como uma «tentativa de estar em harmonia com a ordem não visível das coisas», uma busca por encontrar sentido para a nossa existência. Como é sabido a espiritualidade influencia os valores pessoais, logo, não se confina aos contextos religiosos mas a todas as dimensões da vida, inclusivamente à nossa relação com o espaço e o lugar que habitamos. Assim, alguns indicadores percetivos, como a claridade e a temperatura de um local, que nos são dados pela descrição deta-

lhada da experiência sensorial podem ser lidos, por exemplo, como conexão e pertença. Esta relação entre *landscape* (paisagem externa) e *mindscapes* (paisagem interna) (Tindol, 2011), no caso do presente texto entre a Luz (ou a sua ausência) e o nosso sentir, permitem-nos compreender como o suave pousar dos raios solares, numa planície, pode encher-nos de sentido ou transformar um pequeno quarto num santuário.

Não só o pensamento religioso, espiritual e histórico influencia como a psicologia discorre sobre a Luz e a vê mas, também, os aspetos de «mensurabilidade e clareza» presentes nas conceptualizações da Luz na ciência física influenciaram o discurso sobre a Luz da ciência psicológica. Assim, graças à Luz, enquanto radiação eletromagnética que o olho humano percebe como claridade, podemos medir as distâncias dos objetos cósmicos até algumas centenas de parsecs (um parsec equivale a aproximadamente 3,26 anos-luz ou cerca de 30,85 biliões de quilómetros). A luz permite-nos assim ver melhor a nossa realidade observável mas é, também, uma escala de medida da distância das estrelas no firmamento, ou seja, permite-nos ver para além do observável. A valorização da clareza, por um lado e, por outro, o ver para além do manifesto e do explícito são também aspetos centrais na psicologia.

Neste artigo, partilhamos algumas reflexões sobre a contribuição do conceito Luz para a ciência psicológica, mais especificamente, as suas implicações para o estudo da emoção e da percepção.

Luz e emoção: *You are the sunshine of my life*

(Letra original de Stevie Wonder)

Na psicologia encontramos muitas possibilidades de reflexão sobre o impacto do conceito Luz na forma como pensamos e construímos a nossa realidade. O paralelismo entre a Luz e as emoções positivas (*e.g.*, alegria, vivacidade, motivação, esperança, amor) e a escuridão e as emoções negativas (tristeza, desânimo, apatia, angústia) parece trespassar todo o estudo das emoções e está presente no nosso discurso quotidiano. Num extremo, a Luz relaciona-se com o sol da primavera, com o conceber e dar vida (dar à Luz), no outro, a pouca Luz do inverno relaciona-se com a tristeza e a morte e com

alguns tipos de depressão (Esta depressão de inverno é designada *Seasonal Affective Disorder* (SAD) e caracteriza-se por as pessoas sentirem menos energia e mais tristeza e alterações de humor durante o inverno. Uma das terapias indicadas é, aliás, a Terapia da Luz, com sessões que variam entre 15 e 30 minutos diários de exposição à luz). A luz e o sol do verão conectam-se também com uma das fases do ciclo de vida — a juventude. Esta caracterizar-se-ia pela abertura, extroversão, alegria e pujança. Com o desmaiar da luz entraríamos, nas palavras de Jung, no entardecer da vida, entraríamos na velhice e, conseqüentemente, numa fase de recolhimento e de introspeção. Veríamos assim uma relação entre a intensidade da luz e as diferentes fases do ciclo da vida. E que possivelmente a luz é a primeira coisa e a última que vemos na nossa vida.

Estas narrativas sobre a nossa existência estão tão arraigadas que são inclusivamente visíveis nas teorias do desenvolvimento humano.

Tem surgido nas últimas décadas um crescente número de estudos que focam no funcionamento humano positivo (e.g., Seligman et al., 2005; Csikszentmihalyi, 1990), sobretudo na identificação dos componentes e determinantes do bem-estar subjetivo. As emoções positivas parecem ter um papel central no bem-estar subjetivo na medida em que, emoções como a alegria e o interesse, ampliam os recursos de pensamento/ação presentes e, assim sendo, ajudam a construir recursos pessoais duradouros.

De acordo com a tradição fenomenológica (e.g., Merleau-Ponty, 1962) e, mais recentemente, com o avanço das neurociências reconhece-se que o corpo está intrinsecamente envolvido. Por outras palavras, a experiência humana é «encarnada». No nosso dia a dia, quando tudo funciona bem, o corpo parece desaparecer da nossa consciência para se fazer figura quando surge alguma disfunção ou necessidade (Kegan, 1994; Reis, 1998). Porém, o que acontece ao nosso corpo quando experienciamos níveis elevados de bem-estar e de êxtase? Sentimo-nos luminosos e brilhantes (*shiny*). Como sentimos que o outro é especial na nossa vida? Quando conseguimos dizer *You are the sunshine of my life*. Como se sente o nosso corpo quando atingimos estados como a iluminação? Sentimo-nos conectados, integrados.

Por contraste, apercebemo-nos que a linguagem em torno da dor e da perturbação mental surge, muitas vezes, associada a uma linguagem que

remete para uma existência «com pouca luz». Expressões como «não vejo o sentido», «estou confuso», «perdido», «desorientado», «estou num poço», «necessito de luz, orientação, clareza» surgem amiúde na prática clínica. A Luz como metáfora da verdade (ver/não ver; escuro/claro), da consciência (versus ignorância), da orientação (candeia/estrela que ilumina o caminho; ver a luz ao fundo do túnel), da cura (presença e ausência), da qualidade de vida (boa/má; quente/fria; confortável/desconfortável), e da emocionalidade (positiva como a alegria e a esperança *versus* a negativa como o desespero e a angústia) são muito frequentes.

A nossa concepção de Luz implica uma «não Luz» e uma gradação de um polo ao outro. Os contrastes (Luz/Trevas) fazem parte da nossa forma de pensar e compreender o mundo e a nós mesmos. Porém, entre o escuro total e a Luz completa há uma variabilidade imensa de nuances. A nossa sociedade, como já foi referido, edifica-se neste contraste e na valorização da «Luz». Tal deve-se, como o comentador da Bíblia Ritenbaugh refere, ao facto da presença da luz ser desde tempos remotos uma metáfora da verdade, da bondade e do conhecimento. Na Bíblia, João diz na sua 1.^a carta: «Deus é luz e nele não há nenhuma espécie de trevas» (Bíblia, 1 Jo 1,5). A luz faz assim parte da Sua essência, a par do amor. Nele não há pecado, qualquer mancha de iniquidade ou qualquer indício de injustiça (Ingersoll, 1994).

Neste sentido, alguns autores referem-se ao cristianismo como tendo uma posição semi-dualista. Significa que Deus é o soberano onipotente e o criador de tudo, porém não tem responsabilidade pelo mal no mundo, pela criação da maldade, o qual teria origem no livre-arbítrio concedido às suas criações, sejam elas humanas ou celestes. O mal surge a partir dos anjos devido à sua rebeldia e, a partir dos homens, através do pecado.

Interessante é que etimologicamente o termo Lúcifer significa «o que leva a luz». Foi São Jerónimo que, no século IV, elaborou a versão latina da Bíblia onde empregou o termo Lúcifer para traduzir a expressão hebraica que corresponde a «estrela da manhã», «astro brilhante», «manhã» e «aurora».

Alguns autores (Jung, Perls) têm sublinhado a importância da integração destas «duas ou mais partes» como sendo a base da saúde mental e da felicidade. Seligman (2007) inclui na definição de Bem-estar as emoções negativas, embora frisando que são a preponderância das emoções positivas

(não exageradas) que estão relacionadas com a longevidade e a qualidade de vida.

Possivelmente para sermos quem realmente somos, um dos grandes objetivos da nossa vida, requer uma vontade de olhar para os nossos recantos mais escuros, conhecer as verdades difíceis sobre nós mesmos. Aliás não há outro caminho... já que seremos sempre quem somos. Fugir de nós próprios será sempre aquela missão impossível. Mudar, eventualmente, começa sempre pela aceitação de quem e como somos. É sempre importante recordar que o próprio ato de prevenir os «maus sentimentos» também previne os bons de fluírem em nós já que, quando bloqueamos o seu fluxo, bloqueamos todas as emoções. O bloqueio não discrimina, ficando-nos assim também vedadas as inúmeras alegrias da vida.

Compreendermo-nos implica olharmos o lado «escuro» e o lado «claro», incluímos todos esses aspetos e sentimentos, que já estão aqui em nós, torna-nos pessoas mais humanas, melhores e clínicos mais eficientes. Quanto mais trabalharmos nas nossas próprias questões, quanto mais aceitarmos o nosso percurso e as nossas contradições, mais eficazes seremos com os outros (Shreve-Neiger & Edelstein, 2004).

Quanto mais Luz tivermos sobre as nossas emoções, mais preenchida será a nossa vida. Quanto mais claras forem as coisas na nossa mente, mais fácil será a sua expressão. Daí que uma das técnicas base de toda a psicoterapia é a da clarificação. Este processo é facilitado pelo estabelecimento de relacionamentos profundos com os outros significativos. A intimidade (*Intimacy = into me see*) permite vermo-nos melhor.

Por outro lado, o paralelismo entre a Luz e a clareza de pensamento (*e.g.*, estar orientado, o ver bem, o ser racional) e a escuridão com o não conseguir ver adequadamente a realidade (*e.g.*, sem conseguir raciocinar ou perceber, confuso, indeciso) está também presente, sobretudo, em correntes como o cognitivismo e o construtivismo. Para estas abordagens a forma como compreendemos, interpretamos e construímos a nossa realidade é determinante na nossa adaptabilidade ao mundo e na nossa felicidade pessoal. No entanto, a Luz em excesso cega-nos. A racionalidade em demasia limita-nos. O nosso cérebro está aliás dividido em duas partes principais, o hemisfério esquerdo e o direito. Os dois hemisférios atuam juntos, mas cada pessoa tem um lado

predominante, que foi mais abundantemente estimulado. O lado esquerdo do cérebro é o lado mais racional, e é responsável pelos nossos pensamentos lógicos e analíticos. Normalmente pessoas com este lado mais desenvolvido são mais ligadas a atividades na área das ciências exatas, como a matemática, a engenharia e a tecnologia. O lado direito do nosso cérebro é o lado mais criativo, intuitivo, emocional e expressivo. Pessoas com o hemisfério direito mais desenvolvido interessam-se mais pelas humanidades, a arte, a música e a psicologia.

Usar todo o nosso potencial implica usar a razão e a emoção. Aliás a sabedoria, uma das formas mais elevadas de funcionamento humano, foi definida por Baltes (1992) como «inteligência com caráter», ou seja, uma decisão sábia implica não apenas inteligência e um raciocínio adequado mas, também, níveis elevados de generatividade e compaixão (Baltes & Staudinger, 2000; Baltes & Bekunzmann, 2003). Este funcionamento mais consciencioso, holístico e integrado é o que caracteriza as pessoas «iluminadas» (Tornstam, 2005).

Luz e percepção: *Allow the Light in*

(Mary Wickham)

As cores das mais belas flores são reações químicas, na retina, produzidas por luz vinda do sol, refletida nas suas pétalas, a mais bela música são variações de pressão no ar produzidas por instrumentos vibradores, o perfume mais fragrante são moléculas com propriedades químicas peculiares, dispersas nas moléculas do ar. O nosso mundo é o grande carnaval com que mascarámos a realidade, através dos nossos próprios sentidos. Mas como é esse mundo para lá dos nossos sentidos, o mundo sem nada que dê significado à luz refletida nos objetos, às variações de pressão no ar, às moléculas de perfume, aos sabores e a tudo o resto que captamos do exterior? Ficam só as propriedades físicas duras e abstratas. Um objeto é massa, um aglomerado de átomos com as suas interações e movimentos característicos, os sons são ondas mecânicas variáveis. Os nossos sentidos transformam conjuntos de átomos na beleza dos jardins, na pele aveludada das virgens, variações de pressão em sinfonias de Beethoven. Sem sensações fecham-se as janelas para o exterior, eliminam-se o advir do que é novo e os motivos para quase tudo. É como um coma

profundo num quarto totalmente escuro e silencioso. Mas estamos acordados, no verde à nossa volta e faz-me bem, abraçar assim. (Lima, 2016).

Como sabemos a luz incidente sobre os elementos físicos e químicos cria o espetáculo das cores por efeito de absorção, dispersão, reflexão e refração. Isaac Newton ao mostrar que as cores são propriedade da luz e não dos corpos refratores validava a antiga afirmação de Da Vinci: «A luz branca não é uma cor, senão o resultado de outras cores». Thomas Young definiu três cores-luz primárias que somadas produzem o branco: vermelho, verde e azul. Podemos pois dizer que a cor não tem existência material. Ela é uma informação visual, uma sensação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão e decodificada pelo cérebro. Graças à luz, a visão, que é uma função admirável, liga o nosso mundo interior ao mundo exterior e traz-nos as cores do universo, do arco-íris. «As cores são ações e paixões da luz» afirmou o escritor Goethe. A verdade é que se nos privassem da cor, perderíamos a mais eficiente dimensão de discriminação das coisas. Eventualmente confundiríamos o céu com a relva. A nossa visão do mundo é colorida devido ao império dos nossos sentidos. O amarelo do girassol, o azul do céu, o verde das árvores.

Por outro lado, a Luz, em combinação com a Sombra, é o que permite produzir o efeito de volume nos objetos e, conseqüentemente, é a base da tridimensionalidade no desenho e na pintura. Desde há séculos, artistas e ilusionistas dominaram, intuitivamente, técnicas capazes de «enganar» o cérebro — por isso conseguimos ler um amontoado de pinceladas numa tela plana como uma obra de arte.

Algumas correntes artísticas abandonaram os pincéis e o papel para usar a luz e o movimento como matéria-prima e criar obras que mudam constantemente e revelam a natureza instável da realidade. Um dos fundadores da arte cinética, o argentino Julio Le Parc, destacou-se nos estudos sobre como alterações na luminosidade provocam ilusões óticas: impressão de movimento em objetos estáticos e criam cores que não existem.

A arte cinética é, ao lado da arte ótica, a corrente artística que mais se aproxima das neurociências. São obras que relembram que a realidade muda de acordo com a perspectiva a partir da qual é observada. O que «vemos» é fruto da interação entre dados sensoriais (estímulos físicos), premissas do

cérebro a respeito do mundo natural, memórias e emoção. Palatnik estudou psicologia *gestalt*, a psicologia da forma, que sublinha que na percepção estão envolvidos vários estímulos.

A psicologia da *gestalt* ou da forma foi fundada por pensadores alemães como Max Wertheimer, Wolfgang Köhler e Kurt Koffka e estuda os processos pelos quais as pessoas interpretam o mundo. Max Wertheimer observou que seqüências rápidas de acontecimentos e percepções, tais como linhas de luzes piscando, criam a ilusão de movimento, mesmo quando não há nenhum. As imagens em movimento são baseadas neste princípio, ou seja, numa série de imagens rápidas e sucessivas que dão a ilusão de uma experiência visual contínua. De acordo com a psicologia da *gestalt*, esse movimento aparente acontece porque as nossas mentes tendem a preencher/completar a falta de informação. No caso das luzes, o apagar de uma luz com o imediato acender da próxima luz está para a nossa mente como se a primeira luz se tivesse deslocado da primeira posição para a segunda, o que é interpretado como se a primeira luz nunca se tivesse apagado e, na verdade, tivesse simplesmente se deslocado da sua posição inicial para a posição da segunda lâmpada. De acordo com a psicologia da *gestalt*, o todo é diferente da soma das suas partes.

A importância da Luz na psicologia da percepção (distorções visuais em função da luz e da luminosidade) alerta-nos para o facto de que, muitas vezes, a luz não nos ajuda a ver melhor a realidade como ela é. Por outro lado, dá-nos informação sobre o funcionamento complexo da nossa mente. Que a nossa mente nos *mente* tem sido sobejamente reconhecido. Conceitos como racionalização, bloqueio, resistência, relutância, autossabotagem e outros mecanismos têm sido abordados por várias correntes de pensamento e em áreas tão diversas como a psicologia educacional, a psicologia organizacional e a psicologia clínica. Embora cada um destes conceitos se revista de especificidades e *nuances* e até, eventualmente, se refiram a processos psicológicos diferentes, não os o dificultar que a vida aconteça de forma espontânea (Moreno, 1939). Ou seja, que as pessoas sejam expressivas e felizes.

Pressfield (2002) definiu o termo resistência como a força universal que tende a manter as coisas como estão e que atua contra a criatividade humana. Este emperrar, seja através da racionalização, do criticismo ou do medo, coloca barreiras e sabota aspirações.

Embora o termo resistência esteja associado à obra de Freud, o conceito era já conhecido na medicina do século XIX. Alguns doentes «agarravam-se à sua doença», ou seja, resistiam à sua cura devido aos ganhos secundários sociais, físicos e financeiros associados a ela (por exemplo, ficando doentes escondiam a sua incompetência no trabalho). No entanto, o interesse de Freud (1914) centrava-se sobretudo nos ganhos primários da doença. Tal significa, segundo este autor, que o sintoma da doença seria o «pagamento» inconsciente para o sujeito ser poupado ao desprazer psicológico. Este desprazer adviria da passagem do conteúdo do inconsciente para o consciente, ou seja, em aceitar conscientemente que se sente determinadas coisas (como por exemplo, desejo sexual por alguém que a moral não considera adequado). E, conseqüentemente, resiste-se porque não se quer experimentar a dor de aceitar que existem determinados impulsos e desejos inaceitáveis dentro de si. De certo modo fechamo-nos à Luz e adaptamo-nos assim à sua ausência.

Freud (1914) considerava que era necessário mais do que a mera compreensão intelectual para ultrapassar a resistência. Era necessário um processo lento de trabalho interno para conhecer a resistência e descobrir o que a alimenta. Por isso ele aconselhava que o terapeuta se mantivesse neutro para que a resistência se expressasse na relação terapêutica e se tornasse óbvia para o próprio cliente. Neste processo automático e inconsciente que é a resistência, reagimos revelando, e ao mesmo tempo mantendo escondido, aspetos inaceitáveis sobre nós próprios como comportamentos, fantasias e sentimentos.

A ligação entre transferência e resistência possivelmente sintetiza um dos grandes legados de Freud para a psicoterapia.

De acordo com Heide (2010) muitas correntes atuais como a terapia narrativa e a terapia dos constructos pessoais, na mesma linha do que defendeu Freud, consideram que é importante trabalhar com a resistência e não contra ela. Lutar contra poderia perpetuá-la e ser, conseqüentemente, contra produtivo.

Para Perls (1970) quando há resistência há interrupção do «ciclo normal de satisfação das nossas necessidades» (*gestalt*), ou seja, há evitamento do contato (com o que sentimos e com a realidade fora de nós). Importante seria então tomar consciência dos nossos medos e ilusões (o que está na

nossa cabeça) por contraste com as nossas necessidades presentes. Este «dar-se conta» no presente é transformador porque permite completar o padrão que foi previamente interrompido ou «*Gestalten* inacabada».

Wallen (1970) refere que a relação entre a Psicologia *gestalt* e a Terapia *gestalt* torna-se clara na aplicação da ideia de que os indivíduos têm «necessidade de preencher um padrão» (recordemos o exemplo, atrás descrito, das linhas de Luz). Assim, por exemplo, a necessidade do leitor compreender o conteúdo deste artigo leva-o a prosseguir a leitura. O artigo é a «figura». No entanto, se o leitor sentir vontade de ir dar um passeio, esta tornar-se-á figura e a leitura irá para fundo. A «*gestalt* leitura» é substituída por uma outra.

As nossas necessidades organizam o que sentimos, percebemos e o que percebemos e as nossas ações.

Quando este processo funciona adequadamente, a diferença entre figura e fundo é clara. Sei o que quero e o que é secundário a qualquer momento. No entanto, quando este processo não funciona muito bem, fico confuso. Fico, aliás, incapaz de dizer o que quero e, conseqüentemente, preencher as minhas necessidades. Esta falha no acesso ao que eu quero é uma interrupção no ciclo da *gestalt* (Latner, 1973) e surge como um bloqueio à minha satisfação.

As interrupções podem advir de «um contacto perceptivo pobre com o mundo exterior e com o próprio corpo» (Wallen, 1970). Sendo assim não sei bem qual a minha necessidade. Por exemplo, não me dou conta que a minha perna abana e que tal expressa a minha necessidade de ir dar um passeio. As interrupções podem também resultar da minha dificuldade em expressar as minhas necessidades, o que eu quero. Por exemplo, posso estar a precisar de apoio emocional e ser incapaz de solicitar um abraço. Finalmente, as interrupções podem também surgir da repressão daquilo que quero fazer para satisfazer a minha necessidade. Por exemplo, fico zangada com um amigo e quero insultá-lo mas como moralmente não devo, reprimo levando a uma tensão nas minhas costas por não satisfazer a minha necessidade.

Em suma, para Freud e Perls resistimos para não sofrer. Mas o estranho é que ao resistir acabamos por ter mais sofrimento e mais implicações negativas para a nossa vida. Para ambos os autores a superação destes bloqueios acontece mais facilmente no Encontro. Encontro no momento presente. Ao

experienciar possibilidades de mudança nesse encontro vou sendo capaz de aceitar a minha realidade e assumir a responsabilidade pessoal pela forma como quero viver a minha vida. Porém, enfrentar aspetos de nós que preferimos deixar escondidos é reconhecidamente penoso. A verdade é que a luz é desconfortável para aqueles acostumados com o escuro (João 3:20).

Em suma para ver a Luz ao fundo do túnel é importante um ambiente aceitante (Corey, 1996), não avaliativo (que as luzes dos semáforos fiquem verdes). A observação e aceitação do que ocorre no campo atencional, de uma forma não ajuizadora, é um dos elementos fundamentais que permite operar a mudança da reatividade automática para a atitude de deliberação e ação consciente (Kabat-Zinn, 1990, 2000). Assim, dadas as suas características, as práticas continuadas como a «concentração numa vela» vão-se traduzir também, entre outros aspetos benéficos, numa melhor capacidade de descentração cognitiva e de controlo da reatividade emocional. De acordo com Shapiro, Carlson, Astin e Freedman (2006) os três elementos axiomáticos: a intenção enquanto ação deliberada, a atenção e a atitude (com que intencionalmente se presta atenção a algo), para além do já referido, inclui o cuidar, o não lutar, o deixar ir, a gentileza, a amabilidade/amorosidade e a confiança.

Permitem ainda o *insight*, com a conseqüente compreensão de uma situação, ou a *Eureka* (A palavra «eureka» foi supostamente pronunciada pelo cientista grego Arquimedes (287 a.C.–212 a.C.), quando descobriu a forma de calcular o peso de um corpo, imergindo-o num líquido, o chamado «Princípio de Arquimedes»), com a descoberta súbita de uma solução (representada muitas vezes por uma lâmpada), ambos processos centrais no estudo da inteligência e da criatividade. Thomas Edison referiu que para resolver um problema é preciso iluminá-lo a partir de todos os ângulos conhecidos e também de novos e desconhecidos. O segredo da criatividade estaria na mudança de perspetiva, no considerar as coisas sob uma nova luz e não ficar preso à conceção anterior. «Ver» algo como se fosse a primeira vez. Neste âmbito, os pensamentos são considerados como entidades autoconstruídas de caráter transitório (são aceites, tal como se apresentam).

A solução para os nossos problemas estaria, usando uma linguagem completamente diferente, na lâmpada de Aladino... que aliás, por mera curiosidade, significa do árabe *إلهة*, literalmente «nobreza da fé».

Conclusão

Apesar da importância da Luz nas ciências exatas e humanas, não podemos cair na tentação de julgar que é nesta que reside a verdade como nos atesta a parábola da agulha: «Uma mulher perdeu uma agulha na cozinha e procura-a na varanda. Um jovem que pretende ajudá-la pergunta: ‘O que procura?’ ‘Uma agulha. Caiu-me na cozinha.’ O jovem admirado quer saber porque a procura ela na varanda. ‘Porque na cozinha está escuro’ responde a mulher».

A Luz é apenas um meio que nos permite ver e nos ajuda a ver melhor. No entanto, não é, ela própria, o único meio de ver e de aceder ao conhecimento e, muito menos, a finalidade em si (a realidade/a verdade).

A Luz, umas vezes, mostra-nos o caminho/a realidade, outras distorce a realidade/objeto, cria-nos ilusões (por exemplo, a lua não é branca é essencialmente multicolor) e, pode mesmo, chegar a cegar-nos (Yalom, 2008).

Referências

- BALTES, P., & BALTES, M. (1990). Psychological perspectives on successful aging: The model of selective optimization with compensation. In P. Baltes & M. Baltes (Eds.), *Successful aging: Perspectives from behavioural sciences* (pp. 1–34). New York: Cambridge University Press.
- BALTES, P. B., & BEKUNZMANN, U. (2003). Wisdom: The peak of human excellence in the orchestration of mind and virtue. *The Psychologist*, 16, 131–133.
- BALTES, P. B., & STAUDINGER, U. M. (2000). Wisdom: A metaheuristic (pragmatic) to orchestrate mind and virtue toward excellence. *American Psychologist*, 55(1), 122–135.
- BÍBLIA, disponível em http://capuchinhos.org/biblia/index.php/1Jo_1 [Consultado em 19 de set. de 2019].
- COREY, G. (1996). *Therapy and practice of counseling and psychotherapy* (5.^a ed.). Pacific Grove, CA: Brooks/Cole.
- CSIKSZENTMIHALYI, M. (1990). *Flow: The Psychology of Optimal Experience Paperback*. New York: Harper & Row.

- FORD, D. (2001). *The Dark Side of the Light Chasers*. USA: Hodder & Stoughton General Division.
- FREUD, S. (1914). *Psychopathology of Everyday Life*. New York: the Macmillan company.
- INGERSOLL, R. E. (1994). Spirituality, religion, and counseling: Dimensions and relationships. *Counseling and Values*, 38, 98–112.
- HEIDE, F. J. (2010). The agonistic metaphor in psychotherapy: should clients battle their blues?. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training*, 47(1), 68–82.
- KABAT-ZINN, J. (1990). *Full Catastrophe Living: Using the Wisdom of Your Body and Mind to Face Stress, Pain, and Illness*. New York: Bantam Books.
- KABAT-ZINN, J. (2000). *Aonde quer que eu vá. Sinais de fogo*. Cascais: Gradiva.
- KEGAN, R. (1994). *In over our heads. The mental demands of modern life*. Cambridge: Harvard University Press.
- LATNER, J. (1973). *The Gestalt therapy book: The first clear complete guide to the influential new psychotherapy developed by Fritz Perls and others*. New York: Bantam.
- LIMA, J. J. P. (2016). *Crónicas ao acaso*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra.
- MERLEAU-PONTY, M. (1962). *Phenomenology of Perception*. London: Routledge.
- MORENO, J. L. (1939). Creativity and the cultural conserves with special reference to musical expression. *Sociometry*, 2, 1–36.
- PERLS, F. (1970). Dream seminars. In J. Fagan & I. L. Shepherd (Eds.), *Gestalt therapy now* (pp. 204–233). New York: Harper & Row.
- PRESSFIELD, S. (2002). *The war of art: winning the inner creative battle*. New York: Rugged Land.
- REIS, J. C. (1998). *O Sorriso de Hipócrates: a integração biopsicossocial dos processos de saúde e doença*. Lisboa: Vega.
- SELIGMAN, M. E. P. (2007). *What you can change... and what you can't: The Complete Guide to Successful Self-Improvement*. London, UK: Nicholas Brealey Publishing.
- SELIGMAN, M. E. P., STEEN, T. A., PARK, N., & PETERSON, C. (2005). Positive Psychology progress: empirical validation of interventions. *American Psychologist*, 60(5), 410–421.
- SHAPIRO, S. L., CARLSON, L. E., ASTIN, J. A., & FREEDMAN, B. (2006). Mechanisms of mindfulness. *Journal of Clinical Psychology*, 62(3), 373–386.
- SHREVE-NEIGER, A. K., & EDELSTEIN, B. A. (2004). Religion and anxiety: A critical review of the literature. *Clinical Psychology Review*, 24, 379–397.

- Tindol, R. (2011). The Function of Scientific Metaphor in Thoreau's *Walden*. *Rupkatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities*, 3(1), 71–89.
- Tornstam, L. (2005). *Gerotranscendence: A Developmental Theory of Positive Aging*. New York: Springer Publishing Company.
- Wallen, R. (1970). Gestalt therapy and gestalt psychology. In J. Fagan & I. L. Shepherd (Eds.), *Gestalt therapy now* (pp. 8–13). New York: Harper & Row.
- Yalom, I. D. (2008). *De olhos fixos no sol*. Parede: Saída de Emergência.

PEDRO REDOL

ORCID: 0000-0002-1048-8092

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa

Mosteiro da Batalha

pedro.redol@gmail.com

CAPÍTULO 13

A LUZ NA PINTURA EUROPEIA MEDIEVAL E MODERNA – VISÕES DO MUNDO

LIGHT IN MEDIEVAL AND MODERN PAINTING – VISIONS OF THE WORLD

RESUMO: O tema da luz constitui um ponto de observação extremamente fecundo para o conhecimento da mundividência do Ocidente europeu, na transição do período medieval para a época moderna. Na expressão pictórica, confluem testemunhos de apropriação do real dominados por esta temática que são transversais à poesia, à filosofia e à vivência do quotidiano, ilustrando o estado embrionário do conhecimento científico e tecnológico, e a construção de um novo paradigma a partir de profundas e demoradas transformações mentais. Nesta comunicação, faremos um itinerário por várias obras de arte, desde os mais antigos vitrais, no século XI, até aos primeiros exemplos de utilização da perspetiva geométrica, nos alvares de Quatrocentos. O nosso intuito é reconstituir o processo cultural que decorreu entre a vivência e a racionalização da luz como imanência divina, por um lado, e o entendimento da luz como dado objetivo, cientificamente considerado na representação do real, por outro lado.

Palavras-chave: Luz, pintura, mundividência, Idade Média, Renascimento

ABSTRACT: The topic of light is quite a prolific viewpoint in the understanding of the Western *Weltanschauung* from the Middle Ages to the Renaissance. Evidence regarding the appropriation of the real as to this particular topic that also shows up in poetry, philosophy and daily life converges in painting. It illustrates the rudimentary state of scientific and technological knowledge and the setting up of a new paradigm relying on profound and slow cultural and mental change. In this paper we invite the listener to a trip through a number of works of art ranging from the earliest stained glass evidence which dates back to the 11th century to the first known examples of geometrical perspective in the early 15th century. Our aim is to reconstruct the cultural process that took place between the experience and rationalization of light as divine immanence, on one hand, and the understanding

of light as objective data, scientifically taken into account in the representation of the real, on the other hand.

Keywords: Light, painting, *Weltanschauung*, Middle Ages, Renaissance

A palavra «luz» associada à arte medieval remete-nos imediatamente para os vitrais das grandes catedrais góticas francesas, em particular a de Chartres, que conservou a maior parte dos seus vitrais antigos, e para a dimensão imaterial da atmosfera interior destes edifícios. Apesar da distância temporal a que nos encontramos dos seus criadores e obreiros, sentimo-nos elevados.

Desconhecem-se as origens precisas dessa forma de pintura monumental, tão própria da Idade Média, que foi o vitral, distinta das demais disciplinas pictóricas pelo facto de «pintar» com a luz que atravessa o vidro. Do Mosteiro de Lorsch, não longe de Darmstadt, e da Abadia de Wissembourg, em plena Alsácia, provêm os fragmentos mais antigos de vitrais que se conhecem, datados entre 1050 e 1070 aproximadamente. Representam, com toda a probabilidade, o rosto de Cristo, testemunhando que os preceitos técnicos e formais registados por Teófilo no seu *De diversis artibus*, escrito durante a primeira metade do século XII, vigoravam havia já, pelo menos, cinquenta anos. Pensa-se que Teófilo tenha sido um monge beneditino do Mosteiro de Helmarshausen, situado um pouco mais a Norte, nos territórios germânicos, do que os lugares já referidos. De facto, é provável que a origem do vitral se situe nesta geografia do império ottoniano, em que, conforme mostra o tratado de Teófilo e a arte desse tempo, nomeadamente a dos metais, vêm à tona saberes herdados do mundo antigo, recebidos muito provavelmente através do império bizantino. Quanto à forma plástica, são os exemplares mais antigos de vitral, incluindo os célebres profetas da Catedral de Augsburg, datados do início do século XII, testemunhos da mesma arte, apelidada de românica, que se pode apreciar no extremo oposto da Europa, por exemplo, nas monumentais pinturas murais da Catalunha. A modelação da forma obedece aos mesmos preceitos exatos que disciplinam a representação da luz nos rostos, pés, mãos e panejamentos das figuras, representadas contra fundos irrealis de forte cromatismo.

O carácter imanente da luz na pintura medieval, patente, até aos finais do século XIV, em todas as disciplinas pictóricas, com particular relevo para a

pintura retabular a t mpera e para a iluminura, através do uso do ouro ou de materiais que o imitavam, em fundos, auréolas de personagens sagradas e outros elementos, procede, em última instância, da arte bizantina mais antiga. As fontes desta influência, que tornarão presente também, num Ocidente destituído pelas invasões da sua herança clássica, a ideia do corpo humano legada pela civiliza o grega, encontram-se nos territórios de que Bizâncio se apossou mais a Oeste, sobretudo na costa oriental e norte italiana. Essa imanência   já evidente nos grandes mosaicos murais de San Vitale, em Ravena, ou de Sant'Apollinare, na localidade vizinha de Classe, datados de meados do século VI. Servindo-se de um recurso muito utilizado no revestimento de pavimentos, durante o período imperial romano, estas obras refletem mudanças eloquentes na maneira de fazer e de pensar, não apenas devido ao facto de se aplicarem a paredes e abóbadas, mas também e sobretudo por fazerem uso de tesselas de vidro, eventualmente estratificadas para incluírem folha de ouro no seu seio. Em San Vitale, a imperatriz Teodora com o seu séquito, procede   *Oblatio Augusti et Augustae*, oferenda de vasos litúrgicos, em ambiente de ressonâncias romanas, no que diz respeito a alguns apontamentos arquitet nicos e decorativos, mas numa atmosfera completamente abstrata: um vibrante fundo verde e dourado. Em Sant'Apollinare, a diviniza o da imperatriz d  lugar   representa o de um acontecimento propriamente divino: a Transfigura o de Jesus. A composi o, adaptada   abóbada da abside mostra, ao centro, a Cruz, ladeada, em cima, sobre um fundo de ouro, pelas figuras dos profetas Moisés e Elias, e, mais abaixo, sobre fundo verde, por três ovelhas que simbolizam os apóstolos que presenciaram o milagre — Pedro, Tiago e João. Em baixo, ao centro, vê-se Santo Apolinário, primeiro bispo de Ravena e mártir da Igreja, ladeado pelo seu rebanho. No topo, divisa-se a mão de Deus, cuja presença, segundo o relato bíblico, se manifestou pela voz.

A escolha do tema da Transfigura o   significativa por duas ordens de razões: a manifesta o da divindade de Cristo sob a forma de luz («[Jesus] transfigurou-Se diante deles [Pedro, Tiago e João]: o Seu rosto resplandeceu como o Sol e as Suas vestes tornaram-se brancas como a luz.» Mateus 16:2), por um lado, e a sua inerente consubstancialidade a Deus Pai, posta em causa pelos seguidores de  rio, a partir de cerca 319, doutrina logo reprimida, ainda

que sem consequências definitivas, pelo Concílio de Niceia, em 325. Assinala-se, nesta ocasião, o início de um processo histórico em que a Igreja universal procurará conferir precisão à doutrina cristã através da filosofia. As fontes serão essencialmente platônicas, ou melhor, neoplatônicas, em particular o pensamento dos últimos filósofos pagãos, sobretudo Plotino, cuja tradição se prolongará no seio da Igreja, a começar por Santo Agostinho. Para Plotino, o Uno é a base da realidade e medida de todo o valor, estando para além do ser e do bem. Dele derivam, em cascata, o Intelecto, a Alma, a Natureza e a Matéria. Na feliz formulação de Sir Anthony Kenny, para este filósofo «o corpo está na alma porque dela depende para a sua organização e existência» (Kenny, 1999).

A tradição neoplatónica e mística cristã afirmar-se-á, além de Santo Agostinho, no Pseudo-Dionísio Areopagita, autor que se identifica com Dionísio, ateniense do Areópago convertido por S. Paulo (Atos 17:34) e primeiro bispo de Atenas, mas cuja obra não pode ser anterior aos séculos V ou VI. Dionísio será identificado igualmente com Dinis, bispo de Paris e mártir de França do século III, cujas relíquias se guardam na abadia de seu nome e panteão dos reis francos, desde Charles Martel (690–741), nas imediações de Paris.

Suger, abade de Saint-Denis e beneditino na via cluniacense, operará uma reforma na abadia, a partir de 1130, que está na origem do *opus francigenum*, a que hoje chamamos arquitetura gótica. Os meandros da renovação arquitetónica que tornará a luz no tema central das artes até ao final do século XIII são explicados pelo seu fautor no *Liber de rebus in administratione sua gestis* e no *Libellus Alter de Consecratione Ecclesiae Sancti Dionysii*. Conforme, há muito, entendeu Panofsky (Panofsky, 1989), a fonte da sua teologia anagógica que, tornada pedra e vidro, permite a ascese no espaço litúrgico, procede, sem dúvida, do Pseudo-Dionísio, de cuja *Teologia Mística* se conservava uma cópia na livraria abacial, oferecida a Pepino o Breve, em 758, e traduzida do grego para o latim por João Escoto Erígena, na primeira metade do século IX. Nas próprias palavras de Suger, é legítimo

Que cada um siga a sua própria opinião. Por mim, declaro ter-me parecido sobretudo justo que tudo o que há de precioso devesse servir antes de mais à celebração da Santa Eucaristia. (Duby, 1978)

Enquanto o abade concede à opulência, outras vozes se levantam no seio da Igreja, nomeadamente a de S. Bernardo e dos cistercienses que, em 1150, determinam que, para as suas abadias, os vitrais sejam «de vidro branco, sem cruces nem representações» (Zakin, 1997–1998), dentro do mesmo espírito de despojamento e humildade em que haviam já anteriormente regulamentado para a arquitetura. Em boa verdade, porém, este é apenas o princípio de uma divergência que, com outros protagonistas, atravessará a história das ordens religiosas na Idade Média.

Entretanto, em Saint-Denis, dera-se a revolução: a nova fachada da basílica adquire o *facies* que se tornará corrente nas catedrais francesas que lhe sucedem e o deambulatório é demolido para dar lugar a um conjunto de amplas e luminosas capelas, cujos muros se rasgam em vitrais, permitindo tornar o culto simultâneo numa poderosa invocação.

A segunda metade do século XII e a primeira do XIII veem erguer-se, a alturas cada vez mais inverosímeis, as catedrais das prósperas cidades francesas. Nelas florescerá não apenas o patrocínio da burguesia e das corporações, mas ainda o ensino que, aliás, em breve, se autonomizará em universidades sobre as quais a Igreja não vai deixar de querer exercer controlo. É este o tempo das disputas escolásticas segundo as regras do *Organon*, nome pelo qual ficou conhecido o conjunto de obras de Aristóteles relacionadas com a lógica. Apesar da importância assumida pelas ideias neoplatónicas, ao longo de todo o século XII, os pensadores identificarão o belo de preferência com as relações numéricas e proporcionais entre as partes de um corpo ou de um objeto. O século seguinte deparará com a difícil tarefa de conciliar essa estética da quantidade com o princípio eminentemente qualitativo da luz. As soluções encontradas radicam, como seria de esperar, quer no pensamento neoplatónico, quer no entendimento do ser segundo Aristóteles. Assim, por exemplo, na primeira linha, Roberto Grossatesta considerará a luz como a máxima das proporções, correspondente a Deus. Na segunda, São Boaventura define a luz como forma substancial dos corpos, distinguindo *lux*, o fluxo luminoso, de *lumen*, capacidade de propagação em meios transparentes, e de *splendor*, reflexão e cor. De igual modo, S. Tomás de Aquino entenderá a luz como forma substancial do sol.

Do mundo árabe, chegam ao conhecimento da Cristandade, nomeadamente através das fronteiras meridionais da Península Ibérica, não apenas partes desconhecidas da obra de Aristóteles, muitas das quais viriam a ser proibidas pela Igreja (em particular as de física), como ainda as investigações daquele que se considera ser o pai da ótica, Alhazen (965–1040). Uma tradução latina do seu Kitāb al-Manāẓir (*Livro de Ótica*), realizada em finais do século XII ou no início do século XIII, foi lida por diversos intelectuais do Ocidente medieval, nomeadamente Roger Bacon, Roberto Grossatesta e Vitelião.

No princípio do século XIII, colocam-se novos desafios às ordens religiosas em face do crescimento urbano e dos desvios da ortodoxia, desafios que a vocação das ordens monásticas instituídas, em particular Cluny e Cister, não estava em condições de enfrentar. Surgem assim as ordens chamadas mendicantes, primeiro com Francisco de Assis e depois com Domingos de Gusmão, cujos conventos se instalam nas franjas das cidades, repudiando qualquer tipo de riqueza ou propriedade e vivendo de esmolas. O seu lema é a pobreza e a sua arma, a palavra. A pregação, sobretudo a franciscana, fala da humanidade de Cristo e do amor de Deus por todas as criaturas.

A arte gótica prolongar-se-á, tanto na Península Ibérica como no Sacro Império Romano Germânico, até bem entrado século XVI, enquanto, na Península Itálica, onde nunca se perdera a memória da tradição figurativa da Antiguidade, a pintura encontra, ela própria, a partir das primeiras décadas do século XIV, uma nova humanidade, na representação de episódios da vida de Jesus e de Sua Mãe. Nos retábulos a têmpera de Duccio di Buoninsegna, as figuras, dotadas de um certo hieratismo e recortadas contra fundos de folha de ouro, trazem à memória, ainda com muita nitidez, os ícones gregos. Porém, as composições enriquecem-se na sua narrativa e alguns ensaios de vistas geométricas de edifícios e objetos vão sendo feitos. Não há dúvida de que um interesse mais aguçado pelo mundo visível e pela representação do espaço em que os homens se movem, tornado visível pela luz, começa então a despontar.

Pode dizer-se, sem rodeios, que o principal obreiro da imagem visual da mensagem de S. Francisco foi Giotto di Bondone, de que são bom testemunho, entre muitas outras obras, realizadas sobretudo em igrejas e capelas

de Pádua e Florença, as pinturas das basílicas superior e inferior de Assis. Curiosamente é também aqui que, pela mão de outro artista, aparecem os mais antigos vitrais italianos conhecidos, tributários da nova arte e completamente estranhos à tradição gótica. A partir de então, as investigações, durante muito tempo puramente empíricas, sobre a pirâmide visual referenciada ao observador não mais pararão, alcançando em breve as regiões transalpinas. Num vitral do Mosteiro de Königsfelden, situado na atual Suíça e datado de aproximadamente 1330, surge uma das primeiras tentativas conhecidas de representação pictórica em perspectiva, no caso vertente, do túmulo em que Cristo é deposto.



Figura 13.1. Francisco Henriques (atr.), *D. Manuel I e seus filhos acompanhados de S. Domingos*. Capela-mor da Igreja do Mosteiro da Batalha, c. 1514.

O primeiro testemunho pictórico da aplicação sistemática da perspetiva linear é a *Trindade* que Masaccio pintou na Igreja dominicana de Santa Maria Novella, em Florença, entre 1425 e 1428, de acordo com a contemporânea descoberta, por Brunelleschi, das leis correspondentes. A representação de uma realidade supranatural era colocada ao alcance dos mortais, referenciando-a ao próprio espectador, cujo ponto de vista o tornava participante direto na observação da cena representada. Talvez se possa falar com menos propriedade de laicização, neste momento de rutura da mundividência ocidental, que a pintura tão bem ilustra, do que de sacralização do indivíduo. A mudança de paradigma em todas as disciplinas da pintura, monumental ou de cavalete, acabará por levar a que o vitral, cujas realizações procuram, a partir de meados do século XV, corresponder aos ideais da pintura em suportes opacos, perca a razão de ser que viu nascer esta arte e acabe por se extinguir paulatinamente ao longo do século XVI para ser reabilitada apenas no século XIX, a par dos movimentos revivalistas.

Referências

- DUBY, G. (1978). *O Tempo das Catedrais. A Arte e a Sociedade, 980-1420* (J. Saramago, Trad.) (p. 104). Lisboa: Editorial Estampa.
- KENNY, A. (1999). *História Concisa da Filosofia Ocidental* (D. Murcho, F. Martinho, M. J. Figueiredo, P. Santos e R. Cabral, Trads.) (p. 137). Lisboa: Temas e Debates.
- PANOFKY, E. (1989). O abade Suger de St.-Denis. In E. Panofsky, *O Significado nas Artes Visuais* (pp. 88-92). Lisboa: Editorial Presença.
- ZAKIN, H. (1997-1998). Les vitraux cisterciens médiévaux. *Dossiers de l'Archéologie*, 229, 112.

SÉRGIO DIAS BRANCO

ORCID: 0000-0003-2444-9905

Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra

CEIS20 – Centro de Estudos Interdisciplinares do Século XX

sdiasbranco@fl.uc.pt

CAPÍTULO 14

NEM PURA LUZ, NEM SOMBRA: NOSTALGIA DA LUZ COMO DOCUMENTÁRIO POÉTICO POLITIZADO

NEITHER PURE LIGHT, NOR SHADOW: NOSTALGIA FOR THE LIGHT AS A POLITICIZED POETIC DOCUMENTARY

RESUMO: Com *Nostalgia da Luz* (*Nostalgia de la luz*, 2010), Patricio Guzmán continua e desenvolve uma obra documental em torno da inscrição da memória da ditadura militar fascista de Augusto Pinochet no Chile atual. Enquanto astrónomos buscam as origens da humanidade nos astros a partir do deserto de Atacama, há mulheres que procuram os restos mortais dos seus familiares no mesmo lugar. Mostrando as relações entre a ciência e o passado, por um lado, e a arte e o passado, por outro, o filme mistura e liga, caldeia, o sentido literal e o sentido figurado. Receber luz das estrelas longínquas e lançar luz sobre o destino das vítimas da ditadura são duas formas complementares de criar conhecimento e de procurar esclarecimento. *Nostalgia da Luz* opta pelo modo documental poético que Bill Nichols descreveu, mas problematiza a forma como ele o define. Ainda que trabalhe ritmos temporais e justaposições espaciais através de associações e padrões, dando prioridade ao tom, ao ambiente, à textura, à afeção, o filme inclui demonstrações de conhecimento e atos de persuasão, ampliando a componente retórica que costuma ser reduzida neste modo documental. Esta singular característica está relacionada com a sua perspetiva politizada, correspondendo à necessidade, articulada por Walter Benjamin, da politização da arte contra a estetização da política no combate contra o fascismo. A composição poética surge a par da dimensão da lembrança, da memória que a humanidade carrega consigo sem conhecer, da memória que as gentes chilenas não querem esquecer, investigando-a, reconstituindo-a. Em *Nostalgia da Luz*, que podemos descrever com rigor como um documentário poético politizado, nem a poesia é um adorno, nem a politização é um acrescento.

São modos de perspetivar a realidade viva que o filme salienta como emergindo da realidade como história vivida.

Palavras-chave: Chile, Ciência, Cinema documental, Memória

ABSTRACT: With *Nostalgia for the Light* (*Nostalgia de la luz*, 2010), Patricio Guzmán continues and develops a documentary work around the inscription of memory of Augusto Pinochet's fascist military dictatorship in today's Chile. While astronomers seek the origins of mankind in the stars from the Atacama desert, there are women looking for the remains of their relatives in the same place. Showing the relationship between science and the past, on the one hand, and the art and the past, on the other, the film blends and binds, welds, the literal sense and the figurative sense. Receiving light from distant stars and shedding light on the fate of the victims of the dictatorship are two complementary ways to create knowledge and to seek clarification. *Nostalgia for the Light* opts for the poetic documentary mode that Bill Nichols has described, but problematizes the way that he defines it. Although it shapes temporal rhythms and spatial juxtapositions through associations and patterns, giving priority to tone, mood, texture, and affect, the film includes demonstrations of knowledge and acts of persuasion, extending the rhetoric component that is often reduced in this documentary mode. This unique feature is related to its politicized perspective, matching to the need, articulated by Walter Benjamin, of the politicization of art against the aestheticization of politics in the fight against fascism. The poetic composition comes along with the dimension of remembrance, of the memory that humanity carries with itself without knowing, of the memory that the peoples of Chile do not want to forget, investigating it, reconstituting it. In *Nostalgia for the Light*, which we may accurately describe as a politicized poetic documentary, neither the poetry is an adornment nor the politicization is an addition. They are ways of putting into perspective the living reality that the film highlights as emerging from reality as lived history.

Keywords: Chile, Science, Documentary film, Memory

Não há pura luz
nem sombra nas recordações:
estas fizeram-se cárdea cinza
ou pavimento sujo
de rua atravessada pelos pés das gentes

— Pablo Neruda, «Não Há Pura Luz»¹

¹ Tradução livre do autor.



Figura 14.1. *A Batalla do Chile III: O Poder Popular.*

Com *Nostalgia da Luz* (*Nostalgia de la luz*, 2010), Patricio Guzmán prolonga e desenvolve uma obra documental em torno da inscrição da memória da ditadura militar fascista de Augusto Pinochet (Markowitz, 2006) no Chile atual. Os seus filmes mais conhecidos e marcantes continuam a ser aqueles que formam o tríptico *A Batalha do Chile* (*La batalla de Chile*, 1975, 1976, 1979) (Figura 14.1.) que documenta as tensões políticas, económicas e sociais que se seguiram à eleição de Salvador Allende e o violento golpe de Estado que pôs fim à sua presidência e à política socialista que a orientou. Este filme mais recente aborda, no fundo, o mesmo tema, mas escolhe um foco singular. No deserto de Atacama, enquanto astrónomos buscam as origens da Terra e da humanidade nos astros, há mulheres que procuram os restos mortais dos seus familiares. Mostrando as relações entre a ciência e o passado, por um lado, e a arte e o passado, por outro lado, o filme mistura e liga, caldeia, o sentido literal e o sentido figurado. Receber luz das estrelas longínquas e lançar luz sobre o destino das vítimas da ditadura são duas formas complementares de produzir conhecimento e procurar esclarecimento.

Nostalgia da Luz opta pelo modo documental poético, mas problematiza-o pelo facto de ser uma obra politizada. Esta característica distintiva corresponde à necessidade, articulada por Walter Benjamin, da politização da arte contra a estetização da política na oposição ao fascismo (Benjamin, 2006). A composição poética surge a par da dimensão da lembrança, da memória que a humanidade carrega consigo sem conhecer, da memória que as gentes

chilenas não querem esquecer, pesquisando-a, reconstituindo-a. Neste filme, que podemos descrever com rigor como um *documentário poético politizado*, nem a poesia é um adorno nem a politização é um acrescento. São formas de perspetivar a realidade viva que o filme salienta como emergindo da realidade como história vivida.

Luz e Recordação

Na definição de Bill Nichols, o modo documental poético recusa a «montagem em continuidade e o sentido de uma localização muito específica no tempo e no lugar que dela decorre para explorar associações e padrões que envolvem ritmos temporais e justaposições espaciais» (Nichols, 2001). Um documentário deste tipo «acentua o ambiente, o tom, e a afetividade muito mais do que a exibição de conhecimento ou atos de persuasão. O elemento retórico permanece por desenvolver» (Nichols, 2001).² Também Elizabeth Cowie liga a poesia aos saltos de associação (Cowie, 2011), às ligações oblíquas e evocativas.



Figura 14.2. *Nostalgia da Luz.*

² Tradução livre do autor. «Afetividade» (*affect*, no original) refere-se, não ao conceito filosófico desenvolvido por Espinosa, mas às qualidades do que é afetivo, relacionadas com sentimentos e atitudes, como Nichols deixa claro noutras páginas (*e.g.*, 131). Por esta razão, optei pela tradução para português como «afetividade».

As imagens dos componentes mecânicos de um telescópio antigo e da superfície irregular da lua que abrem *Nostalgia da Luz* são encadeadas com breves sombras e manchas de luz. O mistério dá lugar à lembrança quando o filme nos mostra um conjunto de objetos no interior de uma casa, acompanhados pela voz do realizador. Falar sobre o seu interesse pela astronomia leva-o a lembrar-se da sua infância, figurada através de objetos que evocam a casa onde viveu: a cortina recolhida à janela, a cozinha na penumbra, a sombra projetada na carpete, o guardanapo de pano sobre o prato, o velho rádio desligado, a cadeira estofada com o tecido violeta, a cama com a colcha branca, os salpicos de luz na tábua corrida (Figura 14.2.), a renda na estrutura de madeira, o fogão antigo com fruta em conserva, dois apoios dos sofás restaurados, uma máquina de coser à manivela, as almofadas coloridas da cadeira azul, o armário fechado da loiça frágil encimado pela reprodução d'*A Última Ceia* de Leonardo, os três cerâmicos no parapeito. Para ele, esses tempos de criança foram calmos, sem acontecimentos. «O tempo presente era o único que existia»,³ diz. A sua infância foi mascarada pela tranquilidade como fantasia. A descrição de Guzmán equivale ao reconhecimento de uma falta de consciência histórica, resultante de uma vida protegida. Tudo mudaria. A dispersão da luz na poeira em movimento no ar serve de transição para a narração do «vento revolucionário» trazido pela vitória eleitoral da Unidade Popular, encabeçada por Salvador Allende, que juntou socialistas, comunistas, radicalistas, e cristãos socialistas e de esquerda. «Eu tive a sorte de viver essa aventura nobre que nos despertou», acrescenta o cineasta.

O astrónomo Gaspar Galaz explica que a luz, que é reflexão, faz um percurso e demora a chegar a quem a vê. Daí podermos dizer, como ele diz, que o presente não existe, que todas as experiências ocorrem, na verdade, no passado. «Creio que o passado é a grande ferramenta do astrónomo. Nós somos manejaadores do tempo. Estamos acostumados a viver... atrasados», esclarece Galaz. Esta ideia de um presente que é, na verdade, passado, ou de um passado feito presente, atravessa os diversos segmentos narrativos do filme e cria um sentido de errância. Vítor González, um jovem astrónomo, é um exemplo da condição de errante. Nasceu na Alemanha, para onde a sua mãe e o seu

³ Todas as traduções da narração do filme são minhas.

pai se exilaram depois do golpe militar liderado por Pinochet. Sem terra que considere sua, o seu presente é indelevelmente marcado pelo passado da sua família e do Chile. Estes depoimentos científicos e testemunhos pessoais ampliam a componente retórica que costuma ser reduzida no modo documental poético.

Nostalgia da Luz trabalha sobretudo ritmos temporais e justaposições espaciais através de associações e padrões, construindo um tom afetivo a várias vozes, entre o comentário e a confissão a começar pela do realizador, e dando grande atenção à textura. O imenso deserto de Atacama é um pedaço de terra desabitado que se vê do espaço, onde não existe humidade e não se encontram animais. É uma porta para o passado, que se torna visível no terreno seco para os arqueólogos e no céu limpo para os astrónomos. A morfologia das camadas de rochas, minerais, e outros materiais é colocada em paralelo com as edificações do observatório astronómico, que vai sendo situado na paisagem desértica. O deserto é um oceano de substâncias inorgânicas enterradas. No fundo dos lagos de areia acumularam-se peixes e moluscos petrificados. As colinas de pedras e as muralhas dos índios confundem-se. Tal como o céu é um mapa de estrelas, a terra é um catálogo de traços e vestígios. As marcas de pastores pré-colombianos permanecem nas faces rochosas. Quem habita o deserto trabalha nele como cientista ou percorre-o como sobrevivente. Os comentários sobre o seu trabalho e a sua vida ganham uma dimensão poética que expressa a dependência da memória coletiva da memória individual. Como escreve Cowie:

A memória coletiva não é uma memória partilhada, no entanto, mas a experiência individual da lembrança — a sua manifestação na consciência — através de um mundo social partilhado que constitui um fator determinante para a memória como o real histórico que incita e molda as «memórias» à medida que nos recordamos, e assim *produzimos*, para nós mesmos ou para a nossa família e comunidade (Cowie, 2011).

Há três grupos de pessoas que estudam o passado revelado pelo deserto. Os astrónomos reconstituem o passado longínquo através da observação e medição. Os arqueólogos, como Lautaro Núñez, recuperam o passado recente

através da coleta e escavação. As mulheres tentam restituir a unidade da sua história, procurando os seus familiares desaparecidos. Guzmán detalhou numa entrevista como surgiu a necessidade de cruzar estas três atividades e histórias:

A meio do processo dei-me conta que tinha que cruzar cada uma das histórias (as mulheres, os arqueólogos, os astrónomos, etc.) porque são histórias que quase nunca se tocam. Os astrónomos, regra geral, não costumam falar com os arqueólogos e vice-versa. Quando eu comecei a cruzar essas histórias «apareceu» o filme. A segunda dificuldade foi encontrar as personagens. Porque quando alguém trabalha isolado corre o risco de começar a inventar uma realidade que não existe.⁴

Sombra e História

Na mesma ocasião, o cineasta falou sobre a relação entre a consciência do passado e a importância da história como conceito e estudo, a propósito de *Nostalgia da Luz*:

Tomar consciência de que o «passado» constitui uma parte fundamental da vida humana e da matéria em geral, dos átomos, das estrelas, da galáxia... Tomar consciência disto é entrar verdadeiramente no futuro. Quando esta verdade se tornar coletiva a História recuperará o seu papel.⁵

Questionado sobre a obscuridade que envolve a tomada do poder governamental pela força em 1974, Núñez recua ao século XIX. Uma sequência de fotografias a preto e branco põe-nos em contacto com esse período esquecido e ocultado, passando de um instantâneo de uma manifestação de rua para

⁴ Patricio Guzmán, entrevistado por Luis Vélez Serrano, «... cuando esta verdad se haga colectiva, la Historia recuperará su rol», *PuntoLatino.ch*, 10 Jun. 2010, <http://www.puntolatino.ch/es/cine-1/cine-entrevistas/3922-cine-entrevista-a-patricio-guzman-chile-sobre-1nostalgia-de-la-luzr-por-luis-velez-serrano>, par. 2 (tradução livre do autor).

⁵ *Ibid.*, par. 8 (tradução livre do autor).

uma série de retratos de trabalhadores. Talvez quem fomente este esquecimento e esta ocultação não queira que a história o acuse na atualidade, conjectura o arqueólogo. A marginalização dos indígenas e a miséria das condições de trabalho e de vida de quem contribuiu para o grande desenvolvimento da produção industrial ainda estão por discutir. Mas o cemitério a céu aberto onde se encontram os cadáveres destes mineiros indígenas que morreram a trabalhar foi conservado.

Chacabuco, a maior vila de trabalhadores das Fábricas de Nitrato do Chile de Humberstone e Santa Laura, construída sobre as explorações mineiras sem salubridade, foi transformada no maior campo de concentração da ditadura. As pequenas casas foram transformadas em celas prisionais. No Campo de Prisioneiros Chacabuco, alguns prisioneiros construíram instrumentos para observar as estrelas e fazer medições. Os militares pensaram que se estava a preparar uma fuga e proibiram esses exercícios nos quais os presos encontravam alguma liberdade. Luís Henríquez, antigo prisioneiro e observador do universo sideral, indica uma inscrição na parede onde estão os nomes de alguns dos homens encarcerados. O seu nome está lá inscrito. A vila de trabalhadores tornada campo de concentração é agora um conjunto de ruínas e materiais amontados, mas ele lembra-se dos traços apagados, dos cabos eletrificados, das torres de vigilância. Henríquez possibilita a reconstituição histórica através da partilha das suas lembranças. Miguel Lawner, outro antigo prisioneiro, arquiteto de profissão, foi medindo os espaços com os passos que dava todos os dias, ao longo dos anos. Mais tarde, conseguiu desenhar o que guardava na memória do corpo. Lawner e a sua mulher formam um casal que o filme toma como imagem dupla e simultânea do Chile: ele lembra-se e ela, doente de Alzheimer, esquece-se.

A mãe de González, o cientista nascido no exílio, trata das mazelas físicas das mulheres torturadas na ditadura. Algumas destas mulheres de Calama — como as de Arica, Iquique, Pisagua, La Serena, Colina, Paine Lonquén, Concepción, Temuco, e Punta Arenas — continuam à procura dos restos mortais dos seus familiares, neste caso no deserto de Atacama. Durante 17 anos, milhares de prisioneiros políticos foram assassinados e os seus cadáveres enterrados ou atirados ao mar. As mulheres de Calama recuperam partes de esqueletos, por vezes apenas fragmentos de ossos e só estarão em paz

quando conseguirem reconstituir a história dos mortos e, dessa maneira, também a sua. Vicky Saavedra recuperou quase toda a parte esquerda do crânio do irmão, atingido com uma bala atrás da orelha que atravessou o cérebro de baixo para cima e morto com um segundo tiro na testa (Figura 14.3.). O testemunho pessoal dela distingue-se do discurso profissional dos cientistas, ainda que muitos deles acabem por falar sobre a sua própria história ou, então, comentem a busca incessante destas mulheres. A dimensão politizada do filme está profundamente ligada a estas buscas. Cada bocado descoberto é uma parcela da história do Chile e do seu povo que está por contar em detalhe. Cada dia em que estas mulheres não desistem é uma demonstração de que não descansarão enquanto esta história não for contada, tal como os seus familiares não esmoreceram na resistência à ditadura. Estas palavras repetidas por Gúzman em diversas ocasiões fixam a relação entre si e estas mulheres, entre o trabalho documental e a trama da memória coletiva: «Um país sem cinema documental é como uma família sem álbum de fotografias. Uma memória vazia.» (Beti & Recalde, 2012)



Figura 14.3. *Nostalgia da Luz.*

Conclusão: A Textura da Memória

O deserto tem muitos segredos. Gúzman diz, num tom pausado e sereno, que «[e]nquanto as mulheres tocavam a matéria do deserto, os astrónomos detetaram que a matéria da terra era a mesma em todos os cantos do cosmos».

Depois do filme ter estreado, o cineasta haveria de comentar que o deserto «[é] um território que relaciona a matéria com o ser humano, é o porta-voz do passado do universo, não apenas do nosso planeta».⁶ Do deserto para as galáxias, das galáxias para o deserto, a origem destes homens e mulheres está em baixo, enterrada debaixo do solo, mas está também em cima, nos corpos celestes longínquos. Por isso, o astrónomo estado-unidense George Preston desvenda que o cálcio dos nossos ossos vem das estrelas.



Figura 14.4. *Nostalgia da Luz*.

Na última meia hora, *Nostalgia da Luz* regressa ao tom mais marcadamente poético, mas desta vez acompanhado pela precisão histórica e pelo discernimento político. A associação entre as crateras da lua (a preto e branco) e os sulcos dos ossos das vítimas (a cores) relaciona cinematograficamente a totalidade dos fenómenos e dos acontecimentos que esta obra evoca. O arqueólogo Núñez confessa que, se um familiar seu tivesse desaparecido, ele queria saber o que lhe aconteceu, ele queria encontrar o que resta do seu corpo, porque não é possível esquecer os «nossos mortos». Esta confissão é encadeada com imagens videográficas da abertura de uma vala comum na cidade de Pisagua em 1990 (Figura 14.4.), ano em que terminou a ditadura. Uma declaração semelhante de Violeta Berríos, viúva de Calama que ainda não descobriu a ossada do homem que amou, é encadeada com imagens

⁶ Patricio Guzmán entrevistado por Antonella Estévez y Patricio López, «Entrevista a Patricio Guzmán, diretor de *Nostalgia de la luz*» *Cinechile: Enciclopedia del Cine Chileno*, 8 Set. 2011, <http://www.cinechile.cl/entrevista-83>, par. 4 (tradução livre do autor).

fotográficas dos protestos organizados pelas mulheres de presos e desaparecidos no mesmo ano. Como documentário poético politizado, o filme confere uma textura densa e clara a uma memória na qual coincidem o individual e o coletivo.

Nostalgia da Luz confirma que «[o]s significados nunca são estáveis e fixos porque são relações sociais e as relações sociais são efeitos de conflitos e contradições de classe» (Ebert, 2009). A arte poética, a arte do cinema documental, a conjugação das duas, não é produzida acima ou ao lado da sociedade, mas no interior da teia social. As figuras poéticas mais recorrentes do filme são as da imensidão cósmica e da constelação. «Cada filme [...] envolve-nos na política da representação» (Cowie, 2011), afirma Cowie e, neste caso, a representação do passado como ausência e da tentativa de recuperar esse passado pela interligação de determinadas pessoas e perspectivas envolve opções políticas límpidas. O mural das vítimas povoado é sombrio, um conjunto de rostos e de histórias ainda desligado. «Comparados com a imensidão do cosmos, os problemas dos chilenos poderiam ser considerados insignificantes. Mas se os colocássemos em cima da mesa, seriam tão grandes como uma galáxia», conclui Gúzman. O uso de berlindes nesta sequência para representar a constelação das vidas chilenas remete também para a infância. A palavra adquire nesta obra o valor de uma reflexão poética em vez de uma exposição desnecessária, sendo penetrante em vez de redundante, dialogando direta ou indiretamente com a imagem. O filme termina com vistas noturnas de Santiago do Chile, cidade espreada com muitos pontos de luz, fixos e móveis. As palavras finais do realizador, ditas sobre estas imagens, são uma súplica: «Creio que a memória tem força de gravidade. Atrai-nos sempre. Os que têm memória são capazes de viver no frágil tempo presente. Os que não a têm não vivem em parte alguma.»

Referências

BENJAMIN, W. (2006). A Obra de Arte na Era da sua Possibilidade de Reprodução Técnica [3.^a versão]. In W. Benjamin, *A Modernidade [1972/1974/1977]* (J. Barrento, Trad.) (p. 241). Lisboa: Assírio & Alvim.

- BETI, I., & RECALDE, A. I. (2012). Amaren ideia (La idea de mi madre): las voces recuperadas del exilio vasco. In M. P. Rodríguez Perez (Ed.), *Exilio y cine* (Tradução livre do autor) (p. 75). Bilbao: Publicaciones de la Universidad de Deusto.
- COWIE, E. (2011). *Recording Reality, Desiring the Real* (p. 140). Minneapolis: University of Minnesota Press.
- EBERT, T. L. (2009). *The Task of Cultural Critique* (Tradução livre do autor) (p. 188). Urbana e Chicago: University of Illinois Press.
- MARKOWITZ, N. (2006). Augusto Pinochet: The Death of a Fascist. *Political Affairs*. Consultado em 10 de jan. de 2019. Disponível em <http://www.politicalaffairs.net/augusto-pinochet-the-death-of-a-fascist/>.
- NICHOLS, B. (2001). *Introduction to Documentary* (Tradução livre do autor) (p. 102). Bloomington: Indiana University Press.

NUNO C. FERREIRA

ORCID: 0000-0002-8278-5037

Professor Auxiliar

Instituto de Biofísica e Biomatemática da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

nferreira@fmed.uc.pt

CAPÍTULO 15

UM POUCO DE LUZ SOBRE A IMAGEM MÉDICA

SHEDDING SOME LIGHT ON MEDICAL IMAGING

Versão alargada do texto publicado em *Rua Larga*, n.º 44 de outubro de 2015

RESUMO: Uma forma de «vermos» o interior do corpo é utilizando radiação penetrante. A luz visível interage muito com os tecidos, sendo demasiado atenuada, mas radiação de maior energia, como é o caso dos raios X e gama, consegue atravessar uma maior espessura de tecido e ser detetada em quantidades apreciáveis, permitindo formar imagens. Na área da imagiologia médica usa-se «luz invisível», de que são exemplos as ondas de radiofrequência utilizadas na Ressonância Magnética Nuclear, os raios X registados nas radiografias e na TAC (Tomografia Axial Computorizada) e os raios gama usados na Medicina Nuclear, a qual abrange técnicas como a Cintigrafia, a PET (Tomografia de Emissão com Positrões) e a SPECT (Tomografia de Emissão por Fóton Único). Este artigo resume alguns aspetos destas técnicas, focando-se nos seus fundamentos e na informação que permitem obter acerca do corpo humano.

Palavras-chave: luz, radiação ionizante, imagiologia médica, técnicas de imagem

ABSTRACT: One way of «seeing» the inside of the body is by using penetrating radiation. Visible light interacts a lot with the tissues, being too attenuated, but radiation of higher energy, as is the case of X-rays and gamma-rays, can cross a greater thickness of tissue and still be detected in appreciable amounts, allowing to form images. In the field of medical imaging, «invisible light» is used, such as radiofrequency waves in Nuclear Magnetic Resonance, X-rays on radiographs and CT (Computed Axial Tomography) and gamma rays in Nuclear Medicine, which includes techniques such as Scintigraphy, PET (Positron Emission Tomography) and SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography). In this article we summarize some of these techniques, focusing on their fundamentals and on the information that they provide about the human body.

Keywords: light, ionizing radiation, medical imaging, imaging techniques

A «luz» referida nas técnicas de imagem médica mencionadas neste texto não é visível, devendo entender-se como luz num sentido lato, que não corresponde à noção dada em algumas definições. Um dicionário poderá dizer-nos que luz é aquilo que torna as coisas visíveis, embora a luz em si não seja visível enquanto vai de um ponto para outro, pois para a podermos ver seria necessário que os seus fotões chegassem aos nossos olhos. Uma definição habitual de luz diz-nos que ela é apenas a radiação eletromagnética que é visível, ou seja, aquela a que os sensores nos nossos olhos são sensíveis e que inclui comprimentos de onda que vão do vermelho ao violeta, seguindo as cores do arco-íris. Por oposição, utilizamos por vezes coloquialmente a expressão «luz invisível» para designar radiação do restante espectro eletromagnético, de que são exemplos as ondas de radiofrequência utilizadas na Ressonância Magnética Nuclear, os raios X registados nas radiografias e na TAC (Tomografia Axial Computorizada) e os raios gama usados na Medicina Nuclear, a qual abrange técnicas como a Cintigrafia, a PET (Tomografia de Emissão com Positrões) e a SPECT (Tomografia de Emissão por Fotão Único). Todas estas técnicas utilizam esta «luz invisível» que, tal como a luz, é constituída por fotões. Não deixa ainda assim de ser irónico que aquilo que temos mais próximo de nós, o interior do nosso corpo, seja tornado visível utilizando luz invisível e não luz...

Há uma razão simples para que assim seja: para vermos o interior do corpo precisamos de usar radiação penetrante e a luz visível interage demasiado com os tecidos, sendo demasiado atenuada. Quando a radiação tem maior energia, como no caso dos raios X e gama, consegue atravessar uma maior espessura de tecido e ser detetada no outro lado ainda em quantidades apreciáveis, permitindo formar imagens. O registo dos fotões desta luz invisível nas imagens de raios X e de Medicina Nuclear são assim autênticas «fotografias» em que quantos mais fotões ficarem registados, melhor será a imagem. No entanto, como neste caso a radiação é ionizante e fotografam-se pessoas, não se pode usar demasiada desta luz invisível. Há por isso sempre algum ruído nas imagens, em particular nas imagens de Medicina Nuclear, resultante do compromisso entre qualidade de imagem e dose de radiação ionizante administrada.

Os raios X utilizados em radiologia encontraram aplicação imediata na Medicina, praticamente desde a sua descoberta em 1895 por Röntgen. Assim designados por serem um tipo de radiação desconhecida (como a incógnita «x»), permitem formar imagens ditas de transmissão: ilumina-se o corpo com raios X vindos de uma fonte externa (uma ampola de raios X), os quais são parcialmente atenuados e absorvidos pelos tecidos, detetando-se a radiação transmitida que atravessou o corpo (Figura 15.1.). Os ossos atenuam mais radiação, o ar e os pulmões muito pouco, e os restantes tecidos em maior ou menor grau. O feixe que emerge do corpo é menos intenso e fica registado numa película radiográfica ou é medido num detetor ligado a um computador. No final, a imagem de raios X diz-nos que o feixe foi mais atenuado nas zonas claras e menos nas zonas escuras, permitindo distinguir os tecidos — não é muito diferente de tirar uma fotografia a preto-e-branco a um objeto parcialmente transparente iluminado por uma fonte do outro lado do objeto. Se tirarmos muitas fotografias a toda a volta desse objeto obtemos informação sobre a sua forma tridimensional, a qual adequadamente processada por um algoritmo de reconstrução forneceria algo correspondente às imagens de TAC. Um aspeto comum às imagens de radiologia com raios X é que elas requerem a iluminação com uma fonte externa: sem ela não se observa nada na imagem.

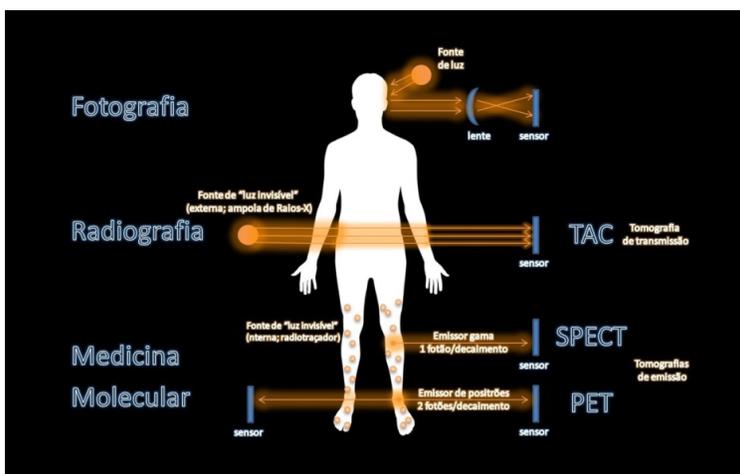


Figura 15.1. Processos de formação de imagem em Radiologia e Medicina Nuclear, comparativamente à Fotografia.

O mesmo não se passa na Medicina Nuclear: aí as imagens dizem-se de emissão, porque é o próprio objeto que ilumina o detetor, sem necessidade de uma fonte externa. Mas como se consegue que o corpo humano emita radiação penetrante que nos informe acerca do seu interior? É aí que entram os radiotraçadores, administrados tipicamente por injeção em quantidades muito reduzidas ao paciente: são moléculas cuja distribuição no corpo se pretende estudar e às quais se ligou quimicamente um átomo radioativo (radioisótopo) que emite a radiação detetada na câmara. Na cintigrafia e no SPECT, o radioisótopo tem um núcleo instável que emite radiação gama de elevada energia quando decai para um estado mais estável. A cintigrafia é análoga a tirar uma fotografia de um objeto luminoso, enquanto que a SPECT corresponde a tirar múltiplas fotos em torno desse objeto, permitindo após reconstrução das imagens observá-lo tridimensionalmente como um volume, secção a secção, à semelhança do que acontece com a TAC. Tomografia significa precisamente «imagem em corte», do grego «tomos» (corte) + «grafos» (registo). Porém, a SPECT é uma tomografia dita de emissão, enquanto que a TAC é uma tomografia de transmissão.

Há uma diferença importante entre as imagens de transmissão e as de emissão: enquanto que nas primeiras se pode saber de que região do corpo vieram os fótons, porque se conhece o ponto de onde eles foram emitidos (ampola de raios X) e onde foram detetados, isso não acontece necessariamente nas imagens de emissão (Figura 15.1.). Para se relacionar a posição onde os fótons são detetados com a posição de onde foram emitidos, a qual é desconhecida, é necessário algum tipo de colimação que ajude a definir a linha que os une. Na cintigrafia e na SPECT tal é feito introduzindo um colimador físico entre o objeto e o detetor (Figuras 15.2. e 15.3.). O colimador é na prática um obstáculo feito de um material denso, com alguns orifícios que idealmente permitem detetar apenas os fótons que conseguem passar por eles. Como a geometria do colimador é conhecida, consegue-se assim saber de onde vêm os fótons que foram detetados. No entanto, perde-se uma boa parte da luz: é um pouco como observar um pôr do sol através dos muitos orifícios de um estore espesso, tornando o processo de aquisição de informação pouco sensível.

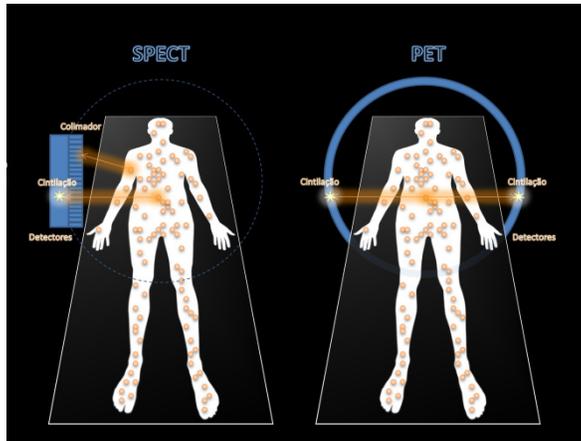


Figura 15.2. Formação da imagem de TAC, SPECT e PET. Em SPECT podem utilizar-se detetores com duas ou mais cabeças de deteção (apenas uma é mostrada), para aumentar a sensibilidade.

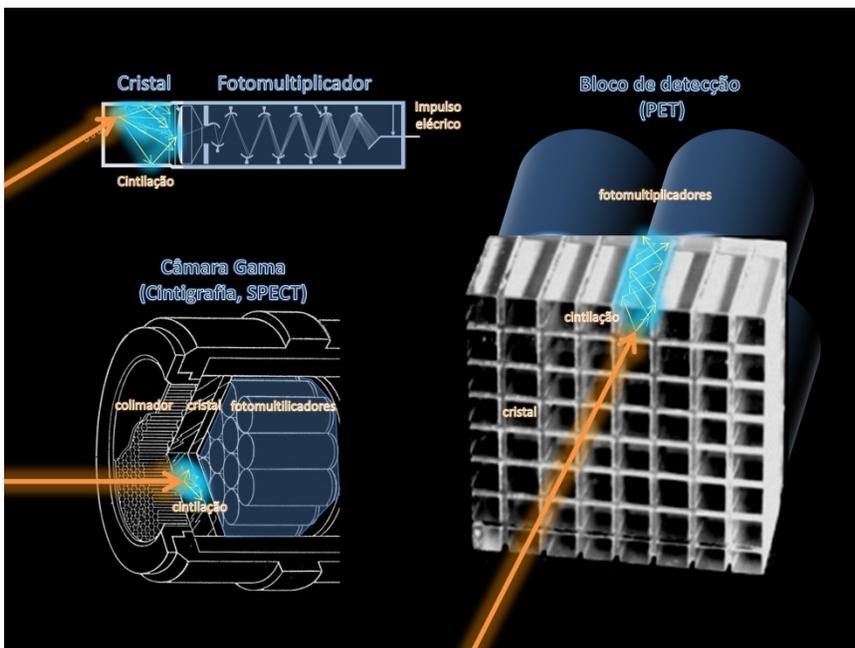


Figura 15.3. A deteção de radiação gama em Medicina Nuclear é habitualmente realizada utilizando cristais de cintilação acoplados a fotodetetores (de que os fotomultiplicadores são um exemplo típico). Em SPECT utiliza-se geralmente um cristal de grandes dimensões por cabeça de deteção, enquanto que em PET é mais frequente a utilização de milhares de pequenos cristais organizados em vários blocos de deteção, numa geometria em anel.

A PET utiliza um truque inteligente para evitar o colimador: os radioisótopos emitem positrões em vez de radiação gama. Cada positrão aniquila-se com a sua anti-partícula, o eletrão, daí resultando a emissão de dois fótons de elevada energia que, por considerações de conservação de quantidade de movimento e de energia são emitidos em sentidos opostos (Figura 15.2.). A deteção destes dois fótons em simultâneo define assim uma linha reta que permite saber por onde passou cada par de fótons, evitando o uso do colimador físico. Este processo designa-se por colimação eletrónica e por si só permite que a PET seja muitas dezenas de vezes mais sensível do que a SPECT.

A PET tem ainda a vantagem de utilizar radioisótopos baseados em elementos constituintes das moléculas orgânicas, como o Carbono-11, o Azoto-13 ou o Oxigénio-15, permitindo utilizar radiotraçadores com propriedades químicas em tudo semelhantes às moléculas cujo comportamento no organismo se pretende estudar. Ainda assim, pelo facto de terem períodos muito curtos, de poucos minutos apenas, não são estes os radioisótopos mais usados (o período de semi-desintegração, ou simplesmente período, é o tempo que o número de desintegrações por segundo demora a reduzir-se a metade): o Flúor-18, com um período de cerca de duas horas, é o mais usado em PET porque pode ser transportado para centros de PET localizados a algumas horas de distância do local de produção. Um traçador muito utilizado, dos muitos possíveis, é o FDG marcado com Flúor-18 (18F-Fluorodesoxiglicose), que tem aplicações principalmente na oncologia, cardiologia e neurologia. Em oncologia, permite visualizar tumores que, contendo células cancerígenas que se dividem de forma descontrolada, são mais ávidas em moléculas que lhes fornecem energia, como a glicose. Como o FDG é uma molécula análoga à glicose mas que ao contrário desta fica retida no interior das células, tende a acumular-se em maior quantidade nas células cancerosas durante o tempo em que é realizado o exame. Como a PET é uma técnica quantitativa que permite medir a concentração de radiotraçador no organismo, a observação de zonas de elevada captação deste traçador em regiões onde normalmente ela não seria de esperar dá a indicação aos médicos da existência de tumores e metástases, permitindo também avaliar a localização, forma, tamanho e heterogeneidade. A quantificação fornece uma medida da sua agressividade, ajudando ao diagnóstico, prognóstico e à avaliação das terapias. Com

outros traçadores, podem obter-se outras informações completamente diferentes, mas igualmente relevantes clinicamente, quase como se se tratasse de uma outra modalidade de imagem, permitindo quantificar os mais diversos aspectos do funcionamento do organismo. Em SPECT e na Cintigrafia utilizam-se igualmente uma grande variedade de traçadores com variadas aplicações, marcados com radioisótopos que frequentemente não são constituintes de moléculas orgânicas, como o Tecnécio-99m ou o Tálcio-201, assim escolhidos por terem períodos de decaimento favoráveis e por emitirem radiação gama com uma energia adequada à sua detecção.

Nas técnicas de Medicina Nuclear a detecção da radiação gama é feita fotão a fotão, regra geral utilizando detetores de cintilação (em TAC, os detetores integram a energia de muitos fotões, embora se caminhe para a utilização de detetores de fotões únicos). Nos detetores de cintilação passa-se verdadeiramente da «luz invisível» para a luz visível: o detetor é constituído por um cristal que cintila quando um fotão gama nele interage, depositando energia (Figura 15.3.). Cada cintilação é constituída por muitos fotões de luz visível ou na gama do ultra-violeta cujo sinal luminoso é convertido para impulso elétrico por um fotodetector acoplado ao cristal cintilador, tipicamente um fotomultiplicador. A medição da amplitude desse impulso permite estimar o instante de ocorrência da detecção e a energia do fotão, enquanto que do sinal de vários fotomultiplicadores se pode determinar a sua localização. A partir da detecção de muitos destes fotões, tipicamente milhões, é possível reconstruir imagens com utilidade clínica.

A maioria das câmaras de PET e muitas câmaras de SPECT hoje em dia incluem também um TAC que, para além de ajudar a localizar as lesões, ajuda a melhorar as imagens de PET ou SPECT ao permitir corrigir por exemplo a influência da atenuação da radiação pelos tecidos. Isto porque a luz invisível que atravessa o corpo pode interagir ao longo do seu percurso antes de ser detetada: ocorre com maior frequência a absorção de fotões por efeito fotoelétrico ou a sua dispersão por efeito Compton (mudança de direção de propagação com perda de energia). Assim, para que as imagens de PET e SPECT representem adequadamente a concentração de radiotraçador no paciente, é necessário ter em conta a presença destes efeitos no número dos fotões detetados segundo cada direção, o que é feito com a ajuda da imagem de TAC,

durante a execução dos algoritmos de correção de dados e de reconstrução de imagem.

A imagem médica atual procura juntar o melhor de cada técnica de imagem, por forma a aliar a informação anatómica detalhada da TAC ou da Ressonância Magnética com a informação funcional de modalidades como a PET e a SPECT. Todas estas técnicas de imagem existem na Universidade de Coimbra, sendo utilizadas rotineiramente no ICNAS (Instituto de Ciências Nucleares Aplicadas à Saúde).

VIRGÍNIA GOMES

ORCID: 0000-0001-9532-7513

Museu Nacional de Machado de Castro

virginiaamorais.gomes@gmail.com

CATARINA PIRES

ORCID: 0000-0001-5757-6826

Museu de Física da Universidade de Coimbra, em 2007

catarina.pires@gmail.com

CAPÍTULO 16

A ARTE, A LUZ E O FUTURO – UMA EXPOSIÇÃO DE CIÊNCIA E ARTE: O PROJETO SOL DO PINTOR. OLHARES TRANSVERSAIS

THE ART, THE LIGHT AND THE FUTURE – AN EXHIBITION OF SCIENCE AND ART: THE PAINTER’S SUN PROJECT. TRANSVERSE VIEWS

‘A luz é a matéria por excelência do pintor’.

Dito assim nenhum pintor estranharia.

O cientista, porém, nos dirá que
devemos ser mais rigorosos:

Sem luz, não poderíamos apreciar
nem as formas, nem as cores
com que vemos o mundo à nossa volta.

As formas e as cores na pintura,
luz transformada em matéria
pelo olhar, a consciência,
o sentimento, enfim, a mão do pintor.

— Pedro Redol

RESUMO: Iniciando com um poema que nos orienta pelos principais assuntos focados na exposição, «O Sol do Pintor» é o resultado do diálogo entre ciência e arte, através da colaboração entre três instituições culturais de Coimbra.

Palavras-chave: exposição, ciência, arte

ABSTRACT: Beginning with a poem that guides us through the main subjects focused on the exhibition, «The Sun of the Painter» is the result of the dialogue between science and art, through the collaboration between three cultural institutions of Coimbra.

Keywords: exhibition, science, art

Convidando os públicos a entrar e a desvendar os desafios de uma exposição que colocou em diálogo arte e ciência, este texto, da autoria de Pedro Redol¹, sintetizava a ideia geral da exposição «O Sol do pintor. Olhares transversais»: a relação — mais emocional ou mais racional — que o homem estabeleceu com o visível através dos séculos.

Inaugurada no dia 5 de março de 2007, a exposição resultou de uma proposta de colaboração apresentada pelo Museu de Física da Universidade de Coimbra ao Museu Nacional de Machado de Castro (MNMC) e ao Exploratório – Centro Ciência Viva de Coimbra, para a concretização de um projeto expositivo no qual o diálogo entre Ciência e Arte se desenrolaria em torno do tema central da IX Semana Cultural da Universidade de Coimbra, «Estou vivo e escrevo Sol».

O suporte financeiro do projeto foi assegurado pela Agência Nacional Ciência Viva, pela Reitoria da Universidade de Coimbra e pela Fundação Calouste Gulbenkian.

Tendo como fio condutor uma abordagem diacrónica com início na atualidade, representada por uma instalação da jovem artista plástica Mariana Ramos, e recuando até ao século XV, com uma pintura flamenga de inspiração icónica, a exposição concretizou-se no Museu de Física — átrio, anfiteatro e salas de exposição — e procurou a articulação entre a exibição e fruição contemplativa dos instrumentos do Museu de Física e das pinturas do Museu Nacional de Machado de Castro e a interatividade, através dos módulos construídos pelo Exploratório.

¹ Então Diretor do Museu Nacional de Machado de Castro.

Quem passasse junto ao átrio térreo do grande edifício onde estava instalado o Museu da Física², não ficava indiferente à presença da grande anamorfose que, no chão e ao centro, se fazia refletir e focar num espelho cilíndrico de mais de 150 cm, a anunciar que a «Visão» e a «Perceção» eram temas a abordar no andar superior.

No átrio do Museu, espaço de receção por excelência, ficava sintetizado o tema da exposição através do módulo interativo «Sombras coloridas» e da instalação artística «Pontuação a três cores primárias», de Mariana Ramos. A proposta sensível da artista, ao tratar a cor enquanto luz — num desenho digital projetado sobre duas películas semirefletoras e semitransparentes —, plasmou na obra contemporânea um tempo fluido e diáfano, entre a idade média e a atualidade, isto é, o futuro. A abordagem do imaterial como matéria explorava, assim, estados que escapam às questões da forma e expandem os limites de matérias insondáveis.

No Anfiteatro foi abordado o tema da interação «Luz / Matéria», tratando-se a luz visível; «Luz e cor»: a matéria da pintura; «do visível ao invisível; revelar o invisível»: radiografia e refletografia; «a luz e a sombra; a manipulação da cor; a paleta do pintor; a cor no grão; a velocidade da luz e da matéria e as propriedades óticas dos vernizes». Os temas foram apresentados pedagogicamente com recurso aos módulos interativos «As cores do branco», «Arco colorido», «Disco de Newton», «O que é o negro e Mesa de luz e cor».

A sala seguinte era dedicada às matérias «A técnica do olhar» e «A Natureza da luz». Através destes títulos focou-se a intermediação da tecnologia ótica na aplicação do conhecimento científico à criação artística e a evolução do próprio conhecimento científico acerca da luz, da cor e do fenómeno da visão.

Finalmente, na última sala foi tratado o tema da «Perspetiva». Procurou-se uma abordagem que assumiu a descoberta da perspetiva como um novo olhar sobre o mundo, a qual condensou conhecimentos que derivaram tanto da investigação científica como artística, através sobretudo da aplicação dos conhecimentos de geometria, ótica e astronomia a uma nova forma de representação do real.

² Atual Gabinete de Física do Museu da Ciência da Universidade de Coimbra.

O Catálogo do projeto regista toda a intervenção museológica e museográfica que esta exposição implicou, bem como a sua imagem gráfica, tornando assim futura a experiência e os desafios que este projeto colocou à equipa e aos visitantes. Como exemplo, refira-se a proposta do catálogo, que ao permitir sobrepor o traçado da perspetiva geométrica a uma gravura de Piranesi, reproduz a experiência proposta por um dos módulos interativos da exposição.

Do vasto programa de atividades educativas merecem destaque as iniciativas criadas em parceria com diversas instituições da cidade de Coimbra, para apresentação nas datas celebrativas do Dia Internacional dos Museus, Noite dos Museus e «O Ocaso», festa de encerramento da exposição, no âmbito das quais se apresentaram as seguintes atividades: «Casamento da Dona Cor com o Sr. Sol», «Desde a Sé como se vê?», «Memórias a cores», «Altas histórias da Alta», «Sábados à descoberta – A luz do pintor».

Refram-se ainda o lançamento do catálogo da exposição, o ciclo de cinema, as sessões de leitura de contos, — *Conto contos com cor* —, ou as oficinas de verão (artes plásticas e dramáticas).

«O Ocaso», festa de encerramento da exposição e corolário da profícua colaboração entre um Museu Universitário de Ciência e um Museu Nacional de Arte, ocorreu durante todo o dia 29 de setembro, com um programa que procurou diferentes abordagens aos temas da exposição através de áreas artísticas tão diversas como o teatro, a música ou a poesia (Figuras 16.1. a 16.6.). Terminou com a viagem final ao Sol do Pintor, uma visita encenada com toda a equipa que criou, produziu e dinamizou a exposição «O Sol do Pintor. Olhares transversais».



Figura 16.1. Espelho cilíndrico e anamorfose da pintura *Natividade*, c.1525, MNMC2531.
Fonte: © Gilberto Gonçalves Pereira, 2007.

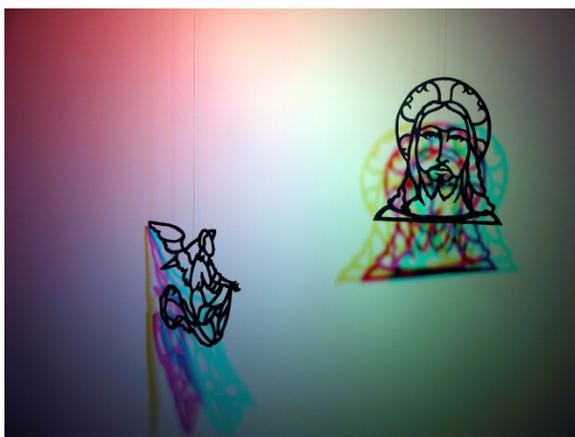


Figura 16.2. Módulo interativo «Sombras Coloridas», a partir do contorno de pormenores de pinturas do MNMC.
Fonte: © Gilberto Gonçalves Pereira, 2007.

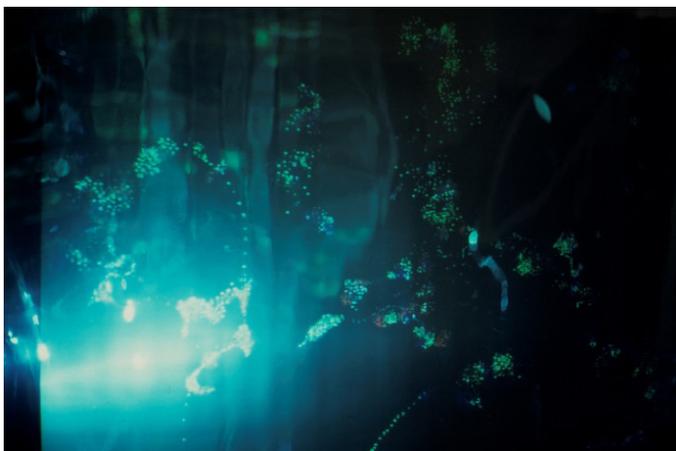


Figura 16.3. «Pontuação a três cores primárias», instalação de Mariana Ramos, 2007.
Fonte: © Gilberto Gonçalves Pereira, 2007.



Figura 16.4. Espaço da exposição – sala C: «A técnica do olhar» e «A Natureza da luz»; e sala D: «A Perspectiva» — culminando na pintura *Santa Face*, século XV, MNMC2539.
Fonte: © Gilberto Gonçalves Pereira, 2007.



Figura 16.5. «Casamento da D. Cor com o Sr. Sol» — visita dinamizada por Luísa Sequeira.
Fonte: © Gilberto Gonçalves Pereira, 2007.



Figura 16.6. Oficinas de verão — o «Disco de Newton».
Fonte: © Gilberto Gonçalves Pereira, 2007.

ÚLTIMOS TÍTULOS PUBLICADOS

- 1 - Ana Leonor Pereira; João Rui Pita
[Coordenadores]
– *Miguel Bombarda (1851-1910) e as singularidades de uma época* (2006)
- 2 - João Rui Pita; Ana Leonor Pereira
[Coordenadores]
– *Rotas da Natureza. Cientistas, Viagens, Expedições e Instituições* (2006)
- 3 - Ana Leonor Pereira; Heloísa Bertol Domingues;
João Rui Pita; Oswaldo Salaverry Garcia
– *A natureza, as suas histórias e os seus caminhos* (2006)
- 4 - Philip Rieder; Ana Leonor Pereira; João Rui Pita
– *História Ecológica-Institucional do Corpo* (2006)
- 5 - Sebastião Formosinho
– *Nos Bastidores da Ciência - 20 anos depois*
(2007)
- 6 - Helena Nogueira
– *Os Lugares e a Saúde* (2008)
- 7 - Marco Steinert Santos
– *Virchow: medicina, ciência e sociedade no seu tempo* (2008)
- 8 - Ana Isabel Silva
– *A Arte de Enfermeiro. Escola de Enfermagem Dr. Ângelo da Fonseca* (2008)
- 9 - Sara Repolho
– *Sousa Martins: ciência e espiritualismo*
(2008)
- 10 - Aliete Cunha-Oliveira
– *Preservativo, Sida e Saúde Pública* (2008)
- 11 - Jorge André
– *Ensinar a estudar Matemática em Engenharia* (2008)
- 12 - Bráulio de Almeida e Sousa
– *Psicoterapia Institucional: memória e actualidade* (2008)
- 13 - Alírio Queirós
– *A Recepção de Freud em Portugal* (2009)
- 14 - Augusto Moutinho Borges
– *Reais Hospitais Militares em Portugal*
(2009)
- 15 - João Rui Pita
– *Escola de Farmácia de Coimbra* (2009)
- 16 - António Amorim da Costa
– *Ciência e Mito* (2010)
- 17 - António Piedade
– *Caminhos da Ciência* (2011)
- 18 - Ana Leonor Pereira, João Rui Pita e Pedro Ricardo Fonseca
– *Darwin, Evolution, Evolutionisms* (2011)
- 19 - Luís Quintais
– *Mestres da Verdade Invisível* (2012)
- 20 - Manuel Correia
– *Egas Moniz no seu labirinto* (2013)
- 21 - A. M. Amorim da Costa
– *Ciência no Singular* (2014)
- 22 - Victoria Bell – *Penicilina em Portugal (anos 40-50 do século XX)* (2017)
- 23 - Rui Costa – *Ricardo Jorge. Ciência, humanismo e modernidade* (2018)
- 24 - Aliete Cunha-Oliveira – *Para uma História do VIH/Sida* (2018)
- 25 - Victoria Bell – *A receção da penicilina em Portugal na literatura médico-farmacêutica e na imprensa diária (anos 40-60 do século xx)* (2019)

A presente coleção reúne originais de cultura científica resultantes da investigação no âmbito da história das ciências e das técnicas, da história da farmácia, da história da medicina e de outras dimensões das práticas científicas nas diferentes interfaces com a sociedade e os media.

Ciências e Culturas assume a complexidade das relações históricas entre as práticas científicas, o poder político e as utopias sociais.

A própria ciência é considerada uma cultura e fonte de culturas como a ficção científica, o imaginário tecnológico e outras simbologias enraizadas nas práticas científicas e fortemente comprometidas com os respetivos contextos históricos.

Em *Ciências e Culturas* a *e* não é apenas união; é relação conjuntiva, fonte de inovação pelo enlace de *diferentes*, como dois mundos abertos um ao outro em contínuo enamoramento.

ÚLTIMOS TÍTULOS PUBLICADOS

14 - Augusto Moutinho Borges — *Reais Hospitais Militares em Portugal* (2009)

15 - João Rui Pita — *A Escola de Farmácia de Coimbra* (2009)

16 - António Amorim da Costa — *Ciência e Mito* (2010)

17 - António Piedade — *Caminhos de Ciência* (2011)

18 - Ana Leonor Pereira, João Rui Pita e Pedro Ricardo Fonseca (Eds.)
— *Darwin, Evolution, Evolutionisms* (2011)

19 - Luís Quintais — *Mestres da Verdade Invisível* (2012)

20 - Manuel Correia — *Egas Moniz no seu labirinto* (2013)

21 - A. M. Amorim da Costa — *Ciência no Singular* (2014)

22 - Victoria Bell — *Penicilina em Portugal (anos 40-50 do século XX)* (2017)

23 - Rui Costa — *Ricardo Jorge. Ciência, humanismo e modernidade* (2018)

24 - Aliete Cunha-Oliveira — *Para uma História do VIH/Sida* (2018)

25 - Victoria Bell — *A receção da penicilina em Portugal na literatura médico-farmacêutica e na imprensa diária (anos 40-60 do século xx)* (2019)

26 Coleção
Ciências e Culturas
Coimbra 2020



1 2



9 0