



SUMÁRIO

Editorial	I
Dossiê “Desafios contemporâneos”	
Edward Jenner e a primeira Vacina: estudo do discurso expositivo adotado em um Museu de Ciência (Fabiola Alice dos Anjos Durães, Adriano Dias de Oliveira e Paulo Henrique Nico Monteiro)	01
O futuro entre o lazer e a alienação: a sociedade pós-industrial no livro 'The year 2000', de Herman Kahn e Anthony Wiener (1967)	16
Conhecimento científico: a Bibliografia como elemento de interação entre a Ciência da Informação (Paul Otlet) e a História da Ciência (George Sarton) (Marcia Rosetto)	31
Os usos públicos do passado como fonte para o estudo do desastre da talidomida na Espanha (Dones Claudio Janz Jr.)	45
O jornal estudantil do período de 1964-2013 como fonte de pesquisa em formato digital no acervo do Centro de Memória e Arquivo da FCM-Unicamp (Ivan Luiz Martins Franco et al.)	56
Artigos	
Construção do pensamento e das práticas científicas (Ricardo Angelo Monteiro Canale)	67
O eclipse de Sobral e a deflexão gravitacional da luz predita por Einstein (Oscar T. Matsuura)	81
A dimensão geográfica da técnica (Leandro Serra Silva Pereira)	140
O estudo de Claudio Galeno como fonte de conhecimento da anatomia humana (Camille Bertha Stulp e Samira Schultz Mansur)	153
As memórias econômicas de Domingos Vandelli sobre o carvão combustível no fim do século XVIII (Ricardo Dalla Costa)	170
Pimenta Bueno e uma visão ampla sobre a origem do câncer no início do século XX (Carlos Henrique Fioravanti)	184
Entrevistas	
Os inventos e a pintura de Leonardo da Vinci (Mario Taddei entrevistado por Leila Kiyomura)	192



KHRONOS, REVISTA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA
EDITORIAL

O número 7 de *Khronos* apresenta o dossiê “Desafios Contemporâneos”, que traz uma seleção de trabalhos apresentados no Segundo Congresso de História da Ciência e da Técnica”, ocorrido na Universidade de São Paulo de 8 a 10 de abril de 2019. Mais de duas centenas de trabalhos de docentes, alunos de graduação e pós-graduação foram discutidos, em meio a uma intensa programação que incluiu atividades culturais, bem como conferências e mesas-redondas – estas podem ser vistas em sua íntegra no canal de vídeos do Centro de História da Ciência da USP, acessível em sua página de internet.

Dentro do dossiê, o primeiro trabalho é de Fabíola Durães, Adriano Oliveira e Paulo Monteiro que, a partir do tema da primeira vacinação administrada por Edward Jenner, fazem uma certa crítica quanto à necessidade de incrementar a contextualização e a discussão de história da ciência, o que pode ser estendida *pari passu* à maior parte da expografia adotada nos museus de ciência, geralmente parca nesse quesito.

Fábio Andreoni revisita as propostas futuroológicas de Hermann Kahn, fundador do Instituto Hudson, conhecido *thinktank* estadunidense, e famoso no Brasil por sua proposta mirabolante na década de 1960 de inundar uma grande área da Amazônia. O autor reconta como esse tipo de exercício antecedeu a controversa “história do futuro”, em que o desenvolvimento tecnológico desempenha papel importante, e que veio a influenciar diversos teóricos da historiografia contemporânea.

Um dos pilares sobre os quais se construíram as modernas ciências da biblioteconomia e da arquivologia é a obra de Paul Otlet sobre informação e comunicação. George Sarton, o pioneiro da institucionalização da História da Ciência no começo do século 20 estava atento para as bases propostas por Otlet e há mais de cem anos as utilizou em sua revista *Isis* de forma interdisciplinar, como analisa Márcia Rosetto.

A talidomida é certamente um dos exemplos funestos de como a tecnologia pode ter consequências indesejáveis. Promovida como solução para o enjôo da gravidez, o remédio logo se tornou um pesadelo pelas malformações causadas a membros superiores e inferiores, levando o desespero às mães vítimas desse erro. Dones Janz Jr. analisa como na Espanha esse medicamento continuou a ser comercializado mesmo depois da sua retirada do mercado mundial, com consequências que se estendem aos dias de hoje.

O dossiê se encerra com a apresentação do processo de digitalização do jornal estudantil da Faculdade de Medicina da Unicamp, que seguiu preceitos

recomendados pela arquivologia. A sua disponibilização se revela uma fonte valiosa para estudos acadêmicos, como contam Ivan Luiz Amaral, Rodrigo Souza, Raíssa Antunes e Rosana Poderoso.

A seguir esta edição de *Khronos* contém artigos de fluxo contínuo, começando com o texto de Ricardo Canale sobre formas de encarar a construção do pensamento e das práticas científicas. O objetivo maior do autor é contribuir para com a alfabetização e letramento científicos, que deveriam se manifestar desde o início da escolarização, passando pelas práticas laboratoriais e a divulgação jornalística.

Em extenso texto sobre a deflexão gravitacional einsteiniana da luz a partir das medições durante o eclipse de Sobral em 1919, Oscar Matsuura refaz o contexto científico das controvérsias que cercaram os resultados obtidos e suas interpretações. Torna-se fascinante perceber como havia também componentes sociológicos e políticos nas disputas que se travaram entre grupos de astrônomos, e mais surpreendente é que as controvérsias se mantiveram ou ressurgiram neste primeiro século após o eclipse. Elementos racionais e outros nem tanto compõem essa trajetória de ideias, que comprovam como a história da ciência é importante para se adquirir uma visão equilibrada de como as teorias e fatos são interpretáveis, sem cair num excesso triunfalista, como costuma ser ensinado que é a marcha da ciência, nem um niilismo descrente do sucesso e da validade do conhecimento.

A partir da questão da técnica discutida principalmente por Milton Santos, Leandro Pereira apresenta os questionamentos deste pensador e outros sobre sua dimensão geográfica. A aceleração da financeirização do capital coloca o tema no eixo das crises econômicas presentes.

Cláudio Galeno e seus estudos de anatomia tiveram uma longevidade notável. Camille Stülpe e Samira Mansur investigam o contexto social e cultural da Grécia Antiga que propiciou essa obra e apresentam dados da biografia galênica, enfatizando sua formação hipocrática. Sua originalidade e seus acertos (e erros) influenciaram a medicina europeia e islâmica até o Renascimento, sendo, portanto, figura obrigatória nos estudos de história da ciência.

Domingos Vandelli foi o iniciador da Academia Real das Ciências, de Lisboa, tornando-se importante para a modernização portuguesa empreendida a partir das reformas pombalinas da segunda metade do século 18. Ricardo Dalla Costa nos mostra a dimensão técnica das academias científicas, a partir das memórias de Vandelli sobre o carvão como combustível, e suas propostas de usar turfa e materiais betuminosos de importância para a calafetagem naval.

O último artigo se insere nas pesquisas que Carlos Fioravanti vem empreendendo sobre o estudo e tratamento do câncer feito por médicos brasileiros, em geral pouco conhecidos. Pimenta Bueno no início do século 20 especu-

lou numa base interdisciplinar que vários fenômenos poderiam gerar acidose no interior de células, ligando esse resultado à hipótese de origem do câncer. Suas teorias foram confirmadas apenas bem posteriormente.

Fechando a edição temos uma entrevista com Mario Taddei. Este pesquisador italiano fez com grande sucesso de público a conferência de abertura do Segundo Congresso de História da Ciência e da Técnica, apresentando suas pesquisas originais acerca do pensamento de Leonardo da Vinci e as análises que tem levado a cabo em Milão, que têm revelado resultados surpreendentes sobre os artefatos e experimentos de Leonardo.

Esperamos que o leitor partilhe conosco o entusiasmo despertado por uma história da ciência e técnica bem atuantes no Brasil - e desejamos uma leitura prazerosa!

Gildo Magalhães, Editor



DOSSIÊ – Desafios contemporâneos

Edward Jenner e a Primeira Vacina: estudo do discurso expositivo adotado em um Museu de Ciência

Fabiola Alice dos Anjos Durães

Licenciada em Geografia - USP
fabiola.duraes@usp.br

Adriano Dias de Oliveira

Mestre em Ensino de Ciências - biologia, USP
adriano.oliveira@butantan.gov.br

Paulo Henrique Nico Monteiro

Dr. em Educação, USP – Coordenador do Centro de
Ensino e da Escola Superior do Instituto Butantan
paulo.monteiro@butantan.gov.br

Como citar este artigo: Durães, Fabiola Alice dos Anjos; Oliveira, Adriano Dias e Monteiro, Paulo Henrique Nico. “Edward Jenner e a primeira vacina: estudo do discurso expositivo adotado em um museu de ciência”. Khronos, Revista de História da Ciência, nº 7, pp. 1-15. 2019. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: O presente artigo tem como objetivo analisar o discurso expositivo acerca da história da vacina antivariólica apresentada no Museu de Microbiologia (MMB) do Instituto Butantan na perspectiva da História e Filosofia da Ciência (HFC) no Ensino de Ciências (EC) e da pesquisa geo-histórica. Buscamos na exposição de longa duração do MMB aparatos que se relacionam com a história da criação da primeira vacina. Como resultado, encontramos apenas um painel, o qual apresentou poucas informações sobre a temática e uma visão tradicional de HFC no EC com base nas categorias criadas a partir do referencial teórico definido.

Palavras-chave: Museu de Ciência, vacina antivariólica, geo-história dos saberes, História e Filosofia da Ciência, Ensino de Ciências.

Edward Jenner and the First Vaccine: study of the exhibition language adopted in a Science Museum

Abstract: The goal of this paper is to analyze the expository discourse regarding the history of the smallpox vaccine as it is presented at the Museu de Microbiologia (MMB), part of the Instituto Butantan, in the perspective of History and Philosophy of Science (HPS) in Science Teaching (ST) and the geo-historical. This resulted in the finding of a single panel, which presented little information regarding this theme and had a traditional view of HPS in ST based on the categories created from the theoretical framework defined.

Keywords: Science Museum, smallpox vaccine, geo-history of knowledge, History and Philosophy of Science, Science Teaching.

Introdução

Este trabalho consiste numa investigação sobre conteúdos expográficos relacionados a um personagem específico da História da Microbiologia: Edward Jenner (1749-1823). A fim de checar como ele é apresentado num Museu de Ciência e quais questões foram consideradas relevantes na didatização dos conteúdos para a composição do discurso expositivo acerca da temática que o envolve, tivemos como objeto de pesquisa a exposição de longa duração do *Museu de Microbiologia – Micróbios e Vacinas* ou simplesmente Museu de Microbiologia (MMB)¹ do Instituto Butantan, localizado no município de São Paulo/SP, Brasil.

Jenner foi um médico e naturalista de origem britânica. Nasceu em Berkeley², condado de Gloucestershire. Estudou medicina em Londres e retornou à cidade natal para exercer a profissão. Ele tinha uma infinidade de interesses, realizou pesquisas em vários campos³, mas ficou conhecido pelo evento histórico e científico relacionado ao desenvolvimento, à sistematização e eficácia da primeira vacina registrada cientificamente na história da medicina ocidental, a vacina antivariólica.

As experiências de Jenner foram significativas para medicina, pois possibilitaram a introdução e o aprimoramento do método experimental (final do século XVIII e início do século XX, respectivamente)⁴, bem como o desenvolvimento de estudos em microbiologia e imunologia, áreas do conhecimento surgidas anos mais tarde⁵.

Esta pesquisa foi embasada em dois blocos de referenciais teóricos, compostos por: (1) levantamento bibliográfico de como é apresentada a história de Jenner e do desenvolvimento da vacina antivariólica do ponto de vista da metodologia geo-história dos saberes; e (2) as perspectivas da História e Filosofia da Ciência (HFC) no Ensino de Ciências (EC). Esses referenciais foram importantes para analisar como a primeira vacina produzida no Ocidente é apresentada para o público do MMB.

Referencial Geo-histórico

¹ Nome pelo qual o Museu é conhecido e como será tratado em grande parte desta pesquisa.

² Uma cidade que ainda existe na Inglaterra, localizada a, aproximadamente, 205 quilômetros de Londres. Fonte: *Google Maps*.

³ Informação adquirida no sítio do *Dr. Jenner's House, Museum and Garden*. <<https://jennermuseum.com/>>. A fazenda em que Jenner nasceu e desenvolveu suas pesquisas foi transformada neste museu em 1985.

⁴ FERNANDES, Tania M. *Vacina antivariólica: ciência, técnica e poder dos homens, 1808-1920*. 2 ed. rev. Tania Maria Fernandes. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2010. p. 11-42.

⁵ Cf.:

- FERNANDES, 2010.
- UJVRARI; ADONI, 2014.
- RAW, Isaías. SANT'ANNA, Osvaldo A. *Aventuras da microbiologia*. São Paulo: Hacker Editores / Narrativa Um, 2002. p. 42-45.

A fim de delinear como o tema varíola é abordado do ponto de vista histórico no que diz respeito à criação da primeira vacina no Ocidente, bem como de que forma é contada a história de seu principal personagem, foi realizado um levantamento bibliográfico para a construção do referencial histórico desta pesquisa. Selecionamos as seguintes obras: Silva (2015)⁶, *A História da Ciência no Caso das Vacinas: Edward Jenner e os experimentos da prevenção contra a varíola na Inglaterra do século XVIII*; Soares (2018)⁷, *Mary Montagu e a inoculação da varíola na Inglaterra no século XVIII*; Fernandes (2010), *Vacina Antivariólica: ciência, técnica e poder dos homens, 1808-1920*; Ujvrari e Adoni (2014), *A história do século XX pelas descobertas da Medicina*; e Raw e Sant'Anna (2002), *Aventuras da Microbiologia*. Acrescido a isso, lançamos mão do método *geo-história dos saberes*, o qual se trata de uma proposta de aproximação da *história intelectual* e *história espacial*, sob a argumentação de que “a geo-história dos saberes é uma história em que os lugares também produzem ideias”, isto é, o lugar e o período onde determinado conhecimento foi desenvolvido influenciam na produção científica⁸.

Em relação ao levantamento bibliográfico apontado, com exceção de Soares (2018), constatamos que todas as referências citadas perpassam de alguma maneira pela elucidação da existência da varíola em duas formas (bovina e humana); o método científico utilizado; o contexto histórico da época em que a vacina foi criada; e as dificuldades enfrentadas por Jenner para a validação de sua pesquisa.

Soares (2018), Fernandes (2010) e Raw e Sant'Anna (2002), comentam que há registros históricos que evidenciam que existiram outras técnicas de prevenção da doença antes da criação da vacina, difundidas a partir do século XVI, como a variolização, transplantação, inoculação ou enxerto (inserção direta de varíola humana) e a própria aplicação da varíola bovina⁹. Esta técnica criou na época um mito rural na Inglaterra, pois as pessoas observavam que as ordenhadeiras que entravam em contato com as pústulas presentes no úbere pegavam a doença da vaca e, não se sabia como, não desenvolviam a doença humana nas épocas em que ocorriam epidemias¹⁰.

Silva (2015), Ujvrari e Adoni (2014) e Fernandes (2010), apontam para questão de que a primeira inoculação de varíola bovina intencional para a prevenção de varíola humana no Ocidente ocorreu na Inglaterra, em 1774, realizada pelo fazendeiro Benjamin Jesty (1736-1816), o qual aplicou em membros de sua família, o que preveniu o desenvolvimento da doença em épocas de epidemia. Fato que, provavelmente, influenciou a pesquisa de Jenner sobre o assunto.

⁶ SILVA, Camila S. P. A História da Ciência no Caso das Vacinas: Edward Jenner e os experimentos da prevenção contra a varíola na Inglaterra do século XVIII. *Boletim Eletrônico da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, n. 7, dez. 2015. Disponível em <http://www.sbh.org.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=860>.

⁷ SOARES, Marina J. O. Mary Montagu e a inoculação da varíola na Inglaterra no século XVIII. *Khronos Revista de História da Ciência*, n. 5, p. 35-46, mai. 2018. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>.

⁸ LIRA, Larissa A. Geo-história dos saberes. *Boletim Paulista de Geografia*, v. 98, p. 96-110, 2018. p. 108.

⁹ Técnica que a partir da primeira publicação sobre o assunto (realizada por Jenner) ficou conhecida como vacinação.

¹⁰ UJVRARI; ADONI, 2014.

Porém, identificamos que há uma controvérsia em relação à fonte que influenciou os estudos de Jenner. Soares (2018) traz evidências de que Mary Wortley Montagu (1689-1762), uma escritora inglesa, foi precursora do método de inoculação na Inglaterra e que seus esforços para a difusão deste método foram muito importantes para o desenvolvimento, mais tarde, da vacina. Sua experiência pessoal com a doença¹¹ despertou o interesse em buscar uma solução para essa enfermidade.

Seu marido, Edward Montagu, era embaixador no Império Otomano, condição na qual a possibilitou de ter contato com o método de inoculação, desconhecido até então na Inglaterra e muito difundido nos territórios de domínio turco. Na verdade, não se sabe se Mary Montagu já tinha algumas informações sobre esse método, visto que era próxima de médicos filiados à *Royal Society*, a qual havia recebido um relato sobre o método de inoculação chinês, em 1700; publicou textos de médicos residentes em Constantinopla referentes à temática, em 1714; e uma publicação sobre inoculação de varíola, em 1715. De qualquer forma, Montagu (assim como alguns médicos) “teve contato com a prática da inoculação no Império Otomano” a partir de agosto de 1716 e relatou isso numa carta destinada a uma amiga¹².

A partir da observação de que esse método era eficaz, Montagu pediu para realizarem o procedimento em seu filho mais velho, de cinco anos de idade, em 1718, em terras turcas, e a criança se recuperou bem. Em 1721, de volta à Inglaterra, Montagu pediu para um médico inocular sua filha. Essa “operação [...] é considerada a primeira inoculação profissional na Inglaterra. O sucesso obtido nesse procedimento contribuiu, possivelmente, para ampliar o interesse pelo método”¹³. A escritora era próxima de aristocratas da época e conseguiu influenciar a realização de experimentos de inoculação. Em 1722, foram publicados vários artigos sobre assunto, retratando que houve um grande debate em relação à utilização deste método na Inglaterra. Um desses artigos foi escrito por Montagu, porém foi publicado de forma anônima, devido ao impedimento de participação das mulheres na ciência.

A oposição ao método de inoculação foi ferrenha e dotada de argumentos de caráter não científico, com teor sexista, racista e orientalista. Soares (2018) evidencia como Montagu foi importante neste debate e aponta que “King-Thom Chung vai além, ao afirmar que a iniciativa de Montagu na disseminação do método não apenas ‘levou ao trabalho de Edward Jenner com varíola bovina’, mas também à ‘teoria do germe de Louis Pasteur (1822–1895) e de Robert Koch

¹¹ A doença foi levada seu irmão à morte, em 1713, e de outros familiares e amigos/as, posteriormente, além de ela mesma ter adquirido a doença, em 1715.

¹² SOARES, 2018, p. 39.

¹³ SOARES, *op. cit.*, p. 41.

(1843–1910)”¹⁴. E finaliza o artigo destacando o quão significativo é analisar as questões socio-culturais presentes na referida época:

O fato é que a escritora inglesa condensava a presença de elementos inaceitáveis para o *establishment* médico da época: era porta-voz de um método praticado no Império Otomano – local considerado atrasado pelos europeus –; não possuía formação médica, o que a impedia de participar dos debates em tais círculos; e, talvez, o principal, era mulher¹⁵.

A partir do que foi apresentado, podemos afirmar que o debate sobre métodos de combate e contenção de varíola humana estava em voga na Inglaterra no século XVIII. Destacamos então que a pesquisa de Jenner sobre o assunto surgiu num contexto em que já havia esta problemática e, por ele pertencer a comunidade médica, provavelmente tinha conhecimento disso. Dessa forma, evidenciamos que Jenner não foi um gênio que inventou uma forma de prevenir o desenvolvimento da varíola humana, mas sim um médico que utilizou os conhecimentos que a comunidade científica inglesa já possuía na época sobre a doença e se dedicou ao aprofundamento e a uma solução para esse assunto ao realizar uma pesquisa científica metódica. Assim, podemos dizer que as experiências de Montagu e Jesty, bem como as tentativas de prevenção dessa doença realizadas por outros médicos e o debate gerado com essas tentativas tanto bem como malsucedidas ao longo do século XVIII, foram extremamente importantes para Jenner desenvolver estudos sistemáticos sobre o assunto a partir de 1794. Estudos estes que foram bastante minuciosos e em um número relevante de pessoas com o objetivo de validar suas observações e definir o melhor método de combate à dada doença.

Outro ponto importante que podemos destacar é que a *Royal Society* foi fundada em Londres em 1664 e “em 1664 os ‘Proceedings of the Royal Society’ apareceram pela primeira vez. Desde este período a colaboração de cientistas em periódicos científicos, sociedades e instituições têm avançado constantemente”¹⁶. Dessa forma, Jenner exercia sua profissão num local em que a ciência moderna se consolidava, assim, ele estava imerso em bases tanto intelectuais quanto técnicas que deram condições para o desenvolvimento da primeira vacina registrada na história ocidental, argumentação que ilustra a importância da utilização do método geo-história dos saberes na análise aqui proposta.

Segundo Silva (2015), Jenner publicou as primeiras observações e resultados em 1798, e já nomeou o material oriundo das vacas como *variolae vaccinae*, do latim, *vacca*, do qual derivou a palavra “vacina”. É interessante notar que mesmo as demais vacinas desenvolvidas não terem

¹⁴ CHUANG, K-T. *Women Pioneers of Medical Research*. Biographies of 25 Outstanding Scientists. Jefferson: McFarland & Company, 2010, p. 14 *apud* Soares, *op. cit.*, p. 45-46.

¹⁵ SOARES, *op. cit.*, p. 46.

¹⁶ ZILSEL, E. As raízes sociais da ciência. Tradução por: Flávio M. P. Santos. *Khronos, Revista de História da Ciência*, n. 6, p. 115-116, dez. 2018. p. 115-116. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>.

nenhuma relação com as vacas, essa denominação permaneceu. A hipótese de Jenner era que a vacina prevenia o desenvolvimento da doença. A partir dos testes realizados ele conseguiu comprovar isso, mas sua hipótese não foi prontamente aceita pela comunidade científica. Fato que o fez publicar observações adicionais sobre a pesquisa em 1799. Com esta publicação, a pesquisa de Jenner passou a ser reconhecida, teve validação científica e, enfim, ele conseguiu autorização para vacinar pessoas.

Há de se destacar que a primeira vacina foi amplamente difundida mesmo sem ter conhecimento científico em relação ao seu mecanismo. A ciência ainda desconhecia a existência dos microrganismos, que, portanto, podiam ser causadores de doenças infecciosas e, quiçá, poderiam ter sua virulência controlada. Descobertas que ocorreram muito tempo depois, com outros pesquisadores¹⁷.

Por se tratar de aplicação de material oriundo das vacas nos seres humanos, a aceitação da *vacina animal* teve, inicialmente, bastante resistência. Isso levou Jenner a desenvolver, alternativamente, a técnica que ficou conhecida como *vacina jenneriana* ou *humanizada*. Esta era produzida pela introdução das pústulas de quem tinha sido vacinado/a diretamente na pele de outras pessoas. Entretanto, essa técnica acabou sendo alterada a partir do surgimento de reações adversas, como a perda de defesa que a vacina humanizada causava com a passagem de pessoa a pessoa; e a possibilidade de transmissão de outras doenças, como tuberculose e sífilis, casos que ocorreram com muitas pessoas. Devido a esses problemas, a vacina animal passou a ser vista como um método mais eficaz e sofreu várias mudanças no processo de produção a partir do final do século XIX¹⁸. O aprimoramento da técnica e a produção da vacina antivariólica em larga escala possibilitaram a varíola ser declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma doença erradicada do mundo em 1980, dois séculos após a criação da vacina¹⁹.

Referencial HFC no EC

Para investigarmos sob qual perspectiva teórica a temática é apresentada na exposição do MMB, apoiamo-nos em referenciais relacionados à discussão de HFC no EC, uma vez que esse tema é considerado um paradigma na História da Ciência, mais especificamente para a Imunologia, e a HFC é uma abordagem que pode ser largamente utilizada na Educação Básica. Logo, problematizar sobre um período histórico da ciência na Educação, seja nas escolas ou nos museus, é fundamental para a compreensão da ciência para além de elencar datas e fatos.

¹⁷ FERNANDES, 2010; UJVRARI; ADONI, 2014; RAW; SANT'ANNA, 2002.

¹⁸ Cf. FERNANDES, 2010.

¹⁹ RAW; SANT'ANNA, 2002; UJVRARI; ADORNI, 2014.

Desde o final do século XIX e início do século XX, houve uma preocupação em trazer a abordagem histórica para o Ensino de Ciências a fim de ampliar a compreensão dos/as alunos/as sobre a importância da ciência para a sociedade. Vários pesquisadores defenderam a inclusão da História da Ciência (HC) no Ensino nesta época, como Wilhem Ostwald, Ernst Mach, John Dewey e James B. Conant, e destacavam questões voltadas para a seguinte reflexão:

o conhecimento científico diferencia-se da perspectiva positivista. A interpretação dos fatos não é imparcial, depende de fatores externos que circundam o indivíduo que observa. A ciência não é vista como uma construção linear, nem ocorre por mero acúmulo de fatos. Determinadas formas de compreender a realidade podem ser substituídas por outras julgadas mais convenientes em dado momento²⁰.

Assim, revela-se que a ciência não se configura em uma verdade absoluta, que suas teorias podem e devem ser refutadas, evidenciando que “as controvérsias são o verdadeiro motor das ciências, de que sem elas há estagnação ou regressão”²¹. A forma como um/a cientista realiza uma pesquisa depende necessariamente do momento histórico em que está inserido/a, pois isso determina, por exemplo, as tecnologias existentes que poderão ser utilizadas, se estão disponíveis ou não no local de realização da pesquisa, se ele/a ou a instituição que o/a financia tem condições para adquiri-las etc. Esses são exemplos de fatores que direcionam resultados melhores ou piores de uma pesquisa que necessita de um arsenal tecnológico, evidenciando que a técnica influencia no desenvolvimento e progresso científico, conforme apontado por Magalhães (2015)²².

Outro fator importante de ser apontado é a questão de que o contexto histórico muitas vezes acaba influenciando os valores éticos e morais dos/as cientistas, por isso que é importante as discussões científicas evoluírem, superarem paradigmas e reconhecerem as controvérsias, o que evidencia o “caráter perecível do conhecimento e dos limites do humano”²³.

Ensinar um evento científico através da HC pode demonstrar que as descobertas científicas não são tão simples quanto parecem. Na maioria das vezes não ocorrem ao acaso. Iniciam por meio de observações, que levam a formulações de hipóteses que requerem experimentações²⁴, as quais nem sempre geram respostas positivas, para, enfim, atingir resultados e conclusões, o que pode levar bastante tempo. Os resultados e as conclusões serão aceitos, questionados,

²⁰ PEREIRA, Cláudio L. N. SILVA, Roberto R. História da Ciência e o Ensino de Ciências. *Revista Virtual de Gestão de Iniciativas Sociais (GIS)*. n.12, UFRJ, 2009. Disponível em <http://www.ltds.ufrj.br/gis/a_historia.htm>

²¹ MAGALHÃES, Gildo. *Ciência e conflito* ensaios sobre história e epistemologia de ciências e técnicas. 1. ed. São Paulo: Book Express Editora. 2015. p. 5.

²² Idem.

²³ RUIZ, A. R. Ciência e sua iniciação: anotações para reflexão. *Ciência & Educação*, v. 11, n. 2, p. 319-326, 2005. p. 324. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/11.pdf>>.

²⁴ Em se tratando de pesquisas principalmente na área das Ciências Naturais.

melhorados ou ignorados, não somente pelo valor intrínseco ou fundamentação que possam ter, pois há de se considerar que existem “forças implícitas” que envolvem o *processo de validação social das descobertas científicas*, como questões sociais, políticas, filosóficas, religiosas²⁵, geográficas, econômicas e até mesmo relacionadas à origem, etnia e ao gênero dos/as pesquisadores/as. Essas forças agem na tomada de decisões referentes a *se* ou *qual* conhecimento será financiado e validado. Cada período histórico mostra quais dessas forças agiram em maior ou menor grau. Com isso, podemos afirmar que nem sempre o que foi ou é considerado um consenso na comunidade científica esteve ou está mais próximo da realidade, teve ou tem a melhor fundamentação teórica de determinada época.

Dessa forma, evidenciar o aspecto histórico da Ciência no Ensino possibilita a compreensão das entrelinhas de como os conhecimentos científicos são gerados e construídos. Isso se opõe à visão de “história dos vencedores” bastante difundida em muitos materiais didáticos, e demonstra o *caráter coletivo da construção dos conhecimentos científicos*, isto é, o conhecimento científico como fruto da humanidade em constante desenvolvimento²⁶.

Através da História da Ciência são relatados os eventos históricos da maneira mais ampla possível, mostrando as hipóteses apresentadas pelos cientistas, as teorias alternativas, tudo dentro do contexto da época. [...] Algumas propostas falharam justamente porque, ao invés de passar uma versão dos fatos mais ampla, passaram alguma outra tendenciosa, como por exemplo, mostrando apenas aquilo que “deu certo” e omitindo o resto²⁷.

Com o passar do tempo, a discussão sobre qual a melhor maneira de abordar os eventos científicos no EC se ampliou da HC para a HFC e os estudos começaram a apontar a abordagem da HFC no EC como positiva para a formação de cidadãos/ãs críticos/as.

Na década de 1990, o debate sobre a inserção da HFC nos currículos escolares ganhou força no Brasil e se consumou nos documentos dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), o que a tornou uma teoria bastante interessante para o ensino, mas pouco realizada na prática docente²⁸.

²⁵ MARTINS, Lillian A. P. A História da Ciência e o Ensino da Biologia. *Jornal Semestral do gepCE*, n.5, Unicamp, 1998. Disponível em <http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/fevereiro2013/ciencias_artigos/historia_ciencia.pdf>.

²⁶ FLÓR, Cristhiane C. Souza, Suzani C. A história da ciência presente nos parâmetros curriculares nacionais. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. ABRAPEC. V ENPEC. dez. 2005. p. 6. Disponível em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/venpec/conteudo/artigos/3/pdf/p365.pdf>>.

²⁷ MARTINS, 1998, p. 20.

²⁸ OLIVEIRA, Rilavia. A. SILVA, Ana P. B. A História da Ciência no Ensino: diferentes enfoques e suas implicações na compreensão da Ciência. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. ABRAPEC. VIII ENPEC. I CIEC. dez. 2011. Disponível em <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0227-1.pdf>>.

Até a obtenção de um consenso entre os pesquisadores da HFC de qual posicionamento teórico era melhor para abordar eventos científicos, houve vários debates entre historiadores e filósofos que se dividiam em dois enfoques: *Internalistas* e *Externalistas*. Esse debate também influenciou as abordagens da HFC no ensino.

Basicamente, os internalistas pontuavam que as análises das descobertas científicas deveriam ser restritas ao micromundo da pesquisa e às questões práticas e teóricas adotadas na época, ou seja, centravam-se apenas no viés interno à produção científica e tinham uma visão positivista da ciência. Já os externalistas afirmavam que para compreender essa produção era essencial analisar o contexto histórico, geográfico, social, político e econômico em que o pesquisador viveu, ou seja, trazer as questões externas a fim de revelar que *a ciência é um produto humano* e, por isso, está inserida nas relações sociais que lhe deram origem, as quais não são isentas de valores dos quais são determinados historicamente. Assim, a tomada de decisões da comunidade científica para validar ou não uma pesquisa perpassa por questões que estão além do método científico, o que revela que a ciência não é neutra e muito menos uma expressão da verdade absoluta. Isso evidencia a verdadeira Natureza da Ciência (NDC)²⁹. Porém, por muito tempo os externalistas foram taxados como marxistas por trazerem uma abordagem sociocultural crítica da produção do conhecimento, o que fez com que essa perspectiva fosse enxergada como dotada de viés ideológico³⁰.

Após vários anos de discussões, hoje é reconhecido que a tendência mais adequada é a de uma perspectiva mista a fim de evitar anacronismos, pois os enfoques devem ser vistos como complementares e não excludentes, o que possibilita analisar os eventos científicos de forma mais ampla e completa³¹.

Assim, a tendência de abordagem mista da HFC no EC ajuda a promover uma análise mais abrangente do que de fato é fazer ciência, evidenciando a totalidade contextual dos eventos científicos, ou seja, apontando a sua complexidade. Dessa forma, é de extrema importância educadores/as apresentarem aos/às estudantes questões relacionadas ao método científico bem como aos aspectos socioculturais acerca da época de determinada produção científica. Isso ajuda a revelar que ninguém está isento da sociedade em que está inserido/a, isto é, todos nós somos produto do tempo histórico em que vivemos. Com a abordagem mista é possível esclarecer que a ciência é uma construção humana e que é, portanto, passível de erros e envelhecimentos moral

²⁹ Idem.

³⁰ MAGALHÃES, 2015.

³¹ Cf.:

- MATTHEWS, Michael R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 12, n.3: p. 164-214, dez. 1995. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>.
- OLIVEIRA; SILVA, 2011.

e biológico; os quais são extremamente importantes para a superação de controvérsias e evidenciam o caráter autocrítico inerente à Natureza da Ciência (NDC) – algo que só é possível devido à reflexão filosófica³².

Destarte, na perspectiva voltada para uma abordagem mista podemos dizer que o conhecimento científico não representa a verdade, e sim um olhar de determinadas pessoas diante dos fenômenos em determinada período histórico e espaço geográfico.

Somente dessa maneira os/as educandos/as poderão compreender que a ciência não é feita só de gênios e que ela está muito próxima do nosso dia-a-dia. Isso pode instigar crianças e jovens a se interessarem mais pela ciência e enxergá-la como um meio de explicar e compreender fatos cotidianos com o intuito de melhorar a vida em sociedade.

A partir desses referenciais, levantamos os seguintes pontos a serem investigados:

1) Como a figura de Jenner é apresentada ao público do MMB? Há contextualização do local e da época em que ele desenvolveu a pesquisa da vacina antivariólica e de como foi a aceitação da pesquisa na comunidade civil e científica?

2) De que forma esse evento científico está retratado na exposição? A partir da análise do discurso expositivo é possível identificar se foi considerado algum dos enfoques da HFC para didatizar os conteúdos sobre o assunto?

Diante das questões apontadas, esta pesquisa tem como objetivo analisar, sob a ótica da HFC no EC, como é apresentada a história da vacina antivariólica na exposição de longa duração do MMB.

Procedimentos metodológicos

A metodologia utilizada na pesquisa proposta trata-se de um estudo exploratório quanto aos objetivos; de uma pesquisa bibliográfica quanto aos procedimentos; e de caráter qualitativo quanto à abordagem do problema³³.

O MMB é um museu que possui vários ambientes expositivos. O espaço essencial para esta pesquisa foi a exposição principal deste Museu. Esta inclui o salão principal, o qual possui uma grande mesa expositiva que narra alguns dos acontecimentos da história da ciência que

³² MAGALHÃES, 2015.

³³ RAUPP, Fabiano M. BEUREN, Ilse M. Metodologia da pesquisa aplicável às Ciências Sociais. BEUREN, Ilse M. (Org.). *Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade: teoria e prática*. 3. ed. 6. reimp. São Paulo: Atlas, 2012, p.76-97.

foram importantes para a consolidação da Microbiologia e Imunologia. Esse aparato comporta 18 painéis informativos que utilizam recursos textuais, esquemas, objetos históricos, modelos em terceira dimensão, microscópios de luz etc., com o objetivo de abordar as principais descobertas relacionadas aos microrganismos, soros e vacinas, desde as primeiras observações daqueles (em meados do século XVII), até a atualidade (mais especificamente quando da inauguração do Museu, no início do século XXI).

Para a construção desta pesquisa foram identificados os aparatos da exposição relacionados à criação da primeira vacina. Além disso, foram realizadas consultas a documentos oficiais do Museu, sítios digitais, dissertações e artigos referentes à exposição com o intuito de compreender de que forma o assunto foi pensado e organizado no espaço expositivo.

A partir do referencial teórico construído para este trabalho, categorias de análise foram definidas a fim de identificarmos se algum dos enfoques da HFC estão presentes na exposição em relação à temática proposta. É importante destacar que as referências que serviram de apoio na parte geo-histórica foram fundamentais para compreender quais aspectos históricos, geográficos, socioculturais e científicos estão presentes ou ausentes nos aparatos analisados.

Assim, apresentamos as categorias de análise desta pesquisa:

Enfoque	Internalista	Externalista	Misto
Características	Existência de duas formas de variola: bovina e humana	Contextos histórico, geográfico, social, político e econômico da época	Apresenta questões apontadas por ambos os enfoques.
	Método Científico utilizado na época	Questionamentos em relação à criação da vacina	
	Técnicas disponíveis no período	Dificuldades encontradas no processo	
	Produção Científica	Problematização da validação científica	

Análise e Discussões

Dentre todos os aparatos analisados na exposição principal, obtivemos como resultado apenas o *Painel informativo 08: Como Matar os Micróbios? Vacinas Previnem Doenças Infecciosas*.

Na Figura 1 indicamos as partes do painel que contém o que procuramos:

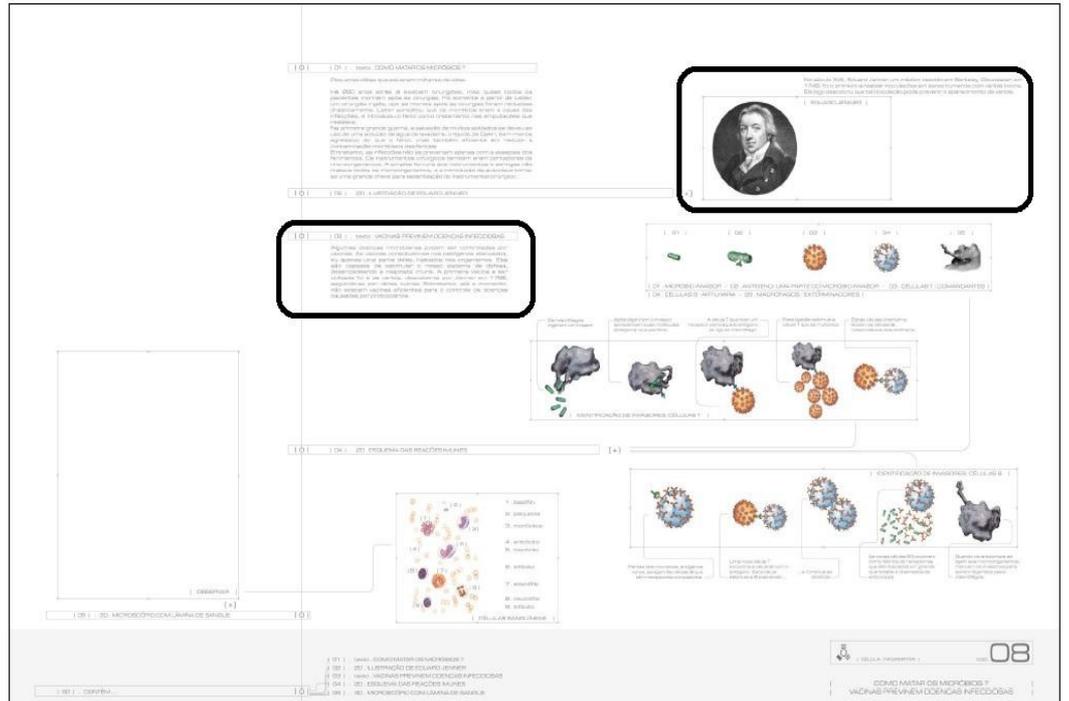


Figura 1: Painel Informativo 08 da mesa expositiva. Fonte: Arquivo oficial do MMB.

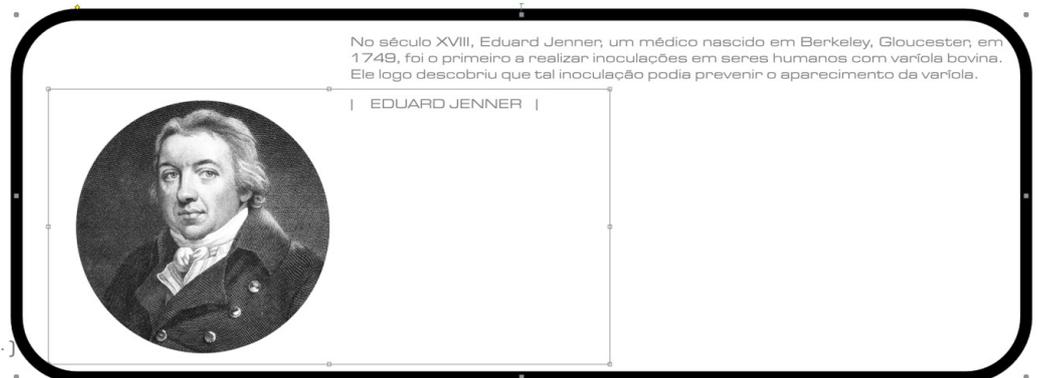


Figura 2: Destaque do painel 08 – Ilustração de Eduard (sic) Jenner.

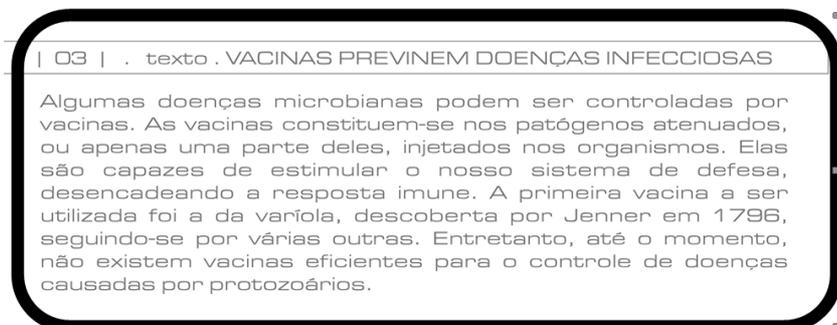


Figura 3: Destaque do painel 08 – Vacinas previnem doenças infecciosas.

A partir da leitura dos textos contidos no painel, é possível observar que ele traz de forma extremamente resumida questões relacionadas à criação da primeira vacina. Na Figura 2

temos todas as informações que precisamos saber para inferimos qual é o cunho do discurso expositivo adotado neste Museu referente à temática proposta e, a partir disso, discutirmos a qual abordagem da HFC no EC os conteúdos mais se aproximam.

Em relação à primeira frase contida na Figura 2, “No século XVIII, Eduard (sic) Jenner, um médico nascido em Berkeley, Gloucester (sic), em 1749, foi o primeiro a realizar inoculações em seres humanos com varíola bovina”, exprime o contexto histórico-geográfico de forma muito parca, somente expondo o século, o local e período, ou seja, não menciona questões sociais, políticas e econômicas que podem ter influenciado o personagem em questão a ter o mérito da “descoberta” e nem ao menos menciona o país em que isso foi realizado, pois, como mencionado na pesquisa geohistórica, esse é um fato extremamente significativo para analisar o contexto de desenvolvimento e validação da pesquisa realizada por Jenner. Portanto, podemos dizer que o conteúdo avaliado na exposição incorpora uma visão da História e da Geografia de forma tradicional e acrítica.

Além disso, ao dizer que Jenner “foi o primeiro a realizar inoculações em seres humanos com varíola bovina”, revela que os conceptores deste Museu se preocuparam em trazer apenas a história dos vencedores. Não procuraram contextualizar que a aplicação de varíola bovina para a prevenção do desenvolvimento de varíola humana se tratava de um conhecimento popular na época, um mito rural, portanto, era uma prática conhecida por muitas pessoas e que há registros de que um fazendeiro inglês realizou a técnica intencionalmente em sua família antes de Jenner. O texto poderia ser melhorado se indicasse que Jenner “foi o primeiro a realizar inoculações em seres humanos com varíola bovina” *de forma sistemática, com finalidade científica*. Sem contar que havia na época muitas pessoas à procura de um método eficaz para combater essa doença não só no Ocidente. Há registros de que tiveram vários casos bem-sucedidos no Império Otomano e na própria Inglaterra. Nesta, grande parte dos testes realizados foram por influência de uma escritora através de sua experiência naquele, e mesmo com vários casos de sucesso na Inglaterra, o método de inoculação não era bem visto devido a sua origem turca e por ser difundido por uma mulher. Mulher na qual influenciou a pesquisa de Jenner anos mais tarde. Ou seja, não foi contextualizado que a temática estava imersa num grande debate em voga neste período na região em que Jenner atuava.

Em contrapartida, podemos notar neste trecho do painel que é mencionada a existência da varíola bovina, o que pode fazer com que o/a visitante subentenda que exista também a varíola humana. Podemos mencionar também que o texto exprime que a técnica utilizada era a inserção de varíola bovina (posteriormente conhecida como vacinação), porém, não há menção ao método científico, bem como à produção científica. Por fim, não há questionamentos em relação à criação da vacina, nem às dificuldades encontradas no processo e na validação da pesquisa. Assim, a figura de Jenner é apresentada ao público como um gênio que descobriu a primeira vacina; que não teve nenhuma influência social, territorial e cultural existente no contexto em que ele vivia; e que não encontrou nenhum obstáculo no desenvolvimento e na produção dela.

Em relação ao segundo quadro destacado no painel, que tem seu conteúdo apresentado com detalhes na Figura 3, não é mencionado que Jenner desenvolveu a primeira vacina sem nenhum conhecimento de Microbiologia e muito menos de Imunologia, especialidades que surgiram muitos séculos depois da sistematização da vacina antivariólica realizada por ele. A forma como o texto foi escrito, bem como o contexto em que ele é apresentado em relação à principal temática do painel (mecanismos de defesa do corpo humano), dá a entender que na época em que viveu Jenner a ciência já tinha o conhecimento das técnicas de atenuação e do controle de microrganismos, bem como em relação aos mecanismos de defesa dos organismos, trazendo então uma visão anacrônica da história.

Em síntese, consideramos que o evento científico aqui investigado é retratado na exposição principal do MMB de forma bastante resumida e acrítica. Ao analisar de maneira profunda os textos destacados, podemos dizer que os conceptores do Museu incorporaram (de forma consciente ou não) uma visão internalista, contudo, não integral ou completa da HFC para didatizar as informações e formular o discurso expositivo em relação à temática proposta. Dessa forma, podemos dizer que, no que diz respeito à temática origem da vacina antivariólica, nesse painel foi adotado um discurso expositivo com uma visão tradicional de HFC no EC.

Considerações Finais

Ao iniciarmos a pesquisa sobre o discurso adotado em relação à criação da primeira vacina num Museu de Ciência denominado *Museu de Microbiologia – Micróbios e Vacinas*, imaginamos que iríamos encontrar muitas informações sobre essa temática e que essas não seriam de caráter enciclopédico, apresentadas de forma tradicional, mas que revelassem pelo menos um pouco da Natureza da Ciência (NDC), dos percursos tortuosos da ciência em relação à produção e validação científica. Era isso que tínhamos como hipótese que encontraríamos no discurso expositivo de um Museu de Ciência de origem contemporânea que se propõe a despertar a curiosidade científica principalmente nos/as visitantes jovens que recebe.

Por meio do arcabouço teórico proposto nesta pesquisa, embasado nos referenciais geohistória dos saberes e enfoques da HFC, entendemos que a visão internalista foi a única que apareceu no discurso expositivo do MMB relacionado à criação da vacina antivariólica em sua exposição de longa duração. Entretanto, esse discurso não abarcou todas as características dessa abordagem, pois não trouxe questões relacionadas ao método e à produção científica.

É importante ressaltar que na elaboração de uma exposição diversos fatores estão envolvidos como verba, tempo, espaço físico e até disputas entre os/as conceptores/as (ou a quem eles/as representam) sobre qual deve ser o discurso expositivo a ser apresentado para o público. É certo que a exposição do MMB passou por esses processos, e, dessa forma, as limitações identificadas a respeito da história da vacina antivariólica não se restringem apenas às questões

teóricas da HFC, embora fosse importante que os conceptores tivessem clareza de qual narrativa pretendiam apresentar ao público.

Ao longo dessa pesquisa acreditamos que a abordagem mista é aquela que tem maior potencial para promover uma postura mais crítica e curiosa em relação às ciências em geral, algo extremamente importante para o desenvolvimento humano, pois ajuda as pessoas a apropriarem-se desse campo de conhecimento para a vida, de forma a terem condições de se posicionarem diante das adversidades, assim como de proporem soluções para os problemas cotidianos. É por essas características que defendemos a importância do conhecimento e da difusão da HFC no EC, seja em ambientes formais ou não-formais, para que profissionais da educação e conceptores/as de exposições possam contribuir para uma formação mais crítica em relação à ciência.



DOSSIÊ – Desafios contemporâneos

O futuro entre o lazer e a alienação: a sociedade pós-industrial no livro *The year 2000*, de Herman Kahn e Anthony Wiener (1967)

Fabio Sapragnas Andrioni

Pós-Doc no IEA-USP, Prof. Dr. Em História Social, USP
fsandrioni@yahoo.com.br

Como citar este artigo: Andrioni, Fabio Sapragnas. “O futuro entre o lazer e a alienação: a sociedade pós-industrial no livro *The year 2000*, de Herman Kahn e Anthony Wiener (1967)”. *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº 7, pp. 16-30. 2019. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: Este artigo aborda o conceito de “sociedade pós-industrial” apresentado no livro *The year 2000*, lançado em 1967 e escrito por Herman Kahn e Anthony J. Wiener. Este conceito resulta da compreensão de história dos autores a partir da ideia de tendência múltipla. Esta tendência é uma relação de outras tendências, as quais vêm de séculos atrás, e sua extrapolação resulta em um desenvolvimento por estágios econômicos. Todavia, os autores não apresentam a sociedade pós-industrial de uma só maneira, mas a partir de várias possibilidades, algumas consideradas boas e outras, ruins. As diversas possibilidades abrangem questões culturais e sociais, construindo, enfim, uma teoria de desenvolvimento.

Palavras-chave: Futurologia, sociedade pós-industrial, teoria de desenvolvimento.

The future between leisure and alienation: postindustrial society in Herman Kahn and Anthony Wiener's book The Year 2000 (1967)

Abstract: This article is about the concept of “post-industrial society” presented by Herman Kahn and Anthony J. Wiener in the book *The Year 2000*, released in 1967. This concept results from Kahn and Wiener’s historical comprehension through the idea of multifold trend. This trend was a mutual relation of other trends that come from some centuries ago and the outcome of its extrapolation is a development by economical stages. However, the authors do not present the post-industrial society in only one way, but there are several possibilities, some of them are evaluated as good, others, as bad. The possibilities spread over cultural and social issues and, by the end, build a development theory.

Keywords: Futurology, post-industrial society, development theory.

Introdução

O livro *The year 2000: a framework for speculation on the next thirty-three years* foi lançado em 1967, nos Estados Unidos, e tinha, como autores, o advogado e cientista político, Anthony J. Wiener, e o famoso futurista e estrategista da guerra atômica, Herman Kahn.

The year 2000 foi produto não só do esforço dos dois autores, mas também do *think tank* criado por Herman Kahn, em 1961, em Nova Iorque, chamado *Hudson Institute*. Criado para ser uma consultoria para os meios militares, o Instituto acabou ampliando sua área de interesse e dedicou-se a estudos mais amplos, inclusive sobre o futuro. Ao especularem sobre o futuro, os membros do Hudson acabaram utilizando o passado para embasar suas previsões e seus planejamentos, visando, com isso, apresentar um estofo argumentativo para tentar convencer seus potenciais contratantes de que conheciam as possibilidades para o futuro e sabiam como se preparar para elas.

Em Kahn e Wiener, a explicação histórica e a especulação do futuro se assentam sobre a mesma base: a tendência múltipla. Ela se constitui como um processo histórico, pois é composta por várias tendências¹, algumas iniciadas há mais de mil anos. Todas foram decisivas para a constituição do Ocidente e ainda estariam presentes, influenciando inclusive as possibilidades futuras. O resultado mais direto e sem surpresas dessas tendências seria uma transição de estágio da história e, com isso, uma mudança profunda na organização social, a qual culminaria na sociedade pós-industrial².

O conceito e a ideia de uma sociedade pós-industrial foram baseadas no livro *The coming of the post-industrial society*, de Daniel Bell, e elas foram pensadas dentro do contexto do início do programa de estudos sobre o ano 2000 do *Hudson Institute*. Já com uma trajetória de pesquisas de consultoria para o governo dos EUA, principalmente na área militar, o Hudson já demonstrava interesse pelo ano 2000 desde 1962. Todavia, a questão só se tornou um tema de estudo organi-

¹ Ao longo dos livros de Kahn, desde “O ano 2000”, o número dessas tendências variou. No “O ano 2000” (1967), são treze, no *Things to come* (1972), quinze, no *The next 200 years* (1976), dezesseis, e, por fim, no *World Economic Development* (1979), quatorze.

² Sobre as tendências: KAHN, H.; WIENER, A.J. *The year 2000: a framework for speculation on the next thirty-three years*. S/l: Hudson Institute, 1967, p. 5-7, 24-25, 27; KAHN, H.; WIENER, A.J. *O ano 2000: uma estrutura para especulação sobre os próximos trinta e três anos*. São Paulo: Melhoramentos/USP, 1968, p. 32-35, 52-58; KAHN, Herman. *World economic development: 1979 and beyond*. Boulder: Westview, 1979, p. 10, 27-29; KAHN, Herman; BROWN, Willian; MARTEL, Leon. *Os próximos 200 anos: uma visão otimista do futuro*. Rio de Janeiro: Record, 1976, p. 212-219; KAHN, Herman; BROWN, Willian; MARTEL, Leon. *The next 200 years: a scenario for America and the world*. New York: Morrow, 1976, p. 181-187; KAHN, Herman; BRUCE-BRIGGS, B. *Things to come: thinking about the seventies and eighties*. New York: Macmillan, 1972, p. 7, 9.

zado dentro do Instituto quando houve o contato com a “Comissão para o ano 2000”, da *American Academy of Arts and Sciences*, liderada por Daniel Bell³. Grande parte dos relatórios apresentados por Kahn e pelo Instituto Hudson para a Comissão foram bem recebidos e acabaram compondo o livro *The Year 2000*, além de servir de base para a elaboração dos livros subsequentes. Portanto, apesar de aqui nos centrarmos no *The year 2000*, em alguns momentos referir-nos-emos a livros posteriores de Kahn, para complementar algumas noções que foram pouco explicadas ou desenvolvidas no primeiro livro.⁴

A sociedade pós-industrial como resultados de tendências históricas

Dentro da tendência múltipla, a tendência que deu início a outras tendências foi o crescimento demográfico, o qual, conforme Kahn e Wiener, iniciou-se entre os anos 8000 e 7500 a.C., com a Revolução Agrícola. A produção de alimentos propiciou o aumento do número de seres humanos e o surgimento das civilizações. Desde então, houve um crescimento cada vez maior da população, como uma taxa de aumento por milênio em torno de 80%, sendo que grande parte desse crescimento ocorreu a partir de 1500 d.C.⁵

A Revolução Agrícola e o crescimento populacional decorrente dela foram uma primeira fase de transição de um processo que seria mais longo, marcado, conforme categorização de Kahn, por três estágios e mais outro período curto de transição. Assim, antes da Revolução Agrícola, houve um primeiro estágio, caracterizado por ser pré-agrícola e primitivo, marcado pela caça, coleta de comida e organização tribal. Após a Revolução Agrícola houve um segundo estágio, marcado pela disseminação do ser humano pelo mundo, o qual durou até mais ou menos 1800 d.C. e caracterizou-se por ser agrícola, pré-industrial e civilizado. Em 1800 teria começado uma nova fase de transição, a qual, para Kahn, poderia durar até o ano de 2200. Esses quatrocentos anos fundariam a era civilizada e eclodiriam algo novo. Uma primeira fase dessa transição ocupou e ocuparia os anos de 1800 a 2000 e resultaria diretamente da Revolução Industrial, quando ocorreu e ocorreria a industrialização pelo mundo e, por isso, também pode ser rotulado como moderno ou tecnológico. Já os dois séculos após o ano 2000 seriam o último estágio,

³ HUDSON Institute., July 1968, p. 9; SMITH, Mark J., 1972, p. 13-14; KAHN, Herman. *Two year 2000 scenarios*. Hudson Institute, 09 de Jul de 1962, p. 1-3.

⁴ SMITH, Mark J., *A short history of Hudson Institute 1961-1972*. Croton-on-Hudson: Hudson Institute, 1972 (1 Aug) – HI-1718-P, p. 14-15; BRUCE-BRIGGS, B., *Supergenius: the mega-worlds of Herman Kahn*. Nova York: [s.n.], 2000, p. 287-288, 295; GHAMARI-TABRIZI, S. *The worlds of Herman Kahn: the intuitive science of thermonuclear war*. Cambridge: Harvard University, 2005, p. 79-80; BELL, Daniel. Report of the Commission on the Year 2000. *Records of the Academy (American Academy of Arts and Sciences)*, No. 1966/1967(1966 - 1967), p. 24; BELL, Daniel. Report of the Commission on the Year 2000. *Records of the Academy (American Academy of Arts and Sciences)*, No. 1969/1970(1969 - 1970), p. 38; BELL, Daniel. The Year 2000: The Trajectory of an Idea. *Daedalus*, Vol. 96, No. 3, Toward the Year 2000: Work in Progress (Summer, 1967), p. 639; BELL, Daniel. Commission on the Year 2000. *Bulletin of the American Academy of Arts and Sciences*. Vol. 19, No. 2 (Nov., 1965), p. 7-8; BELL, Daniel. Report of the Commission on the Year 2000, *Records of the Academy (American Academy of Arts and Sciences)*, No. 1965/1966 (1965 - 1966), p. 25.

⁵ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 59, 150-152; KAHN, H.; WIENER, A.J., 1968, p. 92-93.

quando, então, alcançar-se-ia um alto nível de riqueza econômica, universalizando as tendências já tradicionais, o que culminaria em uma ocidentalização do mundo.⁶

A sociedade pós-industrial provavelmente surgiria a partir dos últimos anos dos primeiros dois séculos da última fase de transição e o seu padrão é pensado essencialmente com bases em elementos estadunidenses, pois, Kahn acreditava que seria ali que ela se concretizaria pela primeira vez. Assim, para Kahn, o futuro da humanidade tinha grandes possibilidades de vencer a pobreza, a fome, as doenças, o analfabetismo e a grande carga de trabalho. Para Kahn, a maior força que poderia impedir esse avanço era uma guerra nuclear. No entanto, o tédio e a falta de desafios poderiam também ser fontes de problemas.⁷

Não é possível compreender o surgimento da sociedade pós-industrial desatrelado da crescente tendência de aumento da industrialização e da modernização. Apoiado em índices econômicos, Kahn e Wiener dividem as sociedades em cinco categorias que variam conforme a renda per capita:

1. Pré-industrial	50 a 200 dólares per capita
2. Parcialmente industrializada ou em transição	200 a 600 dólares per capita
3. Industrial	600 a +ou- 1500 dólares per capita
4. Consumo em massa ou industrial avançado	1500 a +ou- 4000 dólares per capita
5. Pós-industrial	+ de 4000 a +ou- 20000 dólares per capita ⁸

Para os autores, a condição mais comum durante toda a história foi a pré-industrial, já que caracterizou os dez últimos milênios, só sendo alterada entre os dois ou três últimos séculos, pela industrialização, a qual fez surgir sociedades totalmente industrializadas ou parcialmente industrializadas, estas últimas podendo chegar ao estágio industrializado, ou manter-se em um estágio intermediário. O estágio de consumo em massa era recente na época do livro, surgindo apenas após a II Guerra, inicialmente nos EUA⁹.

Os autores acreditavam que até o ano 2000, a sociedade pós-industrial já seria uma realidade em alguns poucos países, primeiramente, pela manutenção, até o novo milênio, das taxas de crescimento que se verificara 1952 e 1967, principalmente devido à busca pelo crescimento econômico que estava presente na maioria dos países. Por isso, esse fenômeno não se restringiria aos países capitalistas, mas atingiria todas as sociedades que focassem na economia,

⁶ KAHN, H., BROWN, W., MARTEL, L. *The next 200 years*. 1976, p. 23-24; KAHN, H., BROWN, W., MARTEL, L. *Os próximos 200 anos*, 1976, p. 44-45; KAHN, H., 1979, p. 7-8, 18-20, 27.

⁷ KAHN, H., 1979, p. 15-16; PANERO, Robert, 2 August 1972, p. 2-3.

⁸ KAHN, H.; WIENER, A.J, 1967, p. 58.

⁹ KAHN, H.; WIENER, A.J, 1967, p. 57-59; KAHN, H.; WIENER, A.J, 1968, p. 91-93.

como era o caso dos países socialistas. Portanto, a sociedade pós-industrial representaria uma quebra mais geral e global com a busca econômica como elemento principal e norteador das sociedades e dos indivíduos¹⁰.

Outra tendência importante para a concretização da sociedade pós-industrial, tal como compreendida e defendida por Kahn e Wiener, seria a do avanço tecnológico. Esta tendência, apesar de ser uma das causas dessa nova sociedade, continuaria após sua concretização, como uma de suas características, porém, agora, tendo que lidar com questões éticas essenciais para a humanidade.

A eletrônica, os computadores, o processamento de dados e a automação seriam, por exemplo, elementos característicos dessa nova sociedade e do momento histórico no qual ela se inseriria. Em algum sentido, toda essa tecnologia funcionaria como uma ampliação do poder humano sobre o ambiente, o que, invariavelmente, poderia causar mudanças ambientais, econômicas e sociais impactantes. Um exemplo pensado pelos autores era a capacidade dos computadores poder chegar a imitar ou mesmo superar a inteligência e a criatividade humanas, ou mesmo criar competências impossíveis para o homem. Um exemplo de avanço tecnológico nessa categoria seria a possibilidade da inteligência artificial ou conseguir replicar as faculdades emocionais humanas ou poder aprender por si mesma, conseguindo superar a própria compreensão de quem a programou. Para Kahn e Wiener, todavia, o mais provável é que o computador seria uma ferramenta importante tanto no âmbito privado, quanto no público. De qualquer forma, ambos afirmavam que, devido à importância que os computadores adquiririam para a realização de diversas tarefas no terço final do século XX, haveria o desenvolvimento de uma indústria de produção de computadores forte e presente¹¹.

Outra decorrência do avanço tecnológico, agora somado à industrialização, e que também foi posta como uma tendência histórica pelos autores, era o aumento da mecanização e da automação. Conforme Kahn e Wiener, a mecanização, resultado da reorganização e da especialização do trabalho, reafirmou essa nova configuração da atividade laboral, além de funcionar como um substituto e um aprimoramento da força dos homens e dos animais empregada na produção.¹²

A automação e a mecanização também poderiam ser fontes de problemas. Um dos efeitos nocivos possíveis seria a eliminação de algo em torno de dois milhões de empregos por ano. Todavia, a própria economia da sociedade pós-industrial geraria novas vagas de empregos. Assim, por mais que a automação fosse empregada também em setores fora da indústria, como

¹⁰ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 119-123, 127-128, 342-343.

¹¹ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 86-91; KAHN, H.; WIENER, A.J., 1968, p. 124-130; KAHN, H., BRUCE-BRIGGS, B., 1972, p. 16.

¹² KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 91-92.

os correios, ou o doméstico, o problema, conforme a conclusão dos autores em comparação com a década de 1960 nos EUA, não seriam os empregos eliminados pela automação, mas a incapacidade das políticas públicas abrirem novas vagas, mantendo, assim, a produtividade e a economia em crescimento, necessárias para a concretização da sociedade pós-industrial.¹³

Com essa forte presença das máquinas e computadores executando tarefas, o perfil profissional também seria alterado, com a automação, inclusive da atividade de professores, advogados e médicos, por exemplo. Algumas das profissões que, conforme os autores, se tornariam mais valorizadas seriam as de administrador, empresários, artesão e artistas, pois demandariam um tempo grande de treinamento. Por isso, grande parte desses profissionais adviriam das classes médias, principalmente superior.¹⁴

As pessoas continuaram vivendo em cidades, as quais tenderiam à formação de megalópoles, principalmente nos EUA, Inglaterra e Japão. Essa vida altamente urbana também colaboraria com a alteração do perfil do trabalho, pois aumentaria a importância dos setores terciário e quaternário em relação aos setores primário e secundário. O setor quaternário, entendido como o que presta serviços ao setor já prestador de serviço, concentrar-se-ia nos órgãos de governo e em empresas, o que as tornaria os principais empregadores da sociedade pós-industrial, assim como os principais promovedores de inovações. A diminuição de importância do setor primário ocorreria ainda pela menor dependência de matérias-primas caras ou de difícil acesso, o que também tornaria o território uma questão menor. Assim, os autores não acham absurdo que, no futuro, se pudesse alcançar algo próximo a uma sociedade onde todos os bens materiais são fornecidos, sem taxas, e as atividades econômicas se resumam aos serviços ofertados. De qualquer forma, com a preponderância do setor quaternário, seria ele que atrairia as pessoas mais criativas e inovadoras e, com isso, propiciaria as descobertas tecnológicas e científicas.¹⁵

Portanto, o avanço tecnológico seria um dos agentes principais de outra tendência: a rapidez das mudanças. Pelas mudanças serem cada vez mais rápidas, os autores não confiavam em poder especular sobre a situação tecnológica além da década de 1980. Porém, o desafio não seria somente para os futurólogos, mas também para as instituições e para a própria cultura em evitar ou mitigar a desumanização e a degradação ecológica que o avanço tecnológico poderia causar.¹⁶

¹³ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 92-94.

¹⁴ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 210-211.

¹⁵ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 61-63; KAHN, H., 1979, p. 13-14; KAHN, H., BRUCE-BRIGGS, B., 1972, p. 223-225.

¹⁶ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 16-117.

A sociedade pós-industrial entre o lazer e a alienação

O crescimento econômico somado ao desenvolvimento da automação e da industrialização permitiria, então, o aumento da produtividade por hora, fenômeno que os autores defendiam como um processo em marcha desde o fim da II Guerra. Em paralelo a isso, cairia a média de horas trabalhadas, as quais poderiam imediatamente ser convertidas em horas de lazer¹⁷. Portanto, na sociedade pós-industrial, as pessoas trabalhariam menos, sem enfrentarem, por isso, uma redução da renda, pois a automação manteria o aumento do produto nacional bruto. Um efeito direto desse novo perfil da sociedade poderia ser uma nova valoração das atividades de lazer e recreação, pois a aposentadoria seria conquistada mais cedo, em contraponto a uma expectativa de vida um pouco mais longa¹⁸. Porém, não seria só a expectativa de vida que agravaria a questão da aposentadoria, pois, através da possibilidade de substituir ou reimplantar membros perdidos, ou pelo transplante ou substituição de órgãos e tecidos, o envelhecimento e seus efeitos seriam contidos.¹⁹

Usando como base o conhecimento sobre estilos de vida do passado e do presente, assim como a análise da década de 1960, Kahn e Wiener especulam acerca das mudanças sociais e culturais que uma sociedade como a pós-industrial imprimiria no relacionamento da humanidade com o mundo e com a sociedade. No caso de um mundo pacificado – ou pelo menos sem uma ameaça que parecesse real e eminente – economicamente próspero, com desenvolvimento tecnológico constante e com um crescimento demográfico controlado, algumas mudanças que pareciam óbvias aos autores eram, além do já comentado aumento do lazer acompanhado de uma redução das pressões do trabalho: os avanços nas áreas de saúde que alterariam profundamente a cultura e os estilos de vida, a maior disponibilidade de bens, assim como de transporte e comunicação, e, por fim, a ausência de problemas vitais relacionados à economia ou à segurança nacional.²⁰

Uma possibilidade, portanto, era que o trabalho perdesse o valor que possui na sociedade industrial. Os autores acreditavam que somente 1/5 da população trabalharia mais horas que o normal para aquela sociedade. Os que trabalhariam o tempo normal seriam apenas metade da população ativa. E as motivações para isso seriam ainda de renda, mas também poderiam ser altruístas, já que seria a contribuição desses trabalhadores que sustentaria a produção nacional, permitindo que algo em torno de 20 a 30% da população trabalhasse esporadicamente, visando somente uma renda que pagasse suas atividades de lazer²¹. Este último tipo de atitude seria comum entre a classe média inferior, a qual trabalharia menos durante a semana e poderia, então,

¹⁷ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 123-127.

¹⁸ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 194-198.

¹⁹ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 105-109, 123-127, 194-198; KAHN, H.; WIENER, A.J., 1968, p. 169-174, 244-247; KAHN, H., BRUCE-BRIGGS, B., 1972, p. 225-226.

²⁰ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 193-194.

²¹ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 196.

se dedicar mais às atividades de lazer ou a ter outro emprego, para aumentar a renda e desfrutar de atividades mais caras.²²

Essa diminuição da importância do trabalho na vida das pessoas alteraria também a sua valorização. Os autores acreditam que alguns encarariam o trabalho como algo detestável, principalmente se conseguissem viver sem precisar trabalhar. Outros encarariam o trabalho como uma interrupção do lazer necessária para financiá-lo. Haveria, no entanto, os que ainda veriam no trabalho um meio de satisfação e realização, ou até como uma missão e a finalidade da vida.²³

Outra mudança esperada era a diminuição da importância dos negócios em prol de uma busca pela erudição, acompanhando as tendências de aumento do volume de informação e de rapidez da mudança, principalmente pelo desenvolvimento tecnológico, o qual demanda uma constante atualização do conhecimento²⁴. Portanto, uma mudança nos processos educacionais também ocorreria.

Conforme os autores, já existiria uma tendência longa de aumento da alfabetização e da educação, ambas necessárias para acompanhar a tendência de ritmo rápido de inovações e mudanças. Por isso, a escolaridade tenderia a crescer e esse processo daria as pessoas a chance de expressarem sua criatividade, exercerem suas vocações de forma recompensadora (inclusive economicamente) e, então, contribuir para a continuidade do crescimento econômico. Todavia, para os autores, a valorização da educação poderia conduzir a um intelectualismo sem compromisso, extremamente conceitual e pouco relacionado ao mundo concreto. Além disso, os indivíduos poderiam se agrupar conforme seus interesses e tornarem-se autorreferentes e “especializados” em si mesmos.²⁵

Essas possibilidades decorrentes do aumento da educação e do tempo dedicado ao lazer provavelmente se manifestariam em primeiro lugar na classe média superior e nos ricos. A classe média superior, por exemplo, apresentaria uma tendência a imitar o padrão de vida da aristocracia rural do século XIX, uma vez que investiria em educação, viagens, residências e entretenimento caros, atividades culturais e etiqueta. O interesse por pensamentos exóticos, principalmente ligado a partes de um misticismo oriental, também seria comum dentro desse segmento da sociedade. E, apesar de desfrutarem de mais horas de lazer, esse setor da classe média, assim como a classe média baixa, não se sentiriam ricos e, por isso, poderiam manter alguns dos valores voltados para a valorização do trabalho.²⁶

²² KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 206-207.

²³ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 207-209; KAHN, H.; WIENER, A.J., 1968, p. 260.

²⁴ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 187-188.

²⁵ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 63-64, 186-188, 198-199; KAHN, H.; WIENER, A.J., 1968, p. 234-237, 248-249; KAHN, H., BRUCE-BRIGGS, B., 1972, p. 13, 28, 80-81, 225-226.

²⁶ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 207-208.

Todavia, o tempo livre poderia também apresentar efeitos não tão benéficos. A falta de desafios sociais, econômicos e políticos, para os autores, poderia resultar em uma série de perfis individuais imaturos e individualistas, o que impactaria diretamente na sustentação dos ideais necessários para a nação, podendo interromper a tendência duradoura de ideais burgueses, nacionais, burocráticos, democráticos e meritocráticos. O resultado direto disso seria a perda do interesse pela política e pelo governo e o crescimento do egoísmo e do comportamento antissocial²⁷. Tal mudança implicaria em um baque forte em sustentáculos das sociedades estadunidense e ocidental e geraria, invariavelmente, novas maneiras de se interpretar e agir no mundo, o que poderia ser agravado conforme a tecnologia avançasse, desenvolvendo novas capacidades bélicas, ou rompendo com fronteiras espaciais e biológicas tradicionais e aparentemente intransponíveis. Tudo isso poderia causar reações de ressentimento, de isolamento, de desespero e de ansiedade.²⁸

Um resultado possível, explorado por Kahn e Wiener, é aquilo que os autores chamam de alienação pós-industrial. A alienação resultaria diretamente da riqueza e caracterizar-se-ia pela manifestação de valores materialistas e pela busca de prazer e de satisfação sensorial em detrimento dos valores dedicados ao trabalho e ao dever com o coletivo e com o público.²⁹

A alienação do indivíduo poderia ainda ser majorada pelo uso de drogas para evitar o contato com a realidade cotidiana mais incômoda ou mesmo pelo sentimento do indivíduo – normalmente jovem, conforme os autores – de que a sociedade não atende as suas necessidades. Um resultado possível e provável em reação a esse tipo de sentimento seria a formação de ou a filiação a movimentos ideológicos de cunho rebelde, principalmente contra os valores da sociedade industrial. Com isso, poderia existir também um aumento do crime e da delinquência, assim como várias reações neurológicas e psicológicas destrutivas de si e do convívio social, como suicídios e neuroses, por exemplo. As religiões tradicionais, frente a esse cenário, poderiam ou enfraquecer, ou serem reinterpretadas e ressignificadas.³⁰

A alienação na sociedade pós-industrial também poderia ter seu aspecto social, já que a prosperidade não estaria acessível a todos, pois muitos abandonariam uma vida voltada ao trabalho e à busca de renda, preferindo sobreviver por meio da assistência estatal. Esse contingente poderia não ser sentir partícipe da nova sociedade e, então, rumar para o alcoolismo, para o vício e para a marginalidade. Essas pessoas constituiriam, dessa forma, a porção social mais baixa, viveriam essencialmente nas cidades e constituiriam uma minoria, a qual, apesar de não conseguir controlar a política, teria alguma influência, principalmente por atrair a atenção e o apoio de parte dos intelectuais. Por outro lado, as classes médias que trabalhavam poderiam

²⁷ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 198-199.

²⁸ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 193-194, 198-199, 200-201, 211-213.

²⁹ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 200.

³⁰ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 201-202.

encarar os indivíduos que renunciaram ao trabalho como “parasitas” de sua produção e, como reação, oporem-se aos direitos civis e apoiar políticas conservadoras. Todavia, para Kahn e Wiener, existiriam alienados também entre os filhos da classe média alta, como resultado direto de famílias desmembradas e da falta de desafios. Seria ainda entre essa classe que poderia se manifestar uma romantização daqueles que vivem fora da sociedade, o que abarcaria tanto os pobres por opção, quanto algumas formas de criminalidade, acentuando ainda mais os comportamentos postos como alienados por Kahn e Wiener.³¹

Assim, uma das fontes de alienação seriam os jovens, com sua rebeldia e inconformismo. Isso poderia verter para comportamentos extremos e exagerados, principalmente nos ideários políticos, éticos e religiosos. A ausência de normas e padrões sociais claros, para os autores, poderia agravar os comportamentos adolescentes e culminar em movimentos de massa radicais contra valores como os de trabalho e de progresso.³²

A sociedade pós-industrial como uma mudança cultural

Para Kahn e Wiener, a sociedade pós-industrial, no âmbito cultural, refletiria uma mudança de âmbito histórico. Uma primeira mudança, a qual era também uma tendência componente da tendência múltipla, seria a secularização quase total da cultura, a qual seria seguida ou por uma retomada religiosa ou pelo crescimento do hedonismo e da busca pela satisfação dos sentidos. Os autores comparam essa possível situação futura com aquilo que entendiam como parte da história do Império Romano, quando várias religiosidades começaram a se manifestar e parte da sociedade e da intelectualidade romana não considerou os possíveis desdobramentos desses movimentos. Kahn e Wiener argumentam que o desdém sobre a irracionalidade e a emotividade de movimentos da década de 1960, como os *hippies* ou a Nova Esquerda, poderia apresentar efeitos semelhantes à eclosão do Cristianismo no Império Romano no que se refere a como uma nova forma de interpretar o mundo pode se impor.³³

Conforme Kahn e Wiener, movimentos de massa poderiam surgir como congregadores em torno dessas ideologias postas como irracionais. Uma forma de lidar com esses movimentos seria o controle social, por meio, por exemplo, do tratamento coercitivo para doenças mentais. Esses tratamentos poderiam visar tornar as pessoas mais ativas e dispostas ao trabalho. Por outro lado, o próprio avanço biomédico poderia também enfraquecer a espécie humana, se ela comesse a ser “manufaturada” pela genética, eliminando, assim, a sobrevivência do mais apto e

³¹ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 200-208.

³² KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 207-208, 341-342.

³³ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 190-191, 343-245.

substituindo-a pela adaptação de quem está vivo³⁴. Isso significaria a utilização de drogas para adaptar as pessoas ao ambiente em que deveriam atuar.³⁵

As drogas também poderiam ser usadas para o controle das pessoas, evitando com que elas se rebelassem. Isso daria ao governo uma tranquilidade para lidar com os problemas mais imediatos e sobre os quais teriam controle direto. As drogas e outras tecnologias de manipulação mental, como alucinações induzidas, por exemplo, também poderiam ser usadas – inclusive desde a infância – para criar um sentimento de coletivismo, principalmente se os comportamentos considerados alienados fossem categorizados como doenças ou distúrbios. Para Kahn e Wiener, talvez a única maneira de evitar esse tipo de cenário seria rejeitar a tecnologia.³⁶

Questões éticas também apareceriam, uma vez que os avanços médicos poderiam confundir a definição do que é o ser humano. Vidas poderiam ser mantidas a partir do uso de órgãos sintéticos ou pelo uso de máquinas e mecanismos para executar funções fisiológicas ou cerebrais. Tudo isso criaria desafios jurídicos para definir se alguém estava morto ou vivo. Outro problema seria o demográfico, tanto em excesso, quando em falta, o que poderia ser contornado novamente pela tecnologia biomédica. De qualquer forma, para os autores, todas essas questões afetariam a ação governamental, assim como a própria noção de civilização.³⁷

A manifestação de comportamentos considerados pelos autores como alienados poderiam ser acompanhados pelo aumento do consumo de drogas e remédios, inclusive para mudança de personalidade, o que demandaria uma reação médica, social e política para represar tais práticas, ou pelo uso de outras tecnologias biomédicas e de manipulação psicológica para realizar um trabalho de “higiene mental” que se contraporiria a esse de “mácula psicológica”³⁸. Todo esse avanço tecnológico só seria possível devido a pesquisas sobre o funcionamento do cérebro, as quais poderiam propiciar tanto o controle, quanto o abrandamento de problemas como a esquizofrenia, por exemplo. Porém, tais técnicas também poderiam ser usadas para forçar pessoas a confessarem o que fizeram. E, em um cenário mais extremo, a tecnologia biomédica poderia ser usada para a produção de cérebros com capacidades cognitivas e intelectuais inferiores e dedicados ao trabalho. Ou seja, uma série de questões éticas se imporiam à sociedade como decorrência da ciência e da tecnologia.³⁹

Todo esse conjunto de mudanças poderia culminar em uma perda de confiança da humanidade em si mesmo, fazendo com que ela só encontrasse conforto em religiões excêntricas, as quais buscariam trazer um novo sentido para o homem em relação ao seu sentido de existir e

³⁴ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 346-347.

³⁵ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 105-115, 351.

³⁶ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 348-351.

³⁷ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 114-115, 348-349.

³⁸ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 348-350.

³⁹ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 109-111.

seu papel no mundo, podendo inclusive se materializar em uma grande recusa ao mundo pós-industrial. Nesse sentido, alguns movimentos poderiam pender ao crime organizado, visando desarticular a sociedade, ainda mais se esses criminosos possuísem acesso a armas de destruição em massa. O ataque a computadores e redes eletrônicas governamentais também poderia se tornar uma tônica, acessando, dessa forma, os arsenais das nações.⁴⁰

De frente a essas possibilidades, os autores cogitam que a reação mais eficaz dos governos poderia ser uma vigilância rígida, a qual seria exercida também por meios tecnológicos que monitorariam conversas e imagens. Outros mecanismos, associados aos bancos, por exemplo, poderiam colaborar com esse controle da população.⁴¹

Todavia, para os autores, a maior ameaça dentro dessa questão do controle seria no caso da mudança do sistema político, com a deterioração da democracia e a ascensão de pequenos grupos ao poder, ou, em um caso mais extremo, se o controle saísse da mão dos homens e mulheres e fosse passado às máquinas, somadas a um sistema de uso de drogas para manter a população passiva.⁴²

Outra forma de controle seria aplicar a automação aos computadores, principalmente ao lidar com dados e informações. Assim, um grande sistema integrado de vigilância poderia fornecer informações sobre as práticas coletivas e individuais. Tal prática poderia ocasionar, em contrapartida, uma grande reflexão e a elaboração de doutrinas legais para normatizar esse tipo de espionagem. Portanto, também surgiriam novas formas de guardar os dados, a qual levaria a sociedade a um novo estilo de vida, já que seria rica em informações.⁴³

A sociedade pós-industrial representaria, portanto, uma grande transformação que refletiria inclusive nas bases culturais do ocidente, pois as tendências de industrialização, de modernização, de desenvolvimento científico e de ritmo da mudança, que derivaram das tendências da cultura cada vez mais materialista e científica e da ideologia burguesa, poderiam ser transformadas em alguns de seus aspectos elementos e reafirmadas em outros, principalmente nas características do empirismo, da secularização, do pragmatismo e do hedonismo. Porém, o avanço histórico dessa cultura materialista apresentaria, conforme os autores, características de cinismo, niilismo, de falta de sentido e de relativismo. Era justamente essa mudança que os autores acreditavam acontecer⁴⁴.

⁴⁰ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 347, 351-352.

⁴¹ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 347-348.

⁴² KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 351-352.

⁴³ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 91-105; KAHN, H.; WIENER, A.J., 1968, p. 130-138.

⁴⁴ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 40-44.

O passado para entender o futuro

Portanto, a sociedade pós-industrial, tal como delineada por Kahn e Wiener, apresentaria uma grande expansão econômica, a qual se daria através de técnicas modernas de administração e de produção. Porém, ao lado disso, haveria possíveis sentimentos de desumanização e de afirmação de que o indivíduo pode realizar o que acha correto, inclusive se isso for contra a comunidade⁴⁵. Assim, baseando-se em trabalho de comparação entre diferentes autores, como Sorokin⁴⁶, Quigley⁴⁷, Toynbee⁴⁸, Spengler⁴⁹, Boulding⁵⁰, Gibbon⁵¹, entre outros, os autores acreditavam na possibilidade de um ressurgimento religioso, o qual seguiria o estágio mais avançado de uma cultura materialista e hedonista. Essa manifestação religiosa poderia replicar algo já conhecido, ou ser uma mistura de alguma religiosidade já presente com questões e aspectos trazidos pelo avanço tecnológico ou com outras religiosidades, como poderia ser também, por fim, algo totalmente novo.⁵²

Esse novo momento da história seria marcado, ainda, pela derrocada dos valores burgueses, os quais os autores entendem como os de conquistas pessoais ou familiares, de parcimônia e cálculo financeiro e econômico, do sucesso profissional e nos negócios. Os valores democráticos também estariam em risco. Esses valores seriam uma espécie de contrato social estabelecido entre o povo e o governo eleito, o qual seria administrado de forma burocrática e meritocrática, permitindo, à sociedade, relativa mobilidade econômica e alguma noção de igualdade em relação às oportunidades. Outro valor ameaçado seria o nacionalismo, o qual ascendeu junto à burguesia. Todavia, para os autores, do seio dessa classe burguesa poderia nascer a contrariedade às características burguesas, como já ocorrera, para Kahn e Wiener, com o comunismo, o nazismo e o fascismo, que encontraram suas bases nas classes médias. Todavia, outra possibilidade aventada pelos autores é que o nacionalismo aparecesse renovado, agora como um sentimento em relação a blocos de nações.⁵³

⁴⁵ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 46.

⁴⁶ SOROKIN, Pitirim A. *Social and cultural dynamics*. New York/ Cincinnati/ Chicago/ Boston/ Atlanta/ Dallas/ San Francisco: America Book Company, 1937. v.2; SOROKIN, Pitirim A. *Social and cultural dynamics: a study of change in major systems of art, truth, ethics, law and social relationships* (abridged by Sorokin, P.A.). Boston: Extending Horizon/Porter Sargent, 1970; SOROKIN, Pitirim A. *Social philosophies of an age of crisis*. Boston: Beacon Press, 1950.

⁴⁷ QUIGLEY, Carrol. *A evolução das civilizações*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1963.

⁴⁸ TOYNBEE, Arnold. *A América e a revolução mundial*. Rio de Janeiro: Zahar, 1963; TOYNBEE, A.J. *A study of history* (Abridgement vol. I-VI, by D.C. Somervell). New York/ London: Oxford University Press, 1958. v.1; TOYNBEE, A.J. *A study of history* (Abridgement vol.VII-X, by D.C. Somervell). New York/ Oxford: Oxford University Press, 1987. v.2.

⁴⁹ SPENGLER, Oswald. *A decadência do Ocidente: esboço de uma morfologia da História Universal*. Rio de Janeiro: Zahar, 1964; SPENGLER, Oswald. *The decline of the West: form and actuality* (vol. 1). London: Allen & Unwin, 1918.

⁵⁰ BOULDING, Kenneth E. *O significado do século XX: a grande transição*. São Paulo/Rio de Janeiro/Lisboa: Fundo de Cultura, 1966.

⁵¹ GIBBON, Edward. *Declínio e queda do Império Romano*. (Edição abreviada). São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

⁵² KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 26-27, 40-41, 48.

⁵³ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 48-50.

O passado é uma importante referência para os autores construírem suas hipóteses sobre a mudança para o futuro, uma vez que acreditam que fenômenos semelhantes já ocorreram. Um exemplo usado pelos autores para a comparação é o Império Romano em relação ao mundo pré-clássico. Na construção história de Kahn e Wiener, os duzentos anos iniciais do Império Romano foram de prosperidade e paz. Porém, foi nesses dois séculos que sentimentos de ansiedade e apreensão começaram a surgir, assim como houve uma perda da “fibra moral” dos romanos pela falta de desafios. Isso fez com que, por exemplo, aumentasse o número de feriados em um período de quase um século, da ascensão de Augustos ao poder, entre 30 e 27 a.C., quando havia 76 feriados, para 176, em 68 d.C., quando da morte de Nero. Tal fato levava os autores a especularem que, na sociedade pós-industrial, caso a produtividade crescesse, dificilmente seus produtos seriam aplicados para aumentar ainda mais a produtividade, mas sim para o aumento das possibilidades de lazer. Tal mudança afetaria, então, a própria concepção de mundo e o relacionamento com a sociedade.⁵⁴

Portanto, poderiam surgir comportamentos e ideologias próximas a dos estóicos e epicuristas, ou seja, contrárias às guerras e de rejeição às ambições e às pretensões mundanas, tendendo a um escapismo. Concepções como a de que a virtude deve ser o caminho e o fim da existência e que uma lei natural direciona a humanidade e faz com que todos os homens sejam iguais. Poderia também haver uma renúncia à vida pública e ao poder como impeditivos do prazer, o qual só poderia ser atingido pelos sentidos e, por isso, a busca do prazer deveria ser o objetivo da vida. Poderia também existir o indivíduo consciente dos seus deveres, que se dedica ao trabalho e possui um senso público. Assim como também haveria o *hippie*, que buscaria expandir sua consciência por diversos meios e defenderia, em alguns casos, o ideal hedonista. Poderia se manifestar também o *gentleman*, como aquele que busca o autodesenvolvimento e a aprovação da sociedade por meio de habilidades que ela valorize, ou o humanista, que buscaria se aprimorar para concretizar certos ideais universais.⁵⁵

A sociedade pós-industrial como uma teoria de desenvolvimento

A proposta de Kahn e Wiener é, como vimos, uma interpretação e uma organização da história em estágios, que são em dois níveis. Há os três estágios históricos e há os cinco estágios sócio-econômicos, os quais servem como categorias para dividir as nações. Estes cinco estágios são globais, uma vez que se aplicam a todas as nações do mundo, e são construídos conforme critérios econômicos e sociais. As nações consideradas mais avançadas são as ricas e que apresentam um nível social mais alto. Elas contrastam com as nações atrasadas economicamente e socialmente. Todas essas características são próprias de uma teoria do desenvolvimento. As

⁵⁴ KAHN, H., WIENER, A.J., 1967, p. 189-190.

⁵⁵ KAHN, H.; WIENER, A.J., 1967, p. 190-191.

teorias de desenvolvimento, ao construir tais entendimentos do mundo, buscavam também delinear caminhos possíveis para o desenvolvimento, o que normalmente abarcava algum nível de cooperação internacional para findar com a pobreza no mundo. Nesse sentido, várias agências internacionais surgiram buscando uma solução para o problema do desenvolvimento, assim como foram formados centros de pesquisa voltados a elaborar maneiras e meios de se alcançar o desenvolvimento. É dentro desse contexto, então, que podemos entender a proposta da sociedade pós-industrial de Kahn e do *Hudson Institute*.⁵⁶

O Instituto elaborou diversos estudos, como os sobre o ano 2000, visando vendê-los, não somente ao governo estadunidense, seu contratante tradicional, mas também para empresas multinacionais e para outros países⁵⁷. Portanto, ao formular um futuro como o pós-industrial, ao ligá-lo a um processo histórico longo e ao apontar suas benesses e seus possíveis malefícios no futuro, Kahn e seu Instituto apresentavam uma especulação sobre o futuro que tentavam mostrá-lo como verossímil, principalmente ao aproximá-lo do passado e do presente.

Ao dotarem essa possibilidade de futuro de verossimilhança, tornavam os problemas dela quase reais, pois, a aproximação desses problemas com o passado e, principalmente, com o presente, ressaltava certas características do momento como ou positivas, ou problemáticas. Ao realizar todo esse processo de diagnóstico, Kahn e o Hudson também se mostravam como a solução, pois, não só apontavam os problemas, como indicavam caminhos para resolvê-los, assim como os caminhos para usufruir das melhores qualidades da sociedade que apontavam para o futuro. Portanto, Kahn tentava ensinar como se precaver, no presente, contra problemas que não existiam, tal como postulados, pois eram do tempo futuro, não presente. Era, assim, a arte da manipulação do presente pelo futuro, qualidade, esta, das teorias de desenvolvimento, as quais justificavam a existência do presente por um passado normalmente organizado de forma faseológica – como ocorre no *The year 2000* – e apontam uma mudança futura, a qual normalmente é um rompimento com o presente e o passado e constitui, com isso, uma possibilidade nova e melhor para o futuro.

⁵⁶ COOPER, Frederick; PACKARD, Randall. *International development and the social sciences: essays on the history and politics of knowledge*. Berkeley/Los Angeles: University of California Press, 1997, p. 1-2; RIST, G. *The history of development*. London/New York: Zed Book, 2008, p. 13.

⁵⁷ Para mais detalhes sobre como ocorreu essa atuação de Kahn e seu Instituto entre as empresas e outras nações, Cf. Capítulos III, IV e V de ANDRIONI, Fabio S. *Quando a história também é futuro: as concepções de tempo passado, de futuro e do Brasil em Herman Kahn e no Hudson Institute (1847-1979)*. (Tese de Doutorado). São Paulo: 2014, p. 219-223) e o livro de Bruce-Briggs, *Supergenius*, já citado aqui anteriormente.



DOSSIÊ – Desafios contemporâneos

Conhecimento científico: a Bibliografia como elemento de interação entre a Ciência da Informação (Paul Otlet) e a História da Ciência (George Sarton).

Marcia Rosetto

Profa. Dra. em História da Ciência, PUC-SP
mrosetto@alumni.usp.br

Como citar este artigo: Rosetto, Marcia. “Conhecimento científico: a Bibliografia como elemento de interação entre a Ciência da Informação (Paul Otlet) e a História da Ciência (George Sarton)”. *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº 7, pp. 31-44. 2019. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: O papel da informação e do conhecimento para as pessoas e as organizações pode ser analisada pelo menos em duas dimensões – filosófica e tecnológica –, e faz parte das transformações sociais e desempenhando um papel central na sociedade. Para a ciência, tanto a informação como o conhecimento, devem ter suas origens documentadas sendo que o fluxo da informação científica é determinado pelos padrões adotados e na forma de sua mediação e comunicação. Na área de História da Ciência (HC) o documento é um dos principais recursos para o desenvolvimento de pesquisas, incluindo os processos que permitem o acesso ao documento nas coleções/repositórios, assim como as classificações, terminologias e as formas de comunicação e divulgação desses conteúdos. Os estudos historiográficos na área da Ciência da Informação (CI) sobre “documento e informação” remetem aos projetos promovidos por Paul Otlet e Henry La Fontaine, que consolidaram bibliografias, repertórios e teorias e processos para a organização e acesso à massa documental, e são considerados como uma das raízes da CI. Para a área da HC, os estudos e projetos organizados por George Sarton o identificam como um dos principais articuladores para a institucionalização da área e sendo responsável pela criação da revista *Isis* e a *Bibliographie Analytique des Publications Relatives à l’Histoire de la Science*, entre outros tipos de documentos. Durante a realização da pesquisa no âmbito do Programa de Pós-Graduandos em História da Ciência da PUC/SP, com o uso de múltiplas fontes, foram identificados fatores das possíveis inter-relações entre essas duas áreas que tem características interdisciplinares.

Palavras-chave: História da Ciência, Ciência da Informação, George Sarton, Paul Otlet, documento, bibliografia.

Scientific knowledge: Bibliography as an element of interaction between Information Science (Paul Otlet) and History of Science (George Sarton)

Abstract: The role of information and knowledge for people and organizations can be analyzed in at least two dimensions - philosophical and technological - and is part of social transformations and playing a central role in society. For science, both information and knowledge must have their origins documented, and the flow of scientific information is determined by the patterns adopted and in the form of their mediation and communication. In the area of History of Science (HC), the document is one of the main resources for the development of research, including the processes that allow access to the document in the collections / repositories, as well as the classifications, terminologies and forms of communication and dissemination of these content. The historiographic studies in the area of Information Science (CI) on "document and information" refer to the projects promoted by Paul Otlet and Henry La Fontaine, who consolidated bibliographies, repertoires and theories and processes for the organization and access to the documentary mass, and are considered as one of the roots of CI. For the HC area, the studies and projects organized by George Sarton identify him as one of the main articulators for the institutionalization of the area and responsible for the creation of *Isis* magazine and the *Bibliographie Analytique des Publications Relatives à l'Histoire de la Science*, entre other types of documents. During the research conducted under the Graduate Program in History of Science of PUC / SP, using multiple sources, we identified factors of possible interrelations between these two areas that have interdisciplinary characteristics.

Keywords: History of Science, Information Science, George Sarton, Paul Otlet, Document, Bibliography.

Apresentação

Este artigo apresenta os resultados obtidos e relacionados à uma das fases da pesquisa realizada junto ao Programa de Pós-Graduação em História da Ciência, área de concentração "História, Ciência e Cultura" da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP), que teve como objetivo principal a identificação de quais seriam os fatores de possíveis interrelações

entre a Ciência da Informação (CI) e a História da Ciência (HC),¹ tendo como foco principal a Competência Científica (CoCient)² e sua relação com a Competência em Informação (CoInfo)³.

Para a realização da pesquisa foi utilizado como ambiência o Centro Simão Mathias de Estudos em História da Ciência (CESIMA)⁴, por ser um espaço de reflexão e contextualização das Ciências Exatas e Naturais, e de estabelecer interface com as múltiplas áreas do conhecimento, incluindo as Ciências Humanas.

I. Introdução

O papel da informação e do conhecimento para as pessoas e as organizações têm evoluído a partir do século XX pelo menos em duas dimensões – filosófica e tecnológica –, tornando-se parte fundamental das grandes transformações sociais. O conceito de informação, no sentido de conhecimento comunicado, desempenha papel central na sociedade contemporânea e é condição básica para o desenvolvimento social e econômico juntamente com o capital, o

¹ Destaque de algumas disciplinas promovidas pelo programa de pós-graduação em HC pela PUC/SP na época da pesquisa: 1- Metodologia da Pesquisa em História da Ciência: Análise de fontes primárias e secundárias; Instrumentos de busca; Recursos para pesquisa em História da Ciência; Localização de material; Normas para elaboração de trabalhos em História da Ciência; Diálogos entre fontes primárias e secundárias e suas relações com as abordagens historiográficas. 2- Análise de Texto Científico - estudos de textos científicos históricos e historiográficos sobre a ciência: Análise de terminologia, conceituação, metodologia, argumentação, fundamentação, formas de abordagem; Avaliação de textos científicos históricos sob o ponto de vista de seu contexto; Confrontação dos textos secundários com outros textos e com as fontes primárias; Avaliação dos textos meta-científicos.

² Em estudos realizados por pesquisadores, o desenvolvimento de uma fluência científica (Competência Científica), se faz presente em todas as etapas da pesquisa, sendo compreendida como o domínio de conteúdos, de métodos, das técnicas, das várias ciências, e das habilidades específicas de cada área de formação e de cada forma de saber e de cultura, incluindo nesse conjunto a Competência em Informação (BELLUZZO, R. C.B. A information literacy como competência necessária à fluência científica e tecnológica na sociedade da informação: uma questão de educação. In: *VIII Simpósio de Engenharia de Produção – SIMEP*, Bauru, SP, 2001) Embora não exista até o presente momento uma conceituação de forma consensual, pode-se entender a Competência Científica como a compreensão sobre ciência, o domínio e uso de conhecimentos científicos, e seus desdobramentos e aplicações em diferentes esferas da sociedade. Estudos realizados nessa área tratam sobre as origens do conhecimento científico e como é utilizado e destacado, incluindo a comunicação científica (LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84, no. 1, p.71-84, 2000)

³ A expressão Competência em Informação (CoInfo) deriva de *Information Literacy* adotado em pesquisa realizada por Paul G. Zurkowski em 1974 quando identificou a necessidade de se estabelecer um programa nacional nos Estados Unidos com o propósito de promover a competência para o acesso universal à informação (ZURKOWSKI, P. *The information service environment: relationships and priorities*, 1974. (Relatório apresentado à Comissão Nacional de Biblioteconomia e Ciência da Informação Americana). Atualmente é traduzido para o português de diversos modos, tais como: alfabetização informacional, competência informacional, competência em informação, letramento informacional entre outros. Em estudo realizado por Horton Júnior (2014/2015) sobre essas terminologias foi identificado que para o português do Brasil a expressão a ser adotada é “Competência em Informação”. Dessa forma, esse termo foi utilizado para a pesquisa e que já vinha sendo adotado pelas autoras em outros estudos realizados (HORTON, G. George Sarton, his *Isis*, and the aftermath. *Isis*, 100, n. 1, p.79-88, 2009).

⁴ Simão Mathias (1908-1991) foi Professor do Instituto de Química da USP, e em 1974 inicia o Grupo de História da Ciência no Departamento de História da USP, sendo também fundador da Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC).

trabalho e a matéria-prima, e os documentos, em diversificados formatos e suportes, tornaram-se os meios de perpetuação das informações referentes às ideias e sentimentos da humanidade, e fontes essenciais para a realização de estudos e pesquisas. Na área da História da Ciência (HC) o documento é considerado um dos principais recursos para o desenvolvimento de pesquisas, incluindo os processos organizacionais que permitem o acesso ao documento nas coleções/repositórios, aos textos raros e antigos, assim como as classificações, terminologias e as formas de comunicação e divulgação desses conteúdos.

Dentre as muitas facetas consideradas importantes na esfera da ciência,⁵ encontra-se a *classificação da ciência*, ou do conhecimento, sendo tema de análise desde os tempos mais remotos e tratada de inúmeras formas e com a organização de modelos ou esquemas que propiciam a classificação e acesso.⁶ Outros aspectos também destacado como relevante por Robert K. Merton (1985),⁷ é a esfera da *universalidade e comunicabilidade* da ciência e o reconhecimento social dos cientistas; os estudos realizados por esse autor vão fundamentar posteriormente atividades empreendidas por pesquisadores como Diane Crane sobre os colégios invisíveis,⁸ e William Garvey e Belver C. Price, que vão organizar parâmetros de quantificação da ciência (índice de citações)

⁵ Embora não exista a compreensão universalizada sobre o que é ciência, ela pode ser identificada pelos aspectos de representação que se faz do mundo, em qualquer tipo de civilização ou grupo humano a partir da ciência moderna. Essa representação adotada pela civilização ocidental e a designação de construção do conhecimento, com o uso de métodos de descrição (tecnologias intelectuais) (AMERICAN Association for the Advancement of Science. *Ciência: conocimiento para todos*. Washington, D.C., 1990. Disponível em <http://www.project2061.org/publications/> (Acessado em 05 de maio de 2019). A ciência também pode ser relacionada à designação geral de seus procedimentos, e à soma ou conjunto de conhecimentos sobre os variados objetos, ou de práticas sistematizadas advindas de observações e experiências desenvolvidas para comprovar, melhorar e modificar fases que se sucedem a todo tempo e fazem parte de sua essência. Numa situação mais específica, refere-se a um sistema organizado de conhecimentos por meio de uma hierarquização, organização e síntese desses conhecimentos obtidos (MEDAWAR, P. B. *Os limites da ciência*. São Paulo: Editora UNESP, 2008, p.13-80).

⁶ SAN SEGUNDO MANUEL, R. *Sistemas de organización del conocimiento: la organización del conocimiento en las bibliotecas españolas*. Madrid: Universidad Carlos III. Boletín Oficial del Estado, 1996.

⁷ Robert K. Merton realizou seus estudos com enfoque que considerava a ciência como uma instituição social e com um *ethos* característico e que poderia ser submetido a análise funcional. Merton inicia esses estudos na década de 1930 quando estava na pós-graduação em Harvard; nesse período participa de atividades na área da História da Ciência com George Sarton, que mantinha um “*Workshop*” nas dependências da Biblioteca *Widener* em Harvard onde possuía um escritório como base de suas atividades. A partir de 1935, Merton publica artigos na revista *Isis*, editada por Sarton desde 1913. (MERTON, R.K. *La sociología de la ciencia, 1: investigaciones teóricas y empíricas*. 2.ed. Madrid: Alianza Editorial, 1985, p.12-38).

⁸ Colégio invisível é um grupo de cientistas que atua num mesmo campo de estudo e que se comunicam entre si, e monitoram as rápidas mudanças de estrutura do conhecimento em seu campo de pesquisa (CRANE, D. *Invisible colleges: diffusion of knowledge in scientific communities*. Chicago: The University of Chicago Press, 1972, p.1-40) De acordo com Wagner (2008), o colégio invisível já se fazia presente no século XVII e é expressada por Robert Boyle, em correspondência, quando se refere às interações de seu grupo de estudiosos da natureza e conhecidos como “*virtuosi*” (WAGNER, C. S. *The new invisible college: science for development*. Washington: Brookings Institution Press, 2008, p.18-21).

em nível mundial, e que tinha por objetivo rastrear os intercâmbios entre comunidades científicas e a influência dos documentos científicos ao longo do tempo. Essas atividades vão propiciar o desenvolvimento de conhecimentos sobre os diferentes países, áreas de conhecimento, tipos de instituições e períodos históricos, e subsidiar estudos realizados pela História da Ciência como um campo de pesquisa que tem como propósito conhecer as diversas formas e contextos em que as atividades, consideradas como científicas, se desenvolveram em diferentes épocas e países⁹.

Os estudos historiográficos sobre “documento e informação” remetem ao desenvolvimento de metodologias de tratamento e disseminação promovidas por Paul Otlet e Henry La Fontaine a partir do final do Século XIX e primeiras décadas do Século XX. A elaboração dessas concepções deu origem a um novo marco teórico-metodológico, estabelecendo que o saber científico se apresenta como elemento fundamental para o bem estar social Rayward (1991).¹⁰ Considerado como um dos principais biógrafos de Paul Otlet, Rayward detalha que as atividades realizadas por ele e por outros pesquisadores que compartilhavam os mesmos objetivos foi a época em que se deu a construção de um conjunto de novas formas de olhar e falar sobre o mundo do conhecimento, livros, bibliotecas, e da infraestrutura social onde estava inserido.

Nesse mesmo período em que estavam sendo consolidadas teorias e processos para a organização e acesso à massa documental gerada pela ciência, publicações e bibliografias na área da História da Ciência também eram iniciadas por George Sarton. Considerado como um dos principais articuladores para a institucionalização da área, tanto na esfera da pesquisa como do ensino, a partir de 1913 Sarton cria a revista *Isis* onde publica o primeiro fascículo contemplando, além de artigos científicos, a *Bibliographie Analytique des Publications Relatives à l'Histoire de la Science*, e inicia um intercâmbio de informações e documentos com o intuito de introduzir a História da Ciência nas atividades realizadas pelo *Répertoire Bibliographique Universel* (RBU) desenvolvido por Otlet e La Fontaine, estabelecendo um canal de comunicação amplo e profícuo (WELDON, 2009)¹¹.

A informação, os documentos e os meios de comunicação têm sido objetos de estudos por várias áreas, em especial pela Ciência da Informação (CI) e História da Ciência (HC), e isso pode ser verificado durante a realização da pesquisa através de múltiplas fontes identificadas,

⁹ STORER, N. W. Introduccion. In: *La sociologia de la ciencia, 1: investigaciones teóricas y empíricas*. Madrid: Alianza Editorial, 1985, p. 13-38.

¹⁰ RAYWARD, W. B. The case of Paul Otlet, pioneer of information science, internationalist, visionary: reflections on biography. *Journal of Librarianship and Information Science*, 23, p.135-145, 1991.

¹¹ WELDON, S. The *Isis* bibliography from its origins to the present days: one hundred years of evolution of a classification system. *Circumscribere – International Journal for the History of Science*, 6, 2009. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/circumhc/issue/view/157> (Acessado em 20 de maio de 2019)

destacando-se os fatores das possíveis inter-relações entre essas duas áreas que tem características interdisciplinares. Enquanto a CI está conectada desde sua origem à uma dupla raiz, Documentação/Bibliografia introduzida por Paul Otlet, que seria o registro do conhecimento científico e a memória intelectual da civilização, e à questão da Recuperação da Informação, que teria como foco as tecnologias da informação de origem americana, a HC tem como matriz geradora a organização de bibliografias elaboradas por George Sarton, contemplando fontes de caráter mais geral, filosofia da ciência, e as ciências propriamente ditas tornando-se a base para a consolidação da área como instrumentos essenciais de pesquisa e ensino.

II. Ciência da Informação e História da Ciência: possíveis enlaces e dimensões

A massa documental gerada pela ciência constitui objeto de investigação de várias áreas como a História da Ciência (HC) por meio de abordagens históricas, filosóficas e sociológicas, e pela Ciência da Informação (CI) cujos estudos englobam a tipologia de suportes, suas características, descrições, organização, recuperação e uso, tecnologias, entre outros aspectos. Dentre as etapas delineadas para a pesquisa foi realizada a análise quanto ao estado da arte da HC e CI na contemporaneidade para identificar as possíveis interfaces e suas intersecções com foco na construção de um referencial teórico, e objetivando a construção de novas possibilidades de inter-relação. Nesse cenário, a interdisciplinaridade é a base para a análise, a partir de eixos diferenciados, enfatizando as possíveis relações entre disciplinas, sujeitos e ações decorrentes dessas aproximações (COIMBRA, 2000)¹². Conforme Kunsch (1999, p.4-35)¹³, a interdisciplinaridade nem sempre é facilmente entendida pois se pressupõe a integração/interação com uma ou mais disciplinas e é resultante de um processo intencional e planejado, proporcionando as condições de se colocar em prática a construção de interações interdisciplinares com o intuito de produzir novos conhecimentos, estabelecer ligações entre as ramificações da ciência, a compreensão entre diferentes perspectivas disciplinares, restabelecer conexões de comunicação entre os discursos disciplinares, entre outros aspectos.

Segundo Alfonso-Goldfarb (2003)¹⁴, é a partir dos anos 1960 que se estabelecem as primeiras áreas interdisciplinares e com a definição sobre o que vinha a ser um campo científico, e as marcas desses debates vão estar presentes nos currículos das últimas décadas. Para a autora a História da Ciência (HC) tem como foco de análise as possíveis relações entre as disciplinas

¹² COIMBRA, J. de Á. A. Considerações sobre a interdisciplinaridade. In: *Interdisciplinaridade em ciências ambientais*. São Paulo: Signus Editora, 2000, p.54-70

¹³ KUNSCH, M.M.C. A interdisciplinaridade na pesquisa e na formação profissional de comunicação: aspectos da realidade brasileira. In: *A interdisciplinaridade na comunicação (pesquisa e formação profissional)*. Suzano: Edições abreOlho, 1999, p.24-55.

¹⁴ ALFONSO-GOLDFARB, A. M. Como se daria a construção de áreas interface do saber? *Revista Kairós*, 6, no.1, 2003, p.55-66.

com o propósito de elucidar como se realiza a construção do conhecimento gerado no passado, com base em documentos e suas fontes. Já na esfera da Ciência da Informação (CI), conforme Pinheiro (1999)¹⁵, a questão da interdisciplinaridade estaria conectada desde sua origem, e tendo por objeto de estudo as propriedades, o fluxo e os meios de comunicação da informação, destacando-se como base os documentos e fontes de informação. Em mapeamento realizado por Pinheiro; Loureiro (1995)¹⁶ na área da CI foram identificadas doze disciplinas dentre elas a História da Ciência. De acordo com Garfield (1986)¹⁷, a inter-relação da CI com a HC se daria também através da construção de 'historiográficos' que destacariam os acontecimentos científicos e sua cronologia, evidenciando também a importância das atividades e pesquisas realizadas pela CI como instrumento de estudos e pesquisas para a HC.

Considerando esse cenário, onde a especificidade de casos e documentos traça as relações destes com o contexto mais amplo, tanto para a HC como para a CI a realização de estudos e pesquisa vão utilizar elementos de: Filologia, Arqueologia, Semiótica, Antropologia, História da Cultura, Arte e Ofícios, História do Livro, História do Documento, entre outros aspectos, como parte da abordagem e como resultado vão propiciar campos originais de pesquisa com vida própria e em constante comunicação entre as áreas que emprestam seus conhecimentos.

III. Documentos e a mediação da informação

Desde suas origens até os tempos atuais a massa documental gerada pela ciência moderna se constitui em objeto de investigação por diversas áreas tais como a Teoria do Conhecimento, a Filosofia da Ciência, a Epistemologia lógica e histórica, e também pela História da Ciência e Ciência da Informação. Para a história, segundo Le Goff (2003)¹⁸, há dois tipos de materiais considerados como produtos da memória coletiva construída pelas sociedades e que podem subsidiar pesquisas na área: os monumentos e os documentos. Estes materiais se apresentam como herança do passado, no caso os monumentos, e uma escolha do historiador, no caso os documentos. A palavra documento transformou-se ao longo dos anos até alcançar o significado de prova, amplamente usado no vocabulário legislativo e, a partir do século XVII já se difundia na linguagem jurídica francesa com a expressão *Titres et Documents*. Com o sentido moderno de "testemunho histórico", dataria a partir do início do século XIX, e as informações

¹⁵ PINHEIRO, L.V.R. Campo interdisciplinar da ciência da informação: fronteiras remotas e recentes. In: *Ciência da Informação, ciências sociais e interdisciplinaridade*. Brasília: IBICT/DEP/DDI, 1999, p.155-182.

¹⁶ PINHEIRO, L. V.R.; LOUREIRO, J. M.M. L. Traçados e limites da ciência da informação. *Ciência da informação*, 24, no. 1, p. 42-53,1995.

¹⁷GARFIELD, E. Historiográficos, biblioteconomia e a história da ciência. In: *Bibliometria: teoria e prática*. São Paulo: Cultrix; Editora da Universidade de São Paulo, 1986, p.113-135.

¹⁸ LE GOFF, J. *História e memória*. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003.

sobre o passado são a base de pesquisas e podem estar em diferentes tipos de documentos (FROSSARD, 2000) ¹⁹.

Paralelamente à publicação de livros, periódicos, entre outras tipologias de documentos, catálogos e índices foram sendo concebidos ao longo dos séculos para propiciar as condições de divulgação e organização e que vão ser utilizados pelas livrarias e bibliotecas. A multiplicação significativa da produção bibliográfica influenciou na constituição de bibliografias e catálogos bibliográficos, e desde sua origem pautou-se pelo seu caráter instrumental e como método de organização da informação, tendo por um período longo a função de disponibilizar dados e servir como roteiro para o acesso aos originais e informações sobre autores, editores, livreiros, tipógrafos, impressores e outros agentes da cadeia produtiva do livro ²⁰. Segundo Serrai (2001) ²¹, a bibliografia seria um mapa e índice da literatura, ciência e cultura e como atividade que se expressa possuiria uma série de interesses especializados propiciando o seu debate de forma transversal a partir de outras áreas do conhecimento. Enquanto disciplina, proporcionaria um método eficaz de investigação sobre publicações e com uma significativa contribuição para estudos sobre a tradição bibliográfica em diferentes suportes.

É nesse sentido que pode-se verificar que a partir das últimas décadas do Século XIX, devido ao volume significativo da informação produzida e publicada, foram sendo realizados inúmeros eventos de caráter internacional com o propósito de criar espaços para a reflexão e definição de propostas para o controle bibliográfico, em nível mundial, e que vão introduzir inúmeras modificações tanto na organização da informação como na forma de acesso. A seguir, encontram-se relacionados alguns dos congressos promovidos ²² com esse objetivo:

¹⁹ FROSSARD, V. Tipos e bits: a trajetória do livro. In: *O sonho de Otlet: aventura em tecnologia da informação e comunicação*. Rio de Janeiro, IBICT/DEP/DDI, 2000, p. 47-52.

²⁰ Num sentido amplo, bibliografia conota o estudo dos livros e outros materiais gráficos; especificamente, envolve a análise detalhada destes materiais como recursos primários, com foco na produção física, aspectos materiais e estruturais, publicação e divulgação de informações úteis para determinadas comunidades de leitores e a longevidade de um livro ou outros materiais. O objetivo principal da bibliografia é localizar materiais gráficos, facilitando o acesso aos conteúdos e ao conhecimento sobre o livro e a outros suportes multimeios (ALENTEJO, E. Bibliografia: caminhos da história contada e da história vivida. *Informação & Comunicação*, Londrina, v. 20, n. 2, p. 20 - 62, mai./ago. 2015).

²¹ SERRAI, A. *Il cimento della Bibliografia*. Milano: Sylvestre Bonnard, 2001.

²² ADLER, C.. The international catalogue of scientific literature. *Science* 136, p.184-201, 1897; ADLER, C.. The international catalogue of scientific literature – second conference. *Science* 231, p. 761-771, 1899; GUNNELL, L. C.. The second international convention of the international catalogue of scientific literature, London, 1910. *Science*, 32, no. 854 (1911):713-718; OTLET, P. L'organisation des travaux scientifiques. In: *Association Française pour l'Avancement des Sciences; L'Association Scientifique de France*. Paris: Au Secretariat de L'Association, 1919, p. 13-50; OTLET, P. L'organisation internationale du livre, de la bibliographie et de la documentation. In: *Congrès International des Bibliothécaires e des Bibliophiles*, org. Fernand Mazerolle & Charles Mortet. Paris: Jouve & Cie Éditeurs, 1925, p.287-295; ROUYEYRE, E. *Connaissances nécessaires à un bibliophile accompagnées de notes critiques et de documents bibliographique*. Paris: Édouard Rouveyre, 1899; The World Congress of Universal Documentation. *Science*, 86, p.303-304, 1937.

- 1895 *Premier Conférence Internationale de Bibliographie* (Bruxelas, 2 a 6 de Setembro); outras foram realizadas nos anos: 1897, 1900, 1907, 1910, 1920.
- 1896 *1st International Bibliographical Conference* (Londres, 14 a 17 de Julho).
- 1898 *2nd International Bibliographical Conference* (Londres, 11 a 13 de Outubro).
- 1900 *3rd International Bibliographical Conference* (Londres, 12 a 13 de Junho).
- 1910 *2nd International Convention of the International Catalogue of Scientific Literature* (Londres, 12 e 13 de Julho).
- 1923 *Congrès International des Bibliothécaires e des Bibliophiles* (Paris, 3 a 9 de Abril).
- 1937 *World Congress of Universal Documentation* (Paris, 16 a 21 de Agosto), subsidiado em parte pela *League of Nations Organization for International Intellectual Cooperation*
- 1937 No âmbito da Exposição Internacional de Paris – *Exposition Internationale des Arts et Techniques dans la vie moderne*, realizada no período de 24 maio a 15 de novembro.

Esses eventos vão se tornar importantes marcos para o desenvolvimento do controle de documentos e informações científicas em nível internacional, assim como a criação do *International Catalogue of Scientific Literature*, cujo principal objetivo era suprir as necessidades de informação para os cientistas; a cooperação internacional aparecia como uma possibilidade de caminho para atender a demanda existente. A estruturação do catálogo foi efetivada durante os eventos realizados em 1896, 1898 e 1900, sendo a editoração realizada pela *Royal Society*, que publicava, desde 1867, o “Catálogo de trabalhos científicos”, contribuições estas, por sua vez, publicados a partir de 1800. Nos congressos, vários países se faziam representar, e proporcionavam o apoio institucional e financeiro no sentido de consolidar essa iniciativa; além da própria *Royal Society*, pode-se citar a *Smithsonian Institution* dos Estados Unidos, o *Institut de France* da França, e o *Office International de Bibliographie* (OIB), criado em 1894, em Bruxelas, Bélgica, por Paul Otlet e Henry La Fontaine. A primeira edição do *International Catalogue of Scientific Literature* ocorreu em 1901, contemplando informações fornecidas pelos escritórios regionais estabelecidos conforme as ações efetivadas. O catálogo abrangia publicações de dezessete áreas da ciência.

A partir das análises realizadas durante a pesquisa, pode-se efetivar uma síntese das iniciativas e dos cenários constituídos por Paul Otlet, representando nesse contexto a área da Ciência da Informação, e por George Sarton, idealizador e propulsor da implantação da área da História da Ciência, propiciando dessa forma uma visualização de como as atividades empreendidas se entrelaçaram e que estão sumarizadas a seguir.

III.1 Iniciativas de Paul Otlet

Paul Otlet, juntamente com Henry La Fontaine, vão se destacar quando resolvem implementar no final do Século XIX e início do Século XX inúmeros estudos e projetos para organizar bibliografias e repertórios bibliográficos de caráter universal. Em 1885 é instalado o *Répertoire Bibliographique Universel* (RBU), do *Office International de Bibliographie* (OIB), *Bibliothèque*

Royal da Bélgica, que em 1910 já contava com mais de dez milhões de fichas. O principal objetivo do RBU foi a organização da produção científica desenvolvida pelos países; previa a inserção do caráter de síntese informacional em nível universal, a adoção de fichas padronizadas e os seus conteúdos categorizados por um sistema de classificação decimal²³. Sobre essa temática, em seu primeiro trabalho publicado sobre bibliografia em 1892, *Un peu de la bibliographie*, Otlet já destacava o caráter universal de uma bibliografia e a sua visão quanto à importância de suas técnicas, e que poderia tornar-se um caminho para a organização e o acesso à informação em nível mundial, pois através da síntese dos conteúdos dos documentos, em bibliografias ou fichas padrão, é que haveria a possibilidade de criação de um tipo de “cérebro artificial” contemplando informações sobre fatos, interpretação de fatos, dados estatísticos e fontes.²⁴

Vários outros projetos foram realizados por eles com o intuito de promover o acesso à informação, destacando-se a abertura em 1920 do *Palais Mondial/Mundaneum* instalado no *Parc Cinquantenaire* (Bruxelas), congregando inúmeras atividades constituídas até então: *Musée International*, para a Exposição Universal de Bruxelas em 1910; *Union des Associations Internationales*; *Institut International de Bibliographie*; *Bibliothèque Internationale*; *Encyclopédie Documentaire*; *Congrès International de Bibliographie et de Documentation*. Deve-se destacar que em 1934 Otlet edita a publicação *Traité de Documentation* com a consolidação de suas ideias em relação ao documento e documentação, e se transformará em importante instrumento para a constituição da área da informação. Como exposto por Rayward (1991),²⁵ originalmente concebido como uma nova “cidade do intelecto”, o *Mundaneum* seria o centro de uma cidade utópica que abrigaria uma sociedade das nações como uma edificação documentária com informações padronizadas e de fácil manipulação e acesso. Segundo esse autor, a publicação *Traité de Documentation* é, possivelmente, a primeira discussão sistemática e moderna sobre a organização da informação, contemplando inúmeros diagramas que vão propiciar uma melhor compreensão sobre as estruturas do pensamento de Otlet.

A partir de 1934, devido à falta de compreensão governamental sobre a continuidade das atividades até então organizadas, esse espaço será modificado, tendo o seu acervo desmembrado em vários espaços com inúmeras danificações e perdas de materiais e documentos. Esse

²³ LA FONTAINE, H.; OTLET, P. *Conférence bibliographique internationale. documents*. Bruxelas: Veuve Ferdinand Larcier, 1895, p. 5-8; LE MUNDANEUM: *les archives de la connaissance*. Bruxelas: Les Impressions Nouvelles, 2008; OTLET, P. L'organisation internationale du livre, de la bibliographie et de la documentation. In: *Congrès International des Bibliothécaires e des Bibliophiles*, org. Fernand Mazerolle & Charles Mortet. Paris: Jouve & Cie Éditeurs, 1925, p.287-295.

²⁴ RAYWARD, W. B. Something about bibliography. In: *International Organisation and Dissemination of Knowledge – Selected Essays of Paul Otlet Translated and Edited with an Introduction*, 11-24. Amsterdam: Elsevier, 1990, p. 11-24. (FID Publication 684)

²⁵ RAYWARD, W. B. The case of Paul Otlet, pioneer of information science, internationalist, visionary: reflections on biography. *Journal of Librarianship and Information Science*, 23, p.135-145, 1991.

acervo foi recuperado no início dos anos 1990, sendo transferido para a cidade de Mons (Bélgica), para a instituição *Mundaneum: Les Archives de la Connaissance*, criado sob os auspícios da Comunidade Francesa da Bélgica, na Ville de Mons.

III.2 Iniciativas de George Sarton

George Sarton é considerado como o principal precursor do estabelecimento da História da Ciência como um campo de estudos de caráter interdisciplinar na esfera da pesquisa e ensino (DEBUS, 1984) ²⁶. No mesmo período em que estavam sendo consolidadas teorias e processos para a organização e acesso à massa documental gerada pela ciência, bibliografias na área da História da Ciência (HC) também começam ser organizadas por Sarton. Em 1913 cria a revista *Isis*, onde publica o primeiro fascículo contemplando, além de artigos científicos, a *Bibliographie Analytique des Publications Relatives à l'Histoire de la Science* (HOLTON, 2009) ²⁷. Na introdução desse primeiro fascículo Sarton destaca que “O estudo da história da ciência não somente é possível, ele é necessário (...) a história da ciência vem estabelecer a gênese e o desenvolvimento dos fatos e das ideias científicas, tendo em conta os intercâmbios intelectuais e todas as influências que o progresso da civilização coloca constantemente em marcha.” ²⁸ Segundo Weldon (2009) ²⁹, Sarton compreendia que para a nova disciplina se consolidar os pesquisadores necessitavam de bibliografias especializadas como instrumentos essenciais para as suas pesquisas. Dessa forma, estabelece uma sessão específica na revista e durante toda sua vida profissional dedica-se à edição de bibliografias analíticas em HC, além de estabelecer um sistema de classificação próprio para subsidiar essa atividade: 1) Classificação cronológica; 2) Classificação ideológica das informações; 3) Disciplinas auxiliares.³⁰ Esse trabalho vai se consolidar posteriormente, transformando-se na *Isis Current Bibliography*. Deve-se ressaltar que desde a criação da *History of Science Society*, em 1924, a mesma subsidia a edição da revista e da bibliografia até hoje.

É também em 1913 que Sarton inicia um intercâmbio de informações e documentos, com o intuito de introduzir a História da Ciência nas atividades realizadas pelo RBU e, com o apoio de Otlet e La Fontaine, é estabelecido um canal de comunicação que propicia a consolidação de um trabalho amplo e profícuo. Esses contatos podem ser constatados através correspondências trocadas entre os mesmos e que foram localizadas no arquivo do *Mundaneum – Centre D’archives*

²⁶ DEBUS, A. G. Science and history: the birth of a new field. In: *Science and history: a chemists appraisal: lectures given at the University of Coimbra*. Coimbra: Serviço de Documentação e Publicações da Universidade de Coimbra, 1984, p.1-33.

²⁷ HOLTON, G. George Sarton, his *Isis*, and the aftermath. *Isis*, v.100, n. 1, p.79-88, 2009.

²⁸ SARTON, G. *The life of science: essays in the history of civilization*. New York: Henry Schuman, 1948.

²⁹ WELDON, S. The *Isis* bibliography from its origins to the present days: one hundred years of evolution of a classification system. *Circumscribere – International Journal for the History of Science*, 6, 2009. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/circumhc/issue/view/157> (Acessado em 20 de maio de 2019).

³⁰ SARTON, G. Critical bibliography of the history and philosophy of science and the history of civilization. *Isis*, v.1, n.1, p. 136-188, 1913.

de la *Communauté française*,³¹ na cidade de Mons, Bélgica, e na Biblioteca *Widener*, da *Harvard University*, onde Sarton desenvolveu atividades desde 1916.³² Conforme Pyenson; Verbruggen (2009)³³, Sarton, desde o início de sua carreira participa de grupos sociais que tinham como propostas a defesa do internacionalismo, do pacifismo e também a organização de bibliografias analíticas e sintéticas. A partir dessas realizações, Sarton vai construindo um verdadeiro “colégio invisível” de relações e informações, proporcionando as condições necessárias para realizar as suas propostas para tornar a História da Ciência como um campo científico. Além da revista *Isis*, ele lança a revista *Osiris* (1936) e edita importantes livros na área conforme relação elaborada por Hellman (1968)³⁴.

- Introduction to the history of science. Baltimore: Williams & Wilkins, 1927-1948. 3 vols.
- The history of science and the new humanism. New York: Henry Holte, 1931. A paperback edition was published in 1962 by the Indiana University Press.
- The study of the history of science. Cambridge: Harvard University Press, 1936.
- The study of the history of mathematics. Cambridge: Harvard University Press, 1936.
- The life of science: essays in the history of civilization. New York: Henry Schuman, 1948.
- Horus: a guide to the history of science: a first guide for the study of the history of science, with introductory essays on science and tradition. New York: Chronica Botanica Company, 1952.
- A history of science: ancient science through the golden age of Greece. Cambridge: Harvard University Press, 1952.
- The old world and the new humanism. In: Man's Right to Knowledge; First Series: Tradition and Change. New York: Muschel. 1954. p. 63-68.
- Galeno f Pergamon. Lawrence: University of Kansas Press, 1954.
- The appreciation of ancient and medieval science during the renaissance (1450-1600). Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1955.
- Six wings: men of science in the renaissance. Bloomington: Indiana University Press, 1957.

³¹ Cópias das correspondências foram recuperadas pela autora durante visita técnica ao *Mundaneum* em maio de 2011. Informações sobre a instituição estão disponíveis em: <<http://www.mundaneum.be/index.asp?ID=240>>. Acessado em 30 de abril de 2019.

³² Informações sobre a Biblioteca *Widener* estão disponíveis em: <<http://hcl.harvard.edu/libraries/widener/>>. Acessado em 30 de abril de 2019.

³³ PYENSON, L; VERBRUGGEN, C. Ego and the international: the modernist circle of George Sarton. *Isis*, v.100, p.60-78, 2009.

³⁴ HELLMAN, C. D. George Sarton. In: *International Encyclopedia of the Social Sciences*, 1968. Disponível em: <<http://www.encyclopedia.com>>. Acessado em 20 de abril de 2019.

- A history of science: hellenistic science and culture in the last three centuries. B.C. Cambridge: Harvard University Press, 1959

Esse conjunto de atividades e documentos literários vai conferir a George Sarton um papel significativo para a consolidação da História da Ciência como uma área de caráter interdisciplinar e de pesquisa, propiciando condições para se conhecer os caminhos trilhados pela ciência e pelos cientistas.

A partir da documentação encontrada, realização da análise e síntese dos dados levantados, acredita-se que o resultado alcançado permitiu identificar a proximidade e relacionamento interdisciplinar entre as áreas da Ciência da Informação e História da Ciência, sendo a Bibliografia como um dos elementos de inter-relação. Num aspecto histórico entre as áreas, esse elo também pode ser observado quando da análise de correspondências entre Paul Otlet e George Sarton obtidas no Centro de Estudos *Le Mundaneum: les Archives de la Connaissance* (Mons, Bélgica), e complementadas por outras fontes e Biblioteca de *Widener* de Harvard. Sarton é considerado como o principal responsável pelo estabelecimento da HC como um campo de estudos de caráter interdisciplinar e de pesquisa, e desde 1913 vai estabelecer um diálogo com Otlet. A partir dos conceitos e práticas elaboradas e difundidas pelas suas iniciativas vai desenvolver metodologia, sistematizar e divulgar o conhecimento em História da Ciência e iniciar intercâmbio de informações e documentos com o intuito de introduzir a área como essencial para os estudos científicos. Desse estudo prospectivo, pode-se verificar que:

- A informação é a matéria prima de todas as áreas do conhecimento e está atrelada ao conceito de documento, no sentido de informação registrada, e dependendo dos propósitos e abordagens da pesquisa está conectada ao conteúdo ou estrutura do próprio documento.
- Conforme Miranda; Barreto (1999/2000)³⁵, os temas de pesquisa agora aproximam as áreas do conhecimento, transferindo a experiência de umas para outras e promovendo uma racionalização e sistematização global de todo o processo investigativo.
- Para a Ciência da Informação o documento e suas variações é o próprio objeto de sua estruturação como campo científico, alinhado às perspectivas da comunicação científica humana, ao registro do conhecimento e à memória intelectual e tecnologia da informação.
- Para a História da Ciência o documento e suas variações é a base para a realização de estudos e pesquisas sobre o fazer científico, inserido em diferentes épocas e em seu

³⁵ MIRANDA, A.; BARRETO, A de. Pesquisa em ciência da informação no Brasil: síntese e perspectiva. *Revista de Biblioteconomia de Brasília*, 23/24, no.3, p.277-292, 1999/2000.

próprio contexto, e devem ser entendidos como um duto que trazem informações sobre como e de qual maneira as ideias foram tratadas pelos autores analisado



DOSSIÊ – Desafios contemporâneos

Os usos públicos do passado como fonte para o estudo do desastre da talidomida na Espanha

Dones Claudio Janz Jr.

Doutorando em História, UESC – Prof. Depto. História UEPG
donesjr@hotmail.com

Como citar este artigo: Janz Jr., Dones Claudio. “Os usos públicos do passado como fonte para o estudo do desastre da talidomida na Espanha”. *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº 7, pp. 45-55. 2019. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: A teratogenia provocada pela talidomida em bebês é considerada pela ciência como um dos grandes desastres farmacêuticos do século XX. Fabricada por uma empresa alemã, a Grünenthal, a droga foi comercializada em mais de 40 países a partir do final da década de 1950, afetando milhares de crianças. Na Espanha, a talidomida ocupa espaço na mídia até os dias atuais, sobretudo, por conta das ações da Associação de Vítimas da Talidomida na Espanha (AVITE). A AVITE, ao buscar a reparação às vítimas, atua em indiferentes instâncias. Nesse artigo analisaremos algumas das ferramentas utilizadas publicamente pela associação, buscando demonstrar como elas são acionadas na luta por justiça aos afetados.

Palavras-chave: Talidomida, Espanha, AVITE, Reparação, Usos do passado.

The public uses of the past as a source for the study of the thalidomide disaster in Spain

Abstract: The teratogeny caused by thalidomide in infants is considered by science to be one of the great pharmaceutical disasters of the twentieth century. Manufactured by a German company, the Grünenthal, the drug was marketed in over 40 countries from the late 1950s, affecting thousands of children. In Spain, thalidomide occupies media space to this day, mainly due to the actions of the Association of Victims of Thalidomide in Spain (AVITE). AVITE, in seeking redress for the victims, acts in indifferent instances. In this article we will analyze some of the tools publicly used by the association, trying to demonstrate how they are triggered in the struggle for justice for those affected.

Keywords: Thalidomide, Spain, AVITE, Repair, Uses of the past.

Introdução

A talidomida, fármaco vendido no final da década de 1950 como indutor do sono e moderador das náuseas causadas pela gravidez, foi responsável por um dos maiores desastres relacionados ao uso de medicamentos do século XX: o nascimento de milhares de bebês com deformidades congênitas. Produzida pela empresa farmacêutica Chemie Grünenthal, da Alemanha Ocidental, alcançou grande sucesso a partir de 1957, sendo comercializada, em 1959, em 48 países da Europa e África, assim como no Japão, Austrália e Canadá alcançando depois outros países da América do Sul, especialmente o Brasil¹.

Esse medicamento foi inicialmente vendido sem necessidade de prescrição médica, pois a Grünenthal afirmava que ele era inteiramente atóxico. No final de 1961, entretanto, “ficaram evidentes os resultados clínicos de que a droga era a responsável pela epidemia do nascimento de milhares de bebês, em várias partes do mundo, especialmente na Europa, com diversos sinais teratológicos”². Estudos posteriores confirmaram que uma das deformações provocadas pelo medicamento, a focomelia³, era fruto da iatrogenia medicamentosa. Milhares de recém-nascidos que foram atingidos pelos efeitos colaterais da droga ficariam conhecidos como “bebês da talidomida”⁴.

Com a confirmação de sua toxicidade, a talidomida foi retirada do mercado mundial a partir de dezembro de 1961⁵. Na Espanha, entretanto, documentos disponíveis no site da AVITE demonstram propaganda da marca SOFTENÓN datada de dezembro de 1961 (figura 1). A retirada de marcas como o ENTEROSSEDIV, que também continha talidomida na sua fórmula química, foi efetivada apenas a partir de setembro de 1962.

Foi nesse cenário que a imprensa espanhola repercutiu aquilo que nomeou como a “tragédia da talidomida”. Periódicos de grande circulação como o *Hoja del Lunes* e o ABC estamparam em suas páginas reportagens acerca dos desdobramentos do caso. Ao longo das décadas seguintes, os jornais ainda dedicariam suas páginas ao traumático evento, mas com menos fôlego. Notícias sobre como os “meninos e meninas da talidomida” viviam e tinham suas necessidades atendidas apareceriam esporadicamente.

¹ MARTÍNEZ-FRÍAS, M. L. Talidomida: 50 años después. *Med Clin. Barcelona*, n. 139, p. 25-32, 2012.

² LEANDRO, J. A.; LOPES, B. A. Talidomida no Brasil: uma história de iatrogenia medicamentosa esquecida pelas ciências humanas e sociais. *Jornada de Sociologia da Saúde*, v. 7, 2013, p. 24.

³ Atrofia ou ausência de braços e pernas, ficando pés e mãos ligados diretamente ao tronco, à semelhança das nadadeiras das focas.

⁴ LEANDRO, J. A.; SANTOS, F. L. História da talidomida no Brasil a partir da mídia impressa (1959-1962). *Saúde e Sociedade*, v. 24, n. 3, p. 991-1005, 2015.

⁵ MORO, A.; INVERNIZZI, N. A tragédia da talidomida: a luta pelos direitos das vítimas e por melhor regulação de medicamentos. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 24, n. 3, 2017, p. 607.

Contudo, a partir dos anos 2010, com o pagamento da indenização para algumas vítimas de malformações provocadas pela tragédia por parte do governo espanhol e a investida da Associação de Vítimas da Talidomida na Espanha (AVITE) para o ressarcimento dos afetados pela Grünenthal, a talidomida tornou-se novamente um assunto de grande repercussão.



Figura 1: propaganda farmacêutica que apresenta o medicamento SOFTENÓN, de dezembro de 1961.

Fonte: <<http://www.avite.org/>>. Acesso em 10/07/2018.

A AVITE, organização criada em março de 2004, é responsável por ações judiciais contra a indústria farmacêutica alemã solicitando sua responsabilização pelas malformações nos recém-nascidos e o ressarcimento pelos danos provocados. Por outro lado, atua fortemente por meio das novas mídias, ao manter online uma série de documentos, notícias veiculadas pela imprensa, relatórios científicos, vídeos com depoimentos, spots publicitários, entre outras diversas ferramentas que legitimam suas demandas. Assim, está diretamente envolvida no embate público pelo reconhecimento e indenização das vítimas das deformações provocadas pela ingestão do fármaco, a partir de diferentes materiais e estratégias.

Ao escolhermos pensar como o desastre da talidomida na Espanha reverbera através do trabalho da AVITE na atualidade, buscamos entender como suas estratégias narrativas buscam tornar público e atual esse debate. Tomado como um evento que possui desdobramentos no presente por conta das reivindicações por reparação realizadas pela associação de vítimas espanholas da talidomida, nosso objeto será tratado nesse artigo pelo viés da história do tempo presente.

Henry Rousso defendeu que, nessa modalidade, o historiador ou a historiadora devem assumir o entendimento de que produz uma história inacabada, de caráter provisório. Com isso, partimos do pressuposto que lançamos “um olhar fluido sobre fatos em vias de realização e numa realidade que continua a viver em nosso presente”⁶, situação que não deslegitima nossa opção.

Retomando Rousso⁷, para quem os historiadores do tempo presente “estão em uma situação ideal para ter empatia com seus contemporâneos sem precisar forçar sua imaginação”, defendemos que nossa pesquisa se apresenta como uma reflexão importante acerca de demandas sociais como a apresentada pela AVITE por refletir sobre a situação no mesmo momento em que as vítimas lutam para serem reconhecidas e reparadas pelos danos físicos e psicológicos que vivenciam ao longo das últimas cinco décadas.

A História Pública Digital como ferramenta de análise

Nesse artigo, buscamos entender nosso objeto a partir de temas comuns à história do tempo presente e à história pública. Para alcançarmos tal objetivo, a noção de história pública digital será acionada como elemento norteador para a análise da configuração de uma memória a respeito da talidomida na Espanha. Essa escolha se pauta na percepção, já indicada por Serge Noiret, de que a “história digital remodelou a documentação do historiador e os instrumentos usados para seu acesso”⁸.

Não obstante, o alarido atual acerca dos elementos digitais e sua utilização em pesquisas atinge historiadores e historiadoras. Para Gerbe Zaagsma, a “tecnologia tornou-se onipresente e muito mais difundida do que dez ou quinze anos atrás, e a internet tornou-se central para o trabalho do historiador; permitindo maior coleta e processamento de informações, trabalhando com literatura acadêmica ou fontes primárias”⁹.

A possibilidade de contarmos com muitas fontes por meio do universo digital e a vontade de refletir sobre a forma pelas quais são utilizadas na atualidade, nos insere na busca por novas formas de trabalhar com elas. Logo, a gestão para gerir as tecnologias digitais atuais se

⁶ ROUSSO, H. *A última catástrofe: a história, o presente, o contemporâneo*. Rio de Janeiro: Ed. da FGV, 2016, p. 263.

⁷ *Ibidem*, p. 264.

⁸ NOIRET, Serge. História Pública Digital. *Liinc em Revista*, Rio de Janeiro, v.11, n.1, maio 2015, p. 29.

⁹ ZAAGSMA, Gerben. On digital history. *BMGN – Low Countries Historical Review*, v. 128, n. 4, dez. 2013. Disponível em <<http://www.bmg-nlchr.nl/index.php/bmg-nl/article/view/URN%3ANBN%3ANL%3AUI%3A10-1-10020>>. Acesso em: 19 mar. 2019, p. 17.

apresenta como um desafio aos historiadores e historiadoras, pois essa forma massiva de publicação torna as fontes cada dia mais difundidas perante o público, sendo usadas, com frequência, fora da profissão¹⁰.

Nesse sentido, o desafio se desloca da criação de conjunto de dados cada vez maiores ou do desenvolvimento de novas ferramentas analíticas (por mais relevantes que sejam), para a busca pela integração entre práticas tradicionais e digitais em uma nova prática historiadora¹¹. Um dos importantes subsídios trazidos pelas tecnologias digitais atuais consiste na possibilidade de que os historiadores e as historiadoras reconheçam a existência de outras formas de organização sócio temporais, trazendo a perspectiva de que a compreensão não está na acumulação de dados e fontes, e sim no plano da construção de relações e conexões entre as informações disponíveis.

Entendemos, como afirmam Rovai e Lima¹², que as histórias concernentes ao desastre da talidomida na Espanha tornadas públicas pela AVITE, permitem o “acesso aos fatos e seus significados às gerações posteriores, que herdam e sofrem a disputa por memórias que não lhes pertencem diretamente como passado, mas que passam a fazer sentido em sua vivência no presente”. Assim sendo, buscam sensibilizar o público no que diz respeito a busca por reparação, ao apresentar e utilizar como argumento para suas demandas, feridas que não estão devidamente cicatrizadas.

Com o surgimento da chamada web 2.0, diferentes maneiras de narração histórica passaram a ser abertos a qualquer pessoa que possua acesso à rede. Ademais, as possibilidades de intervenção na web, como a publicação de blogs e páginas que podem ser editadas por diversos colaboradores, “permitiram uma interação entre o trabalho de quem escreve e o de quem lê, não apenas com intervenções críticas ou sugestões para completar o discurso, mas, ainda, com o acréscimo direto e sem mediação de outras fontes documentais”¹³.

Nesse cenário, história e memória deixaram de ser características da comunidade acadêmica, tornando-se uma prática acessível a qualquer pessoa através da rede digital. Portanto, “a web deve ser compreendida como história “viva” e “pública”, praticada de forma interativa por todos, e não mais limitada à atividade dos historiadores acadêmicos”¹⁴.

¹⁰ NOIRET, Serge. *La digital history: histoire et mémoire à la portée de tous*. In: MOUNIER, Pierre (Org.). *Une introduction aux humanités numériques*. Marseille: Open Edition Press, 2012. Disponível em <<http://press.openedition.org/258>>. Acesso em 20 mar. 2019.

¹¹ ZAAGSMA, Gerben. On digital history. *BMGN – Low Countries Historical Review*, v. 128, n. 4, dez. 2013. Disponível em <<http://www.bmgn-lchr.nl/index.php/bmgn/article/view/URN%3ANBN%3ANL%3AUI%3A10-1-10020>>. Acesso em: 19 mar. 2019, p. 17.

¹² ROVAI, Marta Gouveia de Oliveira; LIMA, Rafael Flores. Memória Massacre Carandiru: a história pública digital contra o esquecimento. *Revista Observatório*, v. 2, n. 1, p. 92-117, 2016.

¹³ NOIRET, Serge. História Pública Digital. *Liinc em Revista*, Rio de Janeiro, v.11, n.1, maio 2015, p. 34.

¹⁴ *Ibidem*, p. 35.

Entretanto, o processo de publicização do passado pelas redes digitais, pode criar problemas aos historiadores e historiadoras ao impedir, por conta de um desconhecimento real dos significados das novas tecnologias, a seleção e a crítica das narrativas ali expostas. Dessa forma, qualquer pessoa ou organização consegue montar uma exposição ou montagem de documentos e imagens, por exemplo, podendo interpretar sua história, sem preocupação com o distanciamento ou a postura crítica diante da narrativa apresentada.

O movimento para evitar distorções e adensar o conhecimento de determinado processo com o devido distanciamento é a intermediação dessas novas fontes digitais pelos chamados “historiadores públicos digitais”. Segundo Noiret, esses profissionais seriam os responsáveis pelo “devido distanciamento no confronto com o passado, gerenciar essas coletas de documentos, “filtrar”, mediar, conectar comunidades e públicos diversos, encaminhar os novos conhecimentos sobre o passado por meio do potencial das tecnologias digitais¹⁵.

Incentivados pela proposta de Noiret, buscamos analisar o repositório de fontes disponíveis no site da AVITE buscando adensar o conhecimento acerca das questões que envolvem o desastre da talidomida na Espanha e seus desdobramentos no presente. Sobre esse aspecto, o autor menciona que é certamente o papel do historiador público “construir uma história pública digital que seja capaz de fazer frente e de mediar de modo crítico a manifestação incessante das memórias privadas – e das memórias coletivas embalsamadas”¹⁶.

Para tanto, partimos do site da AVITE, no qual campanhas publicitárias, entrevistas com profissionais médicos, documentos legais, cópias de receitas médicas, notícias de jornais e internet, testemunhos das vítimas, entre outros, constituem uma miríade de instrumentos digitais publicados com o objetivo de comprovar sua condição, elaborar uma narrativa própria sobre o desastre medicamentoso e sensibilizar o público.

Testemunhos, usos do passado e spots publicitários: as fontes disponíveis no site da AVITE

No site elaborado pela associação de vítimas espanholas, reportagens com documentos que comprovam situações silenciadas pela grande mídia chamam a atenção. Sob o *título Recetas de Talidomida en España en los años 1976, 1977 y 1978*, por exemplo, são apresentados diversos receituários que supostamente comprovariam o uso da droga farmacêutica mesmo depois de sua proibição.

¹⁵ Ibidem, p. 37.

¹⁶ Ibidem, p. 40.

Em outra página, observamos a afirmação de que a Grünenthal sabia do potencial risco a saúde das pessoas em abril de 1960, ou seja, dois anos da comprovação feita por Lenz de que a talidomida possuía efeitos adversos que provocavam ausência de diferentes partes dos membros nos bebês¹⁷. Tal afirmação é baseada em um trecho da sentença da justiça alemã contra a Grünenthal, de 1971.

No site, o fragmento “*En abril de 1960 Grünenthal ya sabía que la Talidomida producía Poli-neuritis*” presente na decisão judicial é utilizado como comprovação de que a empresa alemã usou de má-fé ao continuar propagando que a talidomida era totalmente inócua até, pelo menos, setembro de 1961, quando páginas publicitárias divulgadas em revistas médicas podem ser visualizadas.

Esses exemplos iniciais nos permitem perceber a tentativa de constituição de uma memória pública negativada da Grünenthal na atualidade, a partir de sua responsabilização baseada em documentos que atestam a ciência da companhia durante a conjuntura que levou às malformações congênitas. Sabemos que isso não constitui um “resgate do passado” e sim, um mecanismo pelo qual o grupo envolvido busca constituir uma compreensão das permanências relacionadas às violações impetradas pela Grünenthal com o objetivo de modificar o seu presente.

Entretanto, não é apenas a farmacêutica alemã que a AVITE busca responsabilizar pelo desastre. A partir da confrontação com registros sanitários espanhóis posteriores a essa baliza temporal, a associação responsabiliza concomitantemente o estado espanhol ao afirmar que (grifos nossos): “*La farmacéutica germana la sabia, y en España continuó exportando, vendiendo y publicitando masivamente la talidomida, a pesar de ser plenamente consciente de sus consecuencias nefastas*”¹⁸.

Entre as centenas de materiais presente no site da AVITE, alguns são testemunhos nos quais a memória acerca do evento traumático é ativada, permitindo que as próprias vítimas descrevam seus olhares acerca do ocorrido. Um dos casos mais emblemáticos é a entrevista realizada em 19 de abril de 2018, com María Rosa Sánchez, chamada de “madre coraje de la talidomida” pela associação.

Na página que nos proporciona a produção audiovisual com o testemunho, María é apresentada assim: “Hoje, María Rosa é a oradora e a amplificadora de todas as mães que morreram e das que continuam vivas. Ele denunciou em voz alta e continua a fazê-lo hoje, as injustiças cometidas contra os afetados e suas famílias, e que continuam a comprometer os hoje”¹⁹.

¹⁷ MARTÍNEZ-FRÍAS, M. L. Talidomida: 50 años después. *Med Clin. Barcelona*, n. 139, p. 25-32, 2012.

¹⁸ AVITE, 2016. Disponível em <<https://www.avite.org/abril-1960-grunenthal-sabia-talidomida-produccion-polineuritis/>>. Acesso em 27/06/2019.

¹⁹ AVITE, 2018. Disponível em <<https://www.avite.org/maria-rosa-sanchez-madre-coraje-de-talidomida-en-los-60/>>. Acesso em 09/05/2019.

Percebe-se, pelo texto de apresentação, uma estratégia narrativa pautada na potencialização da figura materna simbolizada por María, isto é, ela representaria todas as mães que tiveram suas vidas atravessadas pela tragédia. Essa exaltação busca legitimar o sujeito histórico de forma a convencer o público que sua fala reverbera com força, ao incorporar as vozes de outras mães de vítimas, até mesmo das que já morreram.

Outra característica do texto é a relação feita entre o desastre e o presente. De forma enfática, María é descrita como alguém que sofreu e lutou durante as cinco décadas que se passaram desde o evento traumático até a atualidade. Nessa chave, o presente brota como algo não resolvido, o que evidencia o valor do testemunho para cobrar a responsabilização daqueles que a associação aponta como culpados pelo sofrimento infundável, isto é, a Grünenthal e o Estado Espanhol.

O audiovisual em si, começa com um trecho escrito, no qual é apresentado um recorte de jornal no qual se lê “*La administración silencio nuestra existência*”²⁰ acompanhado de uma melodia triste. Em seguida, María é entrevistada, e descreve os dias após o nascimento do seu filho que apresentava focomelia.

O testemunho de María, dessa forma, além de consistir em uma estratégia para narrar os acontecimentos relativos às mães vítimas da talidomida, funciona como um elo de identificação entre os afetados e o público. Sobre isso, Lage afirma que “é preciso reconhecer o testemunho como o que funda um comum entre nós e sujeitos distantes, como o que nos aproxima ao mesmo tempo em que nos afasta do sofrimento dos outros”²¹.

Outro fato importante a ser explicitado é a presença na página do testemunho, de uma imagem que completa a estratégia narrativa de ligar o presente ao passado, num processo inacabado. Nela, visualizamos a manchete do jornal da época e a foto da própria María e de seu filho apresentando a focomelia (FIGURA 2). A ligação estabelecida entre o passado e o presente se completa e vitaliza a proposta de levar ao público uma memória de injustiça histórica, a qual clama por reparação.

²⁰ Idem.

²¹ LAGE, L. R. O testemunho do sofrimento como problema para as narrativas jornalísticas. *Revista Contracampo*, vol. 27, n. 2, p. 71-88. Niterói, 2013, p. 74.



María Rosa y su hijo Jose Antonio en la Revista AMA en diciembre de 1962

FIGURA 2: Imagem de página de jornal publicado em 1962 no qual aparecem María e seu filho, vítima da ingestão da talidomida.

Fonte: <<https://www.avite.org/maria-rosa-sanchez-madre-coraje-de-talidomida-en-los-60/>>. Acesso em 09/05/2019.

Marta Rovai e Rafael Lima²², ao problematizar a utilização do universo digital para a instituição do que chamam de “suporte de memória”, entende que essa prática permite combater a injustiça social e o silêncio de parte da mídia, pouco interessada em questões consideradas ultrapassadas. Assim sendo, podemos concluir que, ao utilizar a web como suporte para tornar públicas e vivas suas demandas, a AVITE luta contra o desinteresse público e do estado espanhol, ao mesmo tempo que elabora uma narrativa própria, mas não menos legítima, acerca dos acontecimentos referentes a talidomida na Espanha.

Sobre esse aspecto, os autores afirmam que “é imprescindível tornar pública cada história, reivindicar a nomeação dos culpados, a responsabilização e as reparações, estabelecendo-se um confronto político, histórico e até mesmo jurídico”²³ entre os possíveis responsáveis e os afetados pela transgressão cometida.

²² ROVAI, Marta Gouveia de Oliveira; LIMA, Rafael Flores. Memória Massacre Carandiru: a história pública digital contra o esquecimento. *Revista Observatório*, v. 2, n. 1, p. 92-117, 2016.

²³ *Ibidem*, p. 94.

Dentre tantas possibilidades de fontes a serem analisadas, um spot publicitário chama a atenção: o vídeo de pouco mais de dois minutos de duração chamado Felicitación de las víctimas de la talidomida en España²⁴. Produzido no ano de 2014 pela própria associação de vítimas, ele reproduz alguns dos afetados pela droga aplaudindo ironicamente a Grünenthal que, pouco tempo antes, tinha conseguido anular a decisão que determinava o pagamento de indenizações aos portadores de deficiência causada pela talidomida no país.

O vídeo inicia apresentando frases que expõem as malformações provocadas pelo medicamento ocorridas há mais de 50 anos, tendo como pano de fundo uma fotografia de uma criança atingida pelas deformações congênitas. Após exibir várias das vítimas adultas batendo palmas à empresa alemã, permeadas por uma trilha sonora bastante emotiva, ele se encerra com a frase “La ética no debería prescribir”. O spot publicitário da AVITE ganhou o Leão de Bronze em Cannes em 2015, o que o fez bastante conhecido na sociedade espanhola, com cerca de oitenta e oito mil visualizações na data do último acesso.

Vislumbrando elaborar uma memória negativa acerca da empresa alemã no presente, a AVITE se utiliza da produção de spots comerciais para atingir um público maior do que aquele que os tradicionais canais que noticiam essas questões atingem, ou mesmo, se interessam por atingir. Optar por narrar a história por meio de ferramentas com maior impacto nos dias de hoje, tal qual a internet e os canais de vídeos on-line, permite a associação elaborar um conhecimento acerca da tragédia da talidomida junto ao público a fim de conseguir apoio ampliado às suas demandas.

Considerações finais

No caso específico do site da AVITE, o exercício de estimular diálogos e reflexões públicas transcende o trabalho acadêmico. Elaborado pelas vítimas que buscam a reparação pelos danos gerados pela talidomida, ele não conta com a intervenção de um historiador. Sendo assim, a priori difere-se da proposta de alguns historiadores e historiadoras que entendem que a história pública deve ser intermediada pelos mais variados especialistas oriundos da academia.

Em contrapartida, se assemelha ao engajamento da história pública suscitado por Ricardo Santhiago, a denominada história feita pelo público. Para ele, exemplos bem-sucedidos de história pública são “todas aquelas iniciativas de histórias feitas pelo público que não conhecemos, mas que efetivamente existem; todas as formas não institucionais de memória e de história que são também história pública”²⁵.

²⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=Ad10IHV5pts>. Acesso em 25/07/2018.

²⁵ SANTHIAGO, Ricardo. O público como protagonista da história. *Blog de História, Ciências, Saúde – Man-guinbos*, 2014. Disponível em: <http://www.revistahesm.coc.fiocruz.br/o-publico-como-protagonista-da-historia/>.

A estruturação do site de forma a apresentar a história dos afetados pela talidomida diretamente ao público, sem a participação de historiadores ou historiadoras profissionais coaduna também com a análise de Noiret. Indicando que estudos recentes demonstram que grande parte do público estadunidense, australiano e canadense prefere conhecer histórias de grupos ou comunidades de forma direta, sem mediação profissional, o autor assevera que essa demanda pública foi, em certa medida, atendida pelas redes digitais. “As atividades de “história pública digital” nos sites interativos da web de nova geração 2.0 favorecem um encontro “face a face” com a história e as suas fontes”²⁶.

Sendo assim, podemos sugerir que o enfoque desta perspectiva de história pública recai sobre a relação entre o conteúdo histórico e seu receptor. Ela visa tornar tal conteúdo acessível, difundindo-o através de uma miríade de canais: a internet, a literatura de ficção e não ficção, o jornalismo, a televisão, o cinema, o turismo histórico, os museus, os memoriais, a educação histórica, entre outros.

As estratégias utilizadas pela AVITE por meio dos usos do passado presentes em seu site, constituem-se assim, em uma tentativa de publicização de suas demandas, de forma a angariar força em busca de seus objetivos. Nesse sentido, podemos fazer aproximações com as assertivas de Thomas Cauvin²⁷ que, ao apresentar um panorama acerca da história pública no mundo, indica crescente demanda por novas formas de comunicação para audiências não acadêmicas, tais como as novas mídias e filmes.

Se partirmos do entendimento que os meios de comunicação atuais são o principal lugar das experiências coletivas, tal como afirma Barbosa²⁸, podemos ressaltar ainda a relevância dos usos do passado feitos por eles. Desse modo, a utilização feita pela AVITE parece responder a uma emergência desses veículos como eventuais construtores da história pública no mundo.

²⁶ NOIRET, Serge. História Pública Digital. *Liinc em Revista*, Rio de Janeiro, v.11, n.1, maio 2015, p. 37.

²⁷ CAUVIN, T. The Rise of Public History: An International Perspective. *Historia Crítica*, n. 68, p. 3 -26, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.7440/histcrit68.2018.01>.

²⁸ BARBOSA, M. Imprensa e História Pública. In: MAUAD, A. M., DE ALMEIDA, J. R., SANTHIAGO, R. *História Pública no Brasil: sentidos e itinerários*. São Paulo: Letra e Voz, 2016.



DOSSIÊ – Desafios contemporâneos

O jornal estudantil do período de 1964-2013 como fonte de pesquisa em formato digital no acervo do Centro de Memória e Arquivo da FCM-Unicamp

Ivan Luiz Martins Franco do Amaral
Mestrando em Saúde Coletiva - Unicamp
ivanfa@unicamp.br

Rodrigo Lizardi de Souza
Biblioteconomista do SIARQ - Unicamp
rlizardi@unicamp.br

Raíssa Malto Antunes
raissa.malto@gmail.com

Rosana Evangelista Poderoso
Doutora em Ciências da Saúde - Unicamp
rosanae@unicamp.br

Como citar este artigo: Amaral, Ivan Luiz Martins Franco et al. “O jornal estudantil do período 1964-2013 como fonte de pesquisa em formato digital no acervo do Centro de Memória e Arquivo da FCM-Unicamp”. *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº 7, pp. 56-66. 2019. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: Este artigo é o estudo completo da apresentação realizada no 2º Congresso de História da Ciência e da Técnica: Desafios Contemporâneos. Os arquivos históricos apresentam um papel fundamental no desenvolvimento e surgimento das pesquisas históricas. A utilização de ferramentas tecnológicas e o trabalho de resgate de acervos de documentação primária são exemplos de desafios contemporâneos das pesquisas. O objetivo deste trabalho é apresentar e descrever a inserção do conjunto documental *O Patológico* na coleção do Centro de Memória e Arquivo da FCM-Unicamp, em parceria com o Arquivo Central da Unicamp e Biblioteca da Faculdade. Desta parceria, resultou a digitalização de todo o conjunto em PDF/A pesquisável, em formato de preservação digital – este padrão promove agilidade de acesso ao documento para o usuário.

Palavras-chave: arquivos históricos, história da medicina, estudantes de medicina, texto estudantil, PDF/A.

The student newspaper from 1964 to 2013 as a digital form source of research in the collection of the Center of Memory and Archive of FCM-Unicamp.

Abstract: This article is the complete study of the presentation held at the 2nd Congress of History of Science and Technique: Contemporary Challenges. Historical archives have a key role in the development and article of historical research. The use of technological tools and the work

of retrieving collections of primary documentation are examples of contemporary research challenges. The objective of this work is to present and describe the insertion of the documentary set “O Patológico” under the collection of the Center of Memory and Archive of FCM-Unicamp, with the Central Archive of Unicamp and College Library partnership. This partnership brought the ability to provide the scanned documents of the whole set in searchable PDF/A, in digital preservation format - this type promotes better and faster document’s access for the user.

Keywords: historical archives, history of medicine, medical students, student text, PDF/A.

Introdução

O Centro Acadêmico Adolfo Lutz (CAAL) é a entidade máxima de representação dos estudantes de Medicina da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp (FCM/Unicamp) e foi fundado apenas dois dias após a fundação da FCM/Unicamp, em 22 de maio de 1963. O CAAL carrega em sua história uma série de realizações em mudanças políticas e educacionais da própria faculdade. São notórias: campanha para a instalação no campus da universidade de um hospital-escola, que culminou na construção do Hospital de Clínicas - HC/Unicamp em 1964; campanha para vacinação Sabin em 1964; processo de institucionalização da Unicamp na década de 1980; articulou na década de 1990 o movimento pela conquista do Hospital Estadual de Sumaré que passou a ser gerenciado pela FCM/Unicamp e, conseqüentemente, disponibilizado como campo para ensino dos cursos da faculdade; nos anos 2000 participou ativamente no processo de reforma curricular do curso médico da Unicamp.

De modo a registrar tais movimentações foi criado em 30 de outubro de 1964 no CAAL o jornal *O Patológico*, primeira publicação da Unicamp, registrando a partir do ponto de vista dos alunos, informações referentes ao pensamento e relação do corpo discente com a universidade em diversos períodos, servindo como fonte de pesquisa para a trajetória do curso de medicina dentro da Unicamp – assim, a preservação do jornal é imperativa, já que representa parte da memória coletiva dos alunos da FCM.

Tendo em vista a importância desse conjunto de documentos, o Centro de Memória e Arquivo (CMA) da FCM/Unicamp iniciou, junto ao CAAL, um trabalho que objetivou o resgate e a preservação desta memória. Desta maneira, o acervo foi transferido para o CMA, onde passou por uma avaliação, pela conservação preventiva/ higienização e, posteriormente, pela organização e catalogação. Neste processo, o Sistema de Arquivos da Unicamp (SIARQ) se juntou ao CMA para a digitalização do acervo. Desta associação, o CMA proveu o acervo e o SIARQ à tecnologia para transformar os documentos físicos em arquivos digitais, que seriam colocados em um repositório online para que pudessem ser consultados pela comunidade – este processo, além de ampliar o alcance destes documentos, também é crucial para a preservação destes, já que o constante manuseio dos papéis causa danos irreversíveis ao material.

Figura 01 – Primeira Edição do *O Patológico*, 1964.



A importância de arquivos digitais para o historiador

Desde a invenção do computador, historiadores teorizam sobre qual será o papel dos avanços tecnológicos dentro do campo histórico – e indo além, em como esses avanços irão mudar o modo como a narrativa histórica é construída. Na década de 1970 se começou a discussão sobre quais seriam as transformações sofridas pelas fontes históricas por conta do intermédio do desenvolvimento tecnológico. Pedro Telles da Silveira, em seu artigo “As fontes digitais no universo das imagens técnicas: crítica documental, novas mídias e os estatuto das fontes históricas digitais”¹, coloca François Furet, historiador francês, como um dos principais teóricos que abordaram essa questão: o receio de Furet, quando os computadores começaram a serem usados para armazenar dados históricos, era de que seria necessário aplicar uma crítica documental diferentes aos dados neles contidos.

¹ SILVEIRA, Pedro Telles da. As fontes digitais no universo das imagens técnicas: crítica documental, novas mídias e o estatuto das fontes históricas digitais. *Antíteses*, [s.l.], v. 9, n. 17, p.270-296, 6 set. 2016. Universidade Estadual de Londrina.

Para o historiador francês, a constituição de novos arquivos através das fitas perfuradas – era como a tecnologia de sua época armazenava dados – ocasionaria numa leitura diferente, pois ela seria numérica. Como em sua visão o papel do computador seria apenas extrair dados, teorizava que isso deixaria de lado outros aspectos muito caros aos historiadores quando se trata da análise de documentos: o suporte do documento, o grau de desgaste, qual seu uso em sua própria época e o conteúdo em si. Com os avanços tecnológicos, no entanto, muitos destes desafios foram superados – agora o computador é capaz de recriar, em seus mínimos detalhes, as imagens e a materialidade das fontes. Se antes o computador era visto apenas como a máquina que computava – demonstrando o limite técnico da época e, conseqüentemente, o limite da teorização dos novos suportes de arquivos – hoje ele pode ser usado livremente na pesquisa histórica. Com o alcance que a internet disponibiliza, por exemplo, é possível acessar documentos históricos em repositórios de grandes universidades e arquivos.

Ainda que a visita pessoal ao acervo de determinado documento seja necessária na pesquisa histórica, a consulta online desses documentos atualmente é quase imprescindível, já que ela mostra quais os documentos disponíveis, indicando ao historiador se ele conseguirá encontrar o que procura. Assim, com as buscas cada vez mais refinadas e com os catálogos digitais em constante crescimento, muito tempo da pesquisa histórica é economizado. Portanto, a introdução de fontes históricas digitais não é mais, necessariamente, compreendida como uma transformação das fontes históricas no geral; mas sim um acréscimo ao já grande número de fontes históricas – de documentos textuais a músicas e filmes.

Para exemplificar como a presença dos documentos digitais atualmente na pesquisa histórica já é quase mandatória, é necessário apenas observar o uso dos arquivos .pdf – os *portable document files*. A maior parte dos historiadores – e muitos outros pesquisadores de outras áreas – utilizam de tal suporte para suas pesquisas. E como era feito anteriormente, continua necessário se atentar a autenticidade do texto ou imagem; agora é preciso consultar a cópia do suporte físico. Assim, com o amplo uso dos novos suportes de documentos, os arquivos históricos acompanham o tempo da modernidade, em que quase tudo está ao alcance de uma conexão com a internet – quebrando, então, barreiras físicas para a pesquisa histórica e diminuindo desigualdades no acesso à informação. Por isso a importância da digitalização de acervos: além da preservação da memória, a acessibilidade é fundamental.

Organização e conservação do acervo.

Como a maior parte da documentação que chega aos arquivos, o material doado pelo CAAL ao CMA não estava organizado de acordo com algum tipo de critério. Acumuladas ao longo dos anos dentro do Centro Acadêmico, as edições do jornal *O Patológico* – e outros materiais que eventualmente circularam juntos a publicação – necessitaram ser ajustadas a uma ordem cronológica. Após a documentação ser pautada pela data, houve a contagem de quantas edições

havia de cada exemplar, quais estavam faltando (e a subsequente investigação sobre onde esse material poderia ser achado para que o fundo arquivístico fosse completo) e quais eram os materiais extras presentes.

Com essa análise, percebeu-se, como é muito comum em uma documentação que cobre décadas (o jornal começa em 1964 e sua última publicação foi feita em 2013), que ao longo dos anos o formato, o modo e o quê os alunos publicavam oscilou bastante. Por exemplo: há uma publicação extra que se chama *Spasmo!*, também produzida pelo Centro Acadêmico; nele, os alunos se expressavam de forma artística, publicando poesias, textos reflexivos, desenhos e conteúdos afins. Ao analisarmos o material, foi possível perceber que o *Spasmo!* era distribuído junto do jornal, as vezes de maneira independente, as vezes como uma sessão dentro d'*O Patológico*. Dessa forma, ficou claro que seria necessário incorporá-lo ao arquivo referente ao jornal. Caso similar aconteceu ao *Diário do Olimpo*, publicação distribuída junto ao jornal na década de 1990, e um terceiro título teve que ser criado para acomodar o material informativo feito pelo CAAL.

Assim, chegamos a três títulos que compõem o acervo doado pelo CAAL: *O Patológico*, *Spasmo!* e *Diário do Olimpo*. A decisão de mantê-los separados se deve a uma característica da documentação própria dos acervos: recomenda-se que uma documentação permanente seja organizada através de critérios de classificação e de ordenação. O objetivo da primeira é “dar visibilidade às funções e às atividades do organismo produtor do arquivo, deixando claras as ligações entre os documentos”², enquanto a função da ordenação é “facilitar e agilizar a consulta aos documentos, pois, mesmo no que se refere a uma mesma atividade, e em relação a um mesmo tipo documental, os documentos atingem um volume significativo.”³ A complementaridade dessas duas formas de organização é importante para a compreensão da organicidade da documentação – ou seja, como ela foi formada e como os documentos se relacionam entre si – e para que a consulta ao material possa ser feita facilmente. Ao manter-se os três títulos organizados de forma cronológica, é possível cruzar referências das publicações, compreendendo como foram distribuídas, mas ainda mantendo a unidade de cada publicação. De acordo com o manual *Como Classificar e Ordenar Documentos de Arquivo*, disponível no site da Associação de Arquivistas de São Paulo:

Nenhum documento de arquivo pode ser plenamente compreendido isoladamente e fora dos quadros gerais de sua produção - ou, expresso de outra forma, sem o estabelecimento de seus vínculos orgânicos. Por consequência, a classificação torna-se condição para a compreensão plena dos documentos de arquivo – tanto a perspectiva de quem os organiza como de quem os consulta.⁴

² GONÇALVES, Janice. *Como classificar e ordenar documentos de arquivo*. São Paulo: Arquivo do Estado, 1998, p. 12.

³ *Ibid.*, p. 12.

⁴ *Ibid.*, p. 13.

Após essas considerações sobre a documentação, deu-se início ao processo de higienização e conservação preventiva. Estas são medidas que visam desacelerar a degradação do material através do controle do meio ambiental (temperatura e umidade) e tratamentos específicos à documentação (onde é acondicionado, a higienização e pequenos reparos, quando possível). Para entender como se dá esse processo, é preciso saber quais são, então, os maiores fatores ambientais que provocam a aceleração da degradação dos documentos: considerando que, neste caso, o material que recebemos no arquivo é papel, deve-se levar em conta a temperatura, a umidade relativa do ar e agentes biológicos.

Controlar a temperatura de onde se localiza o acervo é fundamental: a cada 10°C, a velocidade de muitas reações químicas é dobrada; incluído a do processo de deterioração. O mesmo acontece quando a umidade relativa do ar se encontra excessivamente alta: além de desencadear reações químicas, aumentam as chances da formação de colônias de fungos nos documentos. Já a situação oposta, com temperaturas e umidade muito baixas também provocam reações indesejadas à documentação: o papel apresenta distorções e fica ressecado. De acordo com manuais disponibilizados pela Associação de Arquivistas de São Paulo, o ideal é que a temperatura seja mantida em 20°C e a umidade relativa do ar de 45% a 50%⁵. Como a sala de arquivo disponível no CMA tem os aparelhos necessários para monitorar tais parâmetros, estas são as condições aproximadas de temperatura e umidade relativa do ar em que condicionamos a documentação do CAAL.

Outro fator ambiental que pode provocar a deterioração dos documentos é a radiação da luz. Como toda fonte de luz emite algum tipo de radiação, podendo a luz ser natural ou artificial, esta acaba provocando danos pela oxidação. O que vemos como consequência a essa exposição do material: papel se torna frágil e quebradiço, com manchas amarelas e escuras, as tintas começam a desbotar ou mudar de cor – e como tais danos são irreversíveis e podem fazer com que documentos fiquem ilegíveis, é imprescindível se atentar ao condicionamento do material. A sala do acervo histórico apresenta *insulfilm* em suas janelas, e são constantemente mantidas fechadas – reduzindo, então, a exposição à luz e o contato com ambientes externos, que podem eventualmente trazer agentes biológicos (como fungos, insetos e roedores) – e o material, guardado na sua maior parte em caixas, é exposto a luz apenas quando consultado.

Visto que o material que foi recebido não estava acondicionado sob as circunstâncias ideais, o processo de deterioração dos exemplares das primeiras décadas da publicação estava evidente: muitas folhas amareladas, quebradiças e com manchas. Ainda assim, a documentação estava legível e sem maiores danos – como a presença visível de fungos ou com mordidas de roedores – e, por isso, foi possível intervir para a estabilização do documento; isto é, performar certas ações no material para evitar que ele seja perdido. Para interromper a deterioração, então,

⁵ Informações técnicas extraídas do manual - CASSARES, Norma Cianflone. *Como fazer conservação preventiva em arquivos e bibliotecas*. São Paulo: Arquivo do Estado e Imprensa Oficial, 2000.

recomenda-se que o material seja higienizado e que, quando possível, pequenos reparos sejam feitos.

Como o material não apresentava grandes danos foi possível executar a higienização mecânica com as ferramentas disponíveis. Foi feita, portanto, a seco – em outras palavras, não usando qualquer tipo de solvente – e visando a redução da poeira, de partículas sólidas, incrustações, resíduos de excrementos de insetos ou quaisquer outros depósitos de superfície.

Assim, cada página da documentação foi tratada individualmente; o material usado na maior parte do tempo foi o pincel ou trincha, o bisturi, o extrator de grampo e borrachas. A trincha – cujas cerdas são de material de pH neutro – foi passada em cada folha; os outros materiais foram usados quando a página apresentava alguma avaria. Como muitos dos exemplares vieram grampeados, a ferrugem que os grampos apresentavam também estava nos papéis – o extrator, então, era usado para retirar os grampos e o bisturi para raspar a oxidação. Já a borracha foi passada em páginas mais escuras, com depósitos de poeira e outros materiais desconhecidos. Eventualmente, alguns jornais mais frágeis não puderam passar por todo o processo: como em boa parte da década de 1980 *O Patológico* foi veiculado em um papel muito fino, não foi possível raspar alguns dos exemplares com o bisturi, por exemplo, mesmo que ficasse evidente a oxidação no papel. Nestes casos, a prioridade foi manter a legibilidade do documento.

Após este extenso processo – ainda que a higienização tenha se mostrado relativamente simples, a documentação é volumosa – o material foi finalmente enviado para a digitalização, retornando após para ordenação por ano.

Digitalização, formato e acesso.

O que é a digitalização, segundo CONARQ, 2010.

Entendemos a digitalização como um processo de conversão dos documentos arquivísticos em formato digital, que consiste em unidades de dados binários, denominadas de *bits* - que são 0 (zero) e 1 (um), agrupadas em conjuntos de 8 *bits* (*binary digit*) formando um *byte*, e com os quais os computadores criam, recebem, processam, transmitem e armazenam dados.

De acordo com a natureza do documento arquivístico original, diversos dispositivos tecnológicos (*hardware*) e programas de computadores (*software*) serão utilizados para converter em dados binários o documento original para diferentes formatos digitais. No entanto, o produto dessa conversão não será igual ao original e não substitui o original que deve ser preservado.

A digitalização, portanto é dirigida ao acesso, difusão e preservação do acervo documental⁶.

A informação em formato digital, quebra a barreira do espaço físico, facilitando o acesso e potencializando a disseminação do documento, como é o caso d'O *Patológico*.

A digitalização é uma das ferramentas essenciais e atuais ao acesso e à difusão dos acervos arquivísticos, além de contribuir para a sua preservação, uma vez que restringe o manuseio aos originais, constituindo-se como instrumento capaz de dar acesso simultâneo local ou remoto aos seus representantes digitais (conforme CONARQ, 2010).

Moreira, 2007 cita que “a digitalização isoladamente ainda não é vista como uma solução para preservação de documentos”⁷ doze anos depois os conceitos se ajustaram, as padronizações de formatos consolidam, e já se pode afirmar o uso da digitalização de documentos digitais de longo prazo para preservar o original.

Segundo a CONARQ, 2010. A digitalização tem como benefícios:

- melhorar o **acesso à informação**;
- permitir o **intercâmbio de acervos documentais** e de seus instrumentos de pesquisa por meio de redes informatizadas;
- promover a **difusão e a reprodução dos acervos arquivísticos não digitais**, em formatos e apresentações diferenciados do original;
- **auxiliar na preservação e na segurança** dos documentos originais que estão em suportes não digitais, por reduzir seu manuseio.

A parceria entre FCM e SIARQ foi ao encontro às recomendações da CONARQ, onde:

os gestores das instituições arquivísticas e os demais profissionais envolvidos deverão levar em consideração os custos de implantação do projeto de digitalização, compreendendo que um processo como este exige necessariamente um planejamento com previsão orçamentária e financeira capazes de garantir a aquisição, atualização e manutenção de versões de *software* e *hardware* a adoção de formatos de arquivo digitais e de requisitos técnicos mínimos que garantam a preservação e a acessibilidade a curto, médio e longo prazo dos representantes digitais gerados⁸.

Neste contexto o SIARQ já possuía toda a infraestrutura de equipamentos de *scanners*, software especializados e pessoal qualificado na área de projetos de digitalização, capacitando

⁶ CONSELHO NACIONAL DE ARQUIVOS - CONARQ. *Recomendações para digitalização de documentos arquivísticos permanentes*. Brasil: CONARQ, 2010, p. 05-06.

⁷ MOREIRA, Alexandra et al. *Digitalização de manuscritos históricos: a experiência da Casa Setecentista de Mariana*. Ci. Inf. [online]. 2007, vol.36, n.3, p. 98.

⁸ CONSELHO NACIONAL DE ARQUIVOS - CONARQ. *Recomendações para digitalização de documentos arquivísticos permanentes*. Brasil: CONARQ, 2010, p. 04.

assim a estagiária da FCM, a qual operou a captura das imagens (digitalização) e a migração de formatos de captura, sendo utilizado o JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) 300dpi migrando para o OCR (Reconhecimento Óptico de Caracteres), transformando imagem dos jornais em texto pesquisável.

Padrão de digitalização: PDF/A

O formato final que foi adotado para o jornal foi o PDF/A (Portable Document Format / Archive - ISO 19005-1:2005 Document management - Electronic document file format for long-term preservation), que está sendo utilizado como opção de guarda e acesso dos documentos digitalizados neste projeto, incluindo o uso do ABBYY FineReader (OCR), formato de software de OCR que permite pesquisa de conteúdo do documento, facilitando a localização de assuntos tratados quando se trata de documentos textuais digitalizados.

CONARQ, 2016, Cita que

O formato PDF/A atende à produção dos documentos textuais e imagéticos paginados, permitindo manter sua forma fixa e conteúdo estável.

As características do PDF/A tem incentivado o seu crescente uso pelas organizações, governos e pessoas. No Brasil, o PDF/A é um dos formatos de arquivo adotados pelo governo federal, previsto nos Padrões de Interoperabilidade de Governo Eletrônico (e-PING).

A Câmara Técnica de Documentos Eletrônicos – CTDE, no intuito de orientar os órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Arquivos – SINAR/CONARQ, vem por meio desse documento, fornecer subsídios para a melhor utilização do PDF/A⁹.

Conforme o Jusbrasil apud TRT24

O padrão “PDF-A” é um formato de PDF desenvolvido pelo Adobe Systems (com direitos autorais cedidos), denominado *Archive*, que possui embutido no próprio arquivo, todas as suas características, ou seja, qualquer leitor de PDF não precisará utilizar fontes externas ao arquivo para abri-lo. Existem diversas versões de PDF/A - 1, 1a, 1b e 2, todas são implementações de novas funcionalidades¹⁰.

O formato PDF/A viabiliza toda a preservação digital e possibilita uma boa disseminação, apesar de deixar o documento digital com maior número de *meças*, pois carrega as fontes tipográficas, tornando mais demorado o processo de captura e de *download* pelo usuário, mas

⁹ CONARQ/CTDE. **Recomendações de uso do PDF/A para Documentos Arquivísticos**. Orientação Técnica nº 4. Outubro de 2016, p. 02.

¹⁰ JUSBRASIL. *PJe-JT: dicas para encaminhar petições em formato PDF-A*. Disponível em: <<https://oabms.jusbrasil.com.br/noticias/112218818/pje-jt-dicas-para-encaminhar-peticoes-em-formato-pdf-a>>. Acessado em: 20 mai 2019.

diminuindo os custos de armazenamento em um único formato que na digitalização é usado o arquivo para preservação e para acesso. Em alguns projetos de digitalização é adotado como padrão a imagem matriz em TIFF e para acesso o PDF/Pesquisável, porém esse padrão requer a manutenção de dois formatos distintos, muitas vezes podendo inviabilizar o projeto.

A resolução da digitalização determina a qualidade da visualização do documento e também a qualidade do software “entender” a imagem e transformar em texto, pois isso é necessário que esse processo seja definido e neste projeto foi usada a digitalização em 300dpi (dots per inch), *color*, para deixar o documento mais próximo ao original e essa resolução foi satisfatória para o Jornal, e quanto maior o número de *dpi*, mais isso pode impactar no armazenamento de *storages* (armazenamento), porém os testes neste projeto determinaram tal resolução. Todo o processo de digitalização, antes mesmo de efetuar qualquer digitalização, faz necessário que a documentação seja higienizada rigorosamente, para que sujeiras, grampos e outros não danifiquem os *scanners*.

A utilização da matriz em *JPEG* (ou *JPG*) foi adotada, pois é o formato de imagem mais comum usado por câmeras digitais e outros dispositivos de captura de imagem, além de ser um formato de baixa compressão pouco perceptível na perda de qualidade da imagem, já que seria migrado para o PDF/A, como citado acima.

O projeto levou em consideração recomendações do CONARQ e de outras instituições no que se refere a padrões de formatos, utilizou-se a literatura específica na área de digitalização de documentos textuais, especificamente o CONARQ, 2010.

Considerações Finais.

Esse artigo relata a importância da digitalização do acervo de um jornal universitário, contribuindo para a preservação da memória, onde a digitalização, seguindo normas estabelecidas vem para, melhorar o acesso à informação, permitir o **intercâmbio de acervos documentais** e de seus instrumentos de pesquisa por meio de redes informatizadas; promover a **difusão e a reprodução dos acervos arquivísticos não digitais**, em formatos e apresentações diferenciados do original; **auxiliar na preservação e na segurança** dos documentos originais que estão em suportes não digitais, por reduzir seu manuseio.

O processo de higienização e conservação preventiva, também, são medidas que visam desacelerar a degradação do material através do controle do meio ambiental (temperatura e umidade), sendo que a documentação original (papel) deve ser preservada e mantida em condições ideais para sua longa duração.

Todo este processo de conservação e disponibilização do acervo viabiliza a preservação da memória estudantil e estimulam as pesquisas acadêmicas. Um trabalho de iniciação científica com docente da área de saúde coletiva, em conjunto com acadêmico de medicina e profissionais do CMA/FCM foi iniciado com o objetivo de analisar os temas apresentados nos periódicos acadêmicos. A análise busca destacar as temáticas em bioéticas e seus desdobramentos nos artigos existentes no periódico do CAAL.

Portanto, com uso padronizado das tecnologias aos acervos documentais e a preservação dos originais, novos conhecimentos científicos e históricos são estimulados e acessados mais facilmente pelos pesquisadores.



ARTIGOS – ARTICLES

Construção do pensamento e das práticas científicas

Ricardo Angelo Monteiro Canale

Prof. Licenciado em Matemática - USP
ricardo.canale@usp.br

Como citar este artigo: Canale, Ricardo Angelo Monteiro. “Construção do pensamento e das práticas científicas”. Khronos, Revista de História da Ciência, nº 7, pp. 67-80. 2019. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: Este artigo tem por pretensão analisar a construção e o processo do pensamento e do conhecimento científico e suas práticas na era industrial e pós-industrial. Além disso, o artigo demonstra a relação entre os diferentes grupos científicos e suas práticas (*e.g.* teórica, experimental ou instrumental) para: i) a troca de objetos de conhecimento e divulgação científica; ii) a formação crítica dos sujeitos; iii) o desenvolvimento do Estado; e iv) a dominação social.

Palavras-chave: Ciência. Pensamento científico. Difusão e divulgação do conhecimento científico. Zonas de troca. Estado e sociedade.

Construction of thought and practices from science

Abstract: This article has the intention to analyse the construction and process of thought and scientific knowledge and its practices in the industrial and post-industrial ages. Moreover, it demonstrates the relation between different scientific groups and their practices (*e.g.* theoretical, experimental or instrumental) to: i) the exchange of objects of knowledge and scientific divulgation; ii) the critical formation of the subjects; iii) the development of State; and iv) the social domination.

Keywords: Science. Scientific thought. Diffusion and divulgation of scientific knowledge. Trading zones. State and Society.

Introdução

Desde os primórdios da Ciência, o debate sobre a forma do desenvolvimento científico e de se pensar Ciência é intenso. Muito já foi feito a respeito para trazer uma compreensão mais clara de como isso se dá diante da realidade que, conforme Victor Von Stenger¹, é um dos limites possíveis para a Ciência. Neste ensejo, há uma célebre frase do matemático John Von Neumann, que nos afirma que “As ciências não tentam explicar, elas nem sequer tentam interpretar, elas, principalmente, fazem modelos. Por modelo entende-se uma construção matemática que, com a adição de certas interpretações verbais, descreve fenômenos observados. A justificativa de tal construção matemática é unicamente e precisamente a que se espera que funcione” (John Von Neumann *apud* Stenger, 2007, prefácio, p. 9, tradução livre)².



Figura 1 – ilustração do pensamento científico da Istockphoto/thinkstock, reproduzida pelo blog Futurism. Disponível em <<https://futurism.com/free-science-the-best-free-courses-and-databases-on-the-internet/>>. Acessada em 04 mai. 2018.

Culturalmente, costuma-se separar e classificar as coisas em dois grandes blocos, e com a comunidade científica também não é diferente e no final da era industrial surgem duas grandes correntes lógicas de pensamento que influenciaram o pensamento científico e o seu desenvolvimento, a positivista e a antipositivista³.

Apesar de serem correntes de pensamento distintas, há um fator em comum entre elas: a ideia de padronizar as Ciências e a sua transformação em etapas e formas pré-estabelecidas

¹ Vide STENGER, V. J. *God: the failed hypothesis – How science shows that God does not exist*. 1. ed. Amherst: Prometheus Book, 2007. 294 p.

² Retirada originalmente em: STENGER, V. J. *Op. cit.* p. 9. Original em inglês: “The sciences do not try to explain, they hardly even try to interpret, they mainly make models. By a model is meant a mathematical construct which, with the addition of certain verbal interpretations, describes observed phenomena. The justification of such a mathematical construct is solely and precisely that it is expected to work”. (John Von Neumann *apud* Stenger, 2007, prefácio, p. 9).

³ Este ainda é um termo discutido dentro da Filosofia. Há um embate de ideias em torno dos racionalistas e dos pós-modernos sobre a utilização do termo antipositivismo como linha contrária aos paradigmas positivistas.

(como se fossem regras impostas), separando também os diferentes grupos científicos, sejam eles teóricos, experimentais ou mesmo instrumentalistas.

Necessidade de se repensar a forma de se fazer e praticar a ciência: novos modelos

A Ciência — em especial as Factuais ou Experimentais (a exemplo da Física, Química e Biologia) e as Formais (como a Matemática e a Lógica) — não nasceu como algo homogêneo. Ainda é praxe fazer a divisão cultural da Ciência em dois grandes blocos, sendo eles: Naturais e Humanas. Essa desunião dos blocos faz com que a Ciência se desestabilize, gerando lacunas comunicativas e de troca entre as mais diferentes áreas, tendo como consequência a “desregulação” do desenvolvimento científico. Estas concepções vão de encontro com as duas maiores correntes da era pós-industrial, que influenciaram e se firmaram na forma de se fazer ciência: a lógica positivista e a antipositivista (ou “pós-positivismo”).

A lógica positivista ou simplesmente positivismo⁴, é considerada a primeira grande proposta contemporânea para base de reflexões filosóficas e científicas. Ela foi concebida por Isidore Auguste Marie François Xavier Comte, e tem por pressuposto a padronização entre as ciências e a constituição de um modelo rígido/imutável de leis e etapas pré-definidas para fazer Ciência, passando das bases observacionais para a teoria, seguido pela experimentação laboratorial e depois para a instrumentação, não deixando espaço para qualquer movimentação entre as etapas, independente da necessidade de momento.

Além disso, o positivismo tenta explicar a necessidade da unidade científica, tendo como direcionamento as bases observacionais. Tais propostas podem gerar um tipo de “freio” ao desenvolvimento científico, pois dificultam a comunicação entre diferentes áreas e práticas científicas, impossibilitando melhores zonas de troca para ampliar o campo de atuação científica e implicando em uma simplificação da teoria para a experimentação e da experimentação para a instrumentação. Alguns filósofos da Ciência, como Thomas Samuel Kuhn, Paul Karl Feyerabend e Peter Lois Galison, mostram que há mudanças e movimentações entre as teorias e as experiências, não havendo ordem correta fixa das coisas, variando conforme a necessidade de análise. Em outras palavras, cada prática ou área da Ciência, seja ela teórica experimental ou instrumentalista, possui características próprias e variam conforme as necessidades e contextos.

Outro grande problema a ser apontado no positivismo é que essa concepção busca suprimir os sentidos da metafísica, exaltando o valor da Ciência como produtora de conhecimento e único guia para a Filosofia e para a vida. Além disso, exclui a Filosofia e a Metafísica como parte da Ciência. Para os adeptos desta linha, não há uma complementação, mas apenas

⁴ Como curiosidade: o positivismo serviu como fonte para as ideias de formação republicana brasileira, através do militar, engenheiro e político Benjamin Constant Botelho de Magalhães, sendo o lema “Ordem e Progresso”, da bandeira brasileira, baseado nesta linha de pensamento.

estágios excludentes. Por exemplo, no primeiro enaltece a explicação divina para a natureza (resultado do conhecimento teológico), o segundo enaltece explicações por ideias abstratas (que são resultados do conhecimento metafísico e filosófico) e no terceiro enaltece a Ciência e a razão como os únicos pilares para a construção de uma sociedade justa, civilizada evoluída. Porém, o problema é que a metafísica é essencial para a Ciência, pois é válido lembrar que os pressupostos científicos são metafísicos e os postulados são filosóficos, ou seja, a base da Ciência é filosófica – na visão positivista, a ideia de uma Filosofia e da metafísica a serviço do conhecimento racional seria excludente.

Já o antipositivismo ou lógica antipositivista – que surge contrariando os paradigmas científicos da lógica positivista – traz o conceito de que a desunião das Ciências causa instabilidade não havendo protocolo fixo entre as linguagens da teoria e do experimento na Ciência. Mas há uma falha dentro do antipositivismo ao reinterpretar a grande valorização das concepções teóricas e rejeitando o empirismo, que é marco da Filosofia da Ciência como disciplina acadêmica de valor filosófico e histórico.

Tanto no positivismo quanto no antipositivismo não se nota a necessidade da interação entre as diferentes áreas e práticas científicas, como demonstram as recentes literaturas científicas, que trazem consigo a ideia das experimentações para além de colher dados e/ou confirmar (ou refutar) alguma teoria. Fazer essas separações ou então enrijecer os sistemas práticos na Ciência torna-se uma forma de refrear o conhecimento científico.

Como exemplos da importância de haver “maleabilidade” entre as diferentes práticas científicas, zonas de trocas e redução dos protocolos de linguagem⁵, temos: I) a descoberta dos elétrons, prótons, nêutrons, e suas ligações eletromagnéticas, onde se fez um esforço considerável entre as áreas da Física de partículas, a Matemática e a Química inorgânica; II) o caso do projeto da *Bletchley Park*, no Reino Unido, para a quebra do código criptográfico da máquina alemã Enigma durante a II Guerra Mundial, que “obrigou” matemáticos, militares e engenheiros a trabalharem juntos no mesmo local, fazendo a transição entre teorias e práticas; III) a Teoria Quântica de Campos (Equações de Einstein-Maxwell-Dirac) e a utilização da mecânica quântica, que surgiu devido às dificuldades da termodinâmica e do eletromagnetismo em prever corretamente como se fazia a distribuição da frequência em torno da teoria do corpo negro; IV) a teoria dos fractais, em que auxilia na construção de computadores cada vez mais rápidos, através do desenvolvimento da computação quântica e da Matemática; e V) os mapas de Poincaré no desenvolvimento de Sistemas Dinâmicos e da Matemática Discreta. Muitos desses fatos, por sinal,

⁵ Como observação: isso é algo complexo dentro das Ciências Factuais (ou Experimentais). Por exemplo, o conceito de Energia em Física é diferente do considerado em Química. No primeiro, é a capacidade de transformar força em trabalho. Já no segundo, é a atração das ligações químicas entre os átomos.

eram considerados paradigmas científicos que, após serem quebrados, puderam desenvolver ainda mais a Ciência como um todo.



Figura 1 – Reprodução da cena do filme "The Imitation Game" ("O Jogo da Imitação"), de Graham Moore e Morten Tyldum, onde um grupo de cientistas e engenheiros, liderados pelo matemático Alan Mathison Turing, no projeto Bletchley Park, estão trabalhando na decodificação da máquina alemã de criptografia "Enigma". Imagem divulgada pelo sítio eletrônico HistoryExtra, da BBC History Magazine e BBC World Histories Magazine, em notícia publicada em 04 nov. 2014, às 11h17min. Retirada em: <<https://www.historyextra.com/period/second-world-war/10-things-you-didnt-know-about-alan-turing-and-bletchley-park/>>. Acessada em: 05 mai. 2018

Ao analisarmos os fatos exibidos até agora, notamos a necessidade de elaborar uma nova maneira de se pensar em Ciência, onde haja maior amplitude e “plasticidade” entre as áreas e que reduza os problemas de linguagem entre elas.

Neste sentido, há uma proposta de Peter Lois Galison⁶ a ser considerada: ele propõe um novo modelo fundamentado nos conceitos de “coordenação local” (conceito desenvolvido por Galison para explicar o que ocorre, em particular, com cada comunidade e práticas científicas), que possibilita a troca de informações e conhecimento entre as diferentes práticas, conforme as necessidades e contextos vigentes. Para isso, Galison explica as diferenças entre as práticas teóricas, experimentais e instrumentalistas, denominando-as como “subculturas” (termo

⁶ Vide GALISON, P. Trading zones. Coordinating action and belief. In: BIAGIOLI, M. *The Science Studies Reader*. 1. ed. London: Routledge, 1990, pp 137-160. Disponível em: <www.ccd.rpi.edu/eglash/sst/galison.pdf>. Acessado em: 28 abr. 2018.

da antropologia) da sua própria cultura, e as conjecturas que tornam a necessidade de interlocuções e conexões dessas para uma melhor forma de poder conceber o pensamento científico. Galison considera tais conceitos como uma “zona de troca”, e elas ocorrem devido às condições de forças ideológica e local.

Para Galison, um processo “coordenativo local” (conceito desenvolvido por Galison para esmiuçar o que ocorre em particular com cada comunidade e prática científica) se faz por interceptação dessas “zonas de troca”, que possibilitam a interligação e interlocução entre determinados objetos de conhecimento e necessidades. Para tanto, um exemplo trazido por ele é sobre o *Rad Lab* (Laboratório de Radiação, do *Massachusetts Institute of Technology – MIT*) – que foi um laboratório privado para estudo e fabricação de radares de micro-ondas (do espectro eletromagnético) e também para elaboração de estratégias de guerra – que, devido às condições da II Guerra Mundial, obrigaram físicos e engenheiros a trabalharem juntos no mesmo local, fazendo transições entre teorias e práticas distintas entre si. A importância do conhecimento científico e a valorização das diferentes práticas científicas como instrumento de desenvolvimento estatal e de dominação.

A importância do conhecimento científico e a valorização das diferentes práticas científicas como instrumento de desenvolvimento estatal e de dominação

Na era pós-industrial, há diversas formas de se pensar e fazer Ciência. Contudo, como diziam Michel Foucault, Antonio Gramsci e Dominique Pestre, a detenção do conhecimento e sua má utilização, pode servir como forma de dominação de um povo.

O debate sobre o papel social e ético da Ciência e suas práticas com o mundo político – sobretudo com as políticas de Estado e de mercado –, é recorrente desde a introdução das sociedades industriais. Todavia, isso nunca teve um tratamento adequado como ocorre ultimamente. De acordo com Pestre⁷, observa-se que há quatro tendências dominantes sobre prática científica e a política, sendo elas: i) a ciência como sistema de conhecimento e tendências para produção de desenvolvimentos disciplinares e de conceitos; ii) a ciência como sistema de práticas técnicas; iii) a interface científica e a intersecção dela com questões relacionadas com as políticas públicas; e iv) a relação da ciência com o militarismo, especialmente as relacionadas com os contextos das guerras do século XX.

Essas tendências serviram como base nas relações entre os modelos de produção e divulgação científica com os aspectos e interesses políticos envolventes.

⁷ Vide PESTRE, D. Science, Political Power and the State. In: KRIEGE, J.; PESTRE, D (Eds.). *Science in the Twentieth Century*. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 1997. pp. 61-65.



A exemplo do que mostra Pestre, as subordinações das universidades com as políticas de interesse estatais (exemplo dos casos da *Ecolè Polytechnique*, de Paris, e da *Physikalische Technische Reichsanstalt*, em Berlim, e a importância de suas pesquisas no desenvolvimento de seus respectivos países); a transformação das pesquisas e dos meios de divulgação científica em negócios; a função das ciências dentro das indústrias e do âmbito social (a exemplo da construção da bomba atômica na II Guerra Mundial, o fator reducionista em torno da Biomedicina e o uso da Estatística para análise de dados em benefício da ideologia hegemônica); e as tentativas de retirar a neutralidade da Ciência, que serve como forma de refrear, em parte, o progresso científico.

Conforme se pode observar, o desenvolvimento científico atrelado aos modos de produção tem sua importância na História. Contudo, deve-se ter cautela e uma análise criteriosa das interconexões entre os contextos e objetivos da vida política com as práticas científicas.

No decorrer da história, pôde-se perceber como as interconexões de áreas (em especial o uso de laboratórios especializados) serviram para o desenvolvimento de diversos Estados e nações.

Neste sentido, pode-se fazer uma análise, por exemplo, sobre o início do período ditatorial do Estado Novo português⁸ e das políticas aplicadas em suas colônias.

De acordo com Tiago Figueiredo Saraiva⁹, para que este regime possuísse estabilidade, foram desenvolvidas políticas no setor produtivo agrícola, com a finalidade de converter o território português em uma produtiva máquina tradicionalista que dependesse do cultivo da terra como fonte de toda a virtude nacional, trazendo como exemplo a reformulação da Estação Experimental Agrícola Nacional, do Ministério da Agricultura, colocando-a como um dos principais órgãos para a gerência do Estado, até mesmo mudando sua forma arquitetônica, e dos laboratórios bem como a criação das campanhas nacionais da produção de trigo e tremoço, principais produtos de cultivo e exportação de época.

Nesse período, houve enfoque nos trabalhos dentro dos laboratórios em conjunto com os processos teóricos e instrumentais para criação de novas políticas públicas de Estado, tornando-se eficaz a forma de compreender a paisagem em mudança em Portugal e interagindo com o meio ao redor, na intenção de gerar uma autossuficiência produtiva, permitindo, assim, um controle sobre as terras e também sobre a mão de obra local que, infelizmente, não detinham muito conhecimento técnico de toda a paisagem e seus elementos, dando aos engenheiros e cientistas portugueses e europeus um papel importante no desenvolvimento do Estado e do regime vigente, em Portugal. Ainda conforme Saraiva, tomando-se como exemplo a transcrição gráfica dos territórios coloniais e sua vegetação por meio de laboratórios, amostras e análises instrumentais, e também de especialistas na construção de extensas redes de produção local e do trabalho escravagista – como foram os casos de Moçambique e de São Tomé e Príncipe –, com a função de gerar riqueza à Metrópole, demonstra como as paisagens e as potencialidades de dominação podem ser alteradas dentro dos trabalhos laboratoriais e instrumentais.

Um outro exemplo nesse mesmo sentido é de como as ciências agrônômicas – em especial as técnicas de plantio, experiências agrônômicas e a botânica – e a constituição de um espaço tropical como um vasto campo investigativo, serviram para um processo de intervenção, disciplinamento e controle das colônias tropicais do Império francês, entre os séculos XIX e XX.

⁸ Conforme conversas pessoais com a professora Doutora Ana Simões, da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL), Portugal nunca esteve em destaque nas comunidades internacionais científicas. Portugal vem tentando desenvolver trabalhos de qualidade na área, bem assim como de produção historiográfica, com a finalidade de se colocar como um país de centro de desenvolvimento científico e como nação de produção científica de fato, sobretudo na Europa.

⁹ SARAIVA, T. Laboratories and Landscapes: The Colonization of Portugal and Mozambique in the Twentieth Century. *Journal of History of Science and Technology (HoST)*, vol. 3, 2009, pp. 7-39. Disponível em: <http://johost.eu/vol3_fall_2009/vol3_ts2.htm>. Acessado em: 05 mai. 2018.

Tais fatos sugestionam como a Ciência se constrói *pari passu* à economia mundial. Pode-se notar como os laboratórios serviram como centros de controle dos fenômenos naturais, bem assim como a prática do trabalho disciplinar, da ética e da amostragem de precisão.

Conforme Christophe Bonneuil¹⁰, a situação colonial nas zonas tropicais impulsionou os cientistas europeus a buscarem novas formas de produção com o objetivo de obter riquezas comercializáveis (*e.g.* minerais, marfim, cacau, amendoim, borracha e madeira), tendo como base os pressupostos constituídos na revolução agrícola (*e.g.* rotatividade de cultura em círculos). Para tanto, Bonneuil traz como exemplo a produtividade das colônias francesas do oeste africano, no final do século XIX, que era onde se encontravam as principais fontes de aquisição desses produtos comercializáveis de alto custo, e de como a botânica contribuiu fortemente para uma rica compreensão do clima, da fitogeografia, do potencial agricultável das variadas zonas tropicais e estabelecimento de calendários de agricultura e horticultura, sendo isso um claro elemento essencial para o desenvolvimento da agricultura colônia, da institucionalização das ciências além-mar e da dominação territorial e dos trabalhadores locais.

Segundo Bonneuil, o conhecimento territorial, em especial o do solo, da dinâmica da agricultura local e da modernização induzida dos processos agricultáveis, eram de suma importância para angariar apoio nos programas de colonização e promover também a migração imposta de mão de obra para as áreas de fronteiras agrícolas, tendo como consequência a criação de um câmbio desigual e geração de riquezas ao Império francês em relação às suas colônias. Através disso, Bonneuil nos traz o exemplo do comprometimento da coleta dos nomes das novas descobertas exploratórias por meio dos grupos viajantes que tinham, interligados às novas instalações, função de incorporar o conhecimento nativo, as atividades comerciais e a ciência botânica a um quadro abrangente de influência local e global, como ocorreu com a produção de amendoim em Senegal e da borracha na Indochina francesa¹¹, especialmente na região que hoje corresponde ao Vietnã.

A partir do que foi elucidado a respeito dos estudos e análises de Saraiva e Bonneuil, observa-se o papel do conhecimento científico e das práticas e objetos laboratoriais experimentais como uma forma de dominação e de ajustes de processos de intervenção, disciplinamento e controle em relação à propensão administrativa direta das Metrôpoles às suas colônias, dependendo de seus objetivos e da maneira como eles são postos em prática.

¹⁰ Vide BONNEUIL, C. *Crafting and Disciplining the Tropics: Plant science in the French colonies*. In: KRIEGE, J.; PESTRE, D (Eds.). *Science in the Twentieth Century*. Amsterdam: Harwood Academic Publishers, 1997. pp. 77-96.

¹¹ Região da Península Indochinesa, no sudeste asiático, colonizada pelos franceses até meados do século XIX e começo do século XX. Atualmente, essa região é compreendida por Vietnã, Laos e Camboja.

Até aqui, pôde-se perceber que, conforme se faz e pensa Ciência, pode servir tanto como um meio de avanço, superação de paradigmas e libertação de conhecimento quanto como forma de dominação e controle de um povo.

A partir disso, pode-se também falar a respeito do papel da divulgação científica nos meios populares, tendo sob óptica a influência da ideologia hegemônica e da falta de incentivo à alfabetização científica de maneira pedagógica, popular e libertadora.

Um dos pressupostos da divulgação científica é a popularização da Ciência e a geração de pensamento crítico. É com apoio da divulgação científica que se chama a atenção para o que de fato seria a Ciência, suas raízes, práticas e como ela se dá. Isto é, a divulgação científica tem potencial de objeto-ferramenta na alfabetização e letramento científico, auxiliando na potencialidade do raciocínio lógico-dedutivo, na leitura e interpretação de texto e também na formação crítica do sujeito. Raramente as divulgações científicas são promovidas de maneira pública, popular e fácil, com documentários em linguagem simplificada, compêndios e noticiários massivos ou mesmo colóquios e seminários que consigam ao mesmo tempo abordar conteúdos complexos e trazer consigo leigos e entusiastas que estejam por fora das especificidades de tais conteúdos. Mais raro ainda se faz presente as conceituações fenomenológicas das ciências de forma geral. Muitas vezes se observa apenas algo atrelado diretamente às divulgações para grupos especializados ou de uma elite letrada, mesmo com os avanços que se tem obtido com os meios de comunicação de massa. Ou então, quando divulgado de maneira popular, como o caso da descoberta do Bóson de Higgs (rotulado erroneamente de “partícula de Deus”), há a aplicação não adequada de termos e conceitos devido à dificuldade da alfabetização científica popular e também da participação ativa de revisão científica dentro dos meios de comunicação de massas.

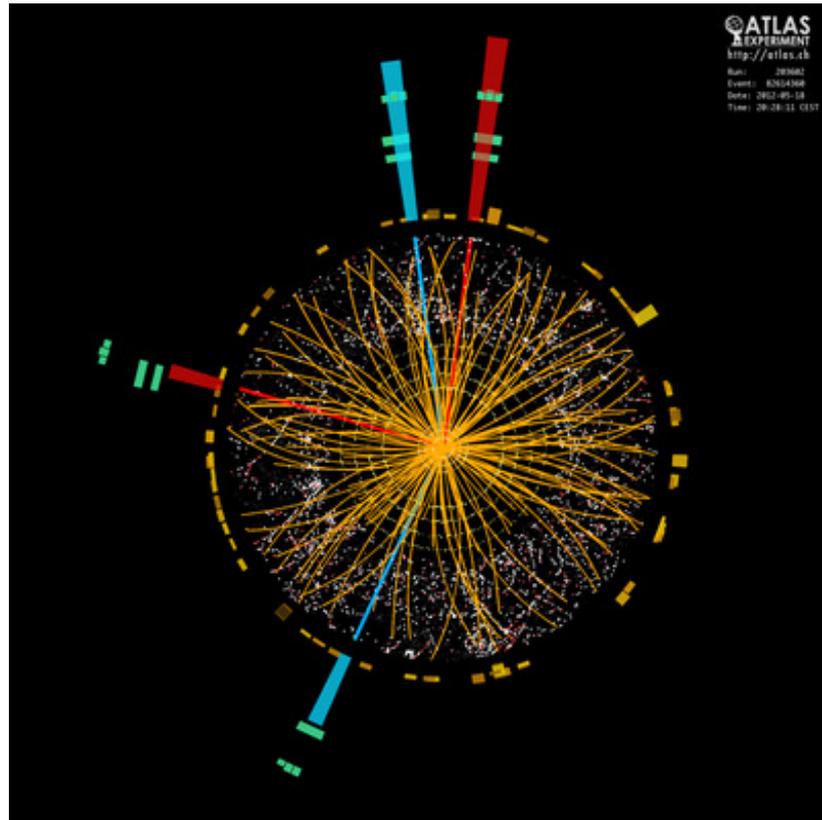


Figura 3 – Fotografia do Bóson de Higgs, colhida através do teste ATLAS, no Grande Colisor de Hádrons, divulgada pela Organização Europeia para a Pesquisa Nuclear (antigo Conselho Europeu de Pesquisa Nuclear – CERN), reproduzida pela Revista Galileu, do grupo Globo, em notícia de 02 set. 2015, às 16h09min, com atualização da reportagem feita às 16h09min09s, pelo repórter André Jorge de Oliveira. Retirada em: <<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2015/09/boson-de-higgs-divulgada-foto-mais-nitida-da-particula.html>>. Acessada em: 06 mai. 2018.

De maneira geral, o que se tem costume de divulgar sobre ciência nos meios de comunicação de massa são as maiores tendências para ganho de adeptos, a exemplo de coisas práticas no dia a dia, ficção científica ou sobre algum fato que diz respeito aos astros. A exemplo disso pode-se citar o fenômeno de conjunção planetária Vênus-Júpiter, ocorrido em 30 de junho de 2015, que é um fenômeno raro, em que não houve quase nenhuma divulgação nos meios de comunicação de maior impacto. Outro exemplo neste sentido é sobre a erradicação total da transmissão vertical do HIV (*Human Immunodeficiency Virus*)¹² em Cuba, no ano de 2015, conforme dados oficiais da Organização Mundial da Saúde (OMS)¹³ e da Organização Panamericana da Saúde (OPS)¹⁴, que, devido ao boicote político e econômico à Ilha, houve pouca divulgação do fato. Ao invés disso, no que diz respeito à mídia brasileira, dá-se maior respaldo ao que envolve pequenos fatores práticos para o bem-estar, como parte de estética e de pequenos cuidados

¹² Vírus da Imunodeficiência Humana (VIH), em português.

¹³ Vide AYUSO, S. *Cuba é o primeiro país a eliminar a transmissão do HIV de mãe para filho*: OMS diz que ilha conseguiu feito inédito de erradicar a transmissão do vírus e da sífilis. El País, Saúde, 30 jun. 2015. Disponível em: <https://brasil.elpais.com/brasil/2015/06/30/ciencia/1435677308_417885.html>. Acessada em: 05 mai. 2018.

¹⁴ *Ibidem*.

na saúde pessoal, a exemplo do fato de se lavarem as mãos ou então sobre algum produto inovador no mercado para peles ressecadas.

Nos casos exemplificados anteriormente, com relação à mídia brasileira, foram melhores divulgados em meios muito específicos da área ou então em *blogs* e sítios eletrônicos independentes ou através de órgãos governamentais envolvidos com os temas, como, por exemplo, o Ministério da Saúde (MS) e o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), hoje, Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação e Comunicações (MCTIC). Um outro exemplo neste sentido é o caso do ingresso do Brasil na elite da Matemática mundial¹⁵, por meio de sua inserção no Grupo 5, da International Mathematical Union¹⁶ (IMU), através de um trabalho primoroso em conjunto feito pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) e a Sociedade Brasileira de Matemática (SBM), que ainda teve uma divulgação escassa nas mídias comunicativas de massa, mas que foi mais adequadamente noticiado pelos órgãos oficiais, incluindo o próprio IMPA e a SBM.

Atualmente, o Brasil tem tido uma série de dificuldades com relação à promoção da educação científica e de sua divulgação. Isso ocorre por uma série de fatores, sendo eles: falta de incentivo financeiro, falhas na linguagem de comunicação, político, fundamentalismo teocrático, sensacionalismo midiático, entre outros. Tem-se visto ainda problemas em campanhas básicas sanitárias e disseminação de notícias falsas entre pessoas em meios de comunicação e de troca de informações populares que, sem um preparo adequado dos órgãos públicos e também de uma divulgação científica ampla e coerente, tem permitido retrocessos no país que tem custado a vida de pessoas, como, por exemplo, o aumento de doenças graves como poliomielite, difteria e rubéola, que haviam sido erradicadas há mais de 20 anos no país¹⁷. Ou seja, por dificuldades como as supracitadas, demonstra-se uma certa urgência da implementação de melhorias e ampliação dos meios de divulgação e difusão científica. Além disso, faz-se válido ressaltar que tais ações populares se fazem também como questionamentos do papel do cientista na sociedade e do próprio valor do conhecimento científico, tendo ainda a dificuldade de encontrá-los como práticas sociais e exercícios da dialética social e de incursão social à natureza do saber científico.

¹⁵ Pode ser conferido em: IMPA. *Brasil é promovido à elite da matemática mundial*. IMPA, 25 jan. 2018. Disponível em: <<https://impa.br/page-noticias/brasil-e-promovido-a-elite-da-matematica-mundial/>>. Acessada em: 10 jul. 2018.

¹⁶ União Matemática Internacional, em português.

¹⁷ Vide MODELLI, L. *Sarampo, pólio, difteria e rubéola voltam a ameaçar após erradicação no Brasil*. O sarampo era considerado uma doença erradicada no Brasil desde 2016, quando a Organização Mundial da Saúde (OMS) identificou que o país estava havia um ano sem registro de casos do vírus. Mas isso mudou neste ano: boletins recentes da entidade advertem que está em curso um surto da doença, altamente contagiosa e que pode levar à morte de crianças pequenas ou causar sequelas graves. BBC News Brasil, 7 jul. 2018. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-44706026>>. Acessada em: 08 jul. 2018.

Considerações finais e “novos” rumos para a ciência: retomada ao gosto do saber pelo saber

No decorrer da história da Ciência, observa-se que a Ciência tem um importante papel para o desenvolvimento e aprendizado da Humanidade.

A partir do que foi exposto, podemos concluir ser necessário repensar o desenvolvimento científico e a comunicação entre as ciências, tendo um olhar ao progresso da humanidade. Além disso, observa-se que ainda há uma necessidade constante na luta pela manutenção da neutralidade científica e também da independência das pesquisas, tendo por finalidade o progresso intelectual, a liberdade dos indivíduos, o avanço social e a manutenção da soberania nacional. Para tanto, devem ser implementados trabalhos na área de alfabetização científica desde tenra idade escolar, com a finalidade de promover o saber crítico e possibilitar observar que a Ciência não é apenas um amontoado de ideias jogadas ao vento ou simplesmente descobertas de mentes mirabolantes. Essa alfabetização científica precisa ter como viés a formação crítica do sujeito e que traga à tona a natureza das ciências como um processo de construção factível e de investigação. Para que isso ocorra de forma adequada, conforme Borges¹⁸, precisa-se dar atenção aos limites e possibilidades das atividades práticas no ensino-aprendizagem de Ciência e na formação do sujeito, em especial sobre os papéis dos laboratórios escolares de ciências nas aulas de ciências, dos laboratórios tradicionais e do uso dos computadores como recurso metodológico facilitador e de apoio à simulação, coleta e análise de dados, e também à discussão de resultados. Para Borges, os roteiros dos exercícios de laboratório não devem focar apenas em problemas fechados (*i.e.* que envolve situações-problema e maior autonomia estudantil durante o processo) ou mesmo virem prontos, pois isso leva somente aos estudos da instrumentação laboratorial e ainda pode ocorrer uma tendência à manipulação de dados obtidos para ficar à par das expectativas teóricas, já que costumeiramente os estudantes possuem medo de errar, ainda mais quando acarreta alguma incompatibilidade com a expectativa teórica. Isso faz com que empobreça as discussões de resultados e muitas vezes deixa de se observar e discutir os fenômenos que levaram àqueles dados em específico. De acordo com Borges, o que acarreta tais empecilhos citados anteriormente são as dificuldades de um planejamento adequado de ensino, de aulas, das práticas laboratoriais e seus objetivos, da confusão sobre as práticas laboratoriais pedagógicas escolares com as práticas laboratoriais dos cientistas, da administração de tempo, da consideração dos saberes e vicissitudes estudantis e até mesmo da formação docente. Com isso, o ensino tradicional de práticas laboratoriais escolar necessita passar por um processo de revisão e de reformulação, já que os elementos supracitados têm demonstrado certo grau de ineficiência no ensino e aprendizagem de Ciências por parte desta modalidade e metodologia de ensino-aprendizagem. Conforme Borges, o trabalho no laboratório pode ser organizado de diversas maneiras, desde demonstrações até atividades prático-experimentais dirigidas diretamente pelo professor

¹⁸ Vide BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 9, n. 3, pp. 291-313, 2002.

ou indiretamente, através de um roteiro que valorize uma metodologia didático-pedagógica investigativa tanto de problemas fechados quanto abertos (*i.e.* que envolve situações-problemas reflexivos e de maior autonomia estudantil durante o processo) e que permita discussões sobre dados colhidos e conclusões tomadas durante todo o processo. Dentro deste espectro, Borges nos sugere uma formação de professores que possibilite a compreensão da natureza da Ciência e dos seus pressupostos investigativos, trazendo à tona os diversos métodos científicos aos seus alunos. Nesse sentido Borges nos diz que “[...] é urgente que livros-texto e os cursos de formação de professores nos vários níveis passem a se preocupar mais com as imagens sobre a natureza da ciência que, implícita ou explicitamente, transmitem aos docentes e estudante de ciências” (BORGES, 2002, p. 311)¹⁹.

Observou-se no decorrer do texto que, para que haja uma alfabetização e letramento científicos adequados, deve-se contar com o apoio de uma divulgação científica e transposição de conhecimento de forma concisa nas mídias de massa, pois isso pode trazer bons frutos ao desenvolvimento social e pessoal, servindo como meio de libertação e união dos indivíduos.

Para tanto, nota-se que também é preciso reformular as concepções das práticas científicas quanto às suas finalidades, amplitudes, “plasticidade” e maleabilidade. Essas práticas não podem estar intrinsicamente vinculadas ao modo de produção vigente e tampouco como apenas um produto social, pois, caso contrário, poderão produzir brechas para dominação e fortalecimento de regimes de déspotas, como foi durante o is construtores da história pública no mundo.

¹⁹ Retirada originalmente em BORGES, A.T. *Op. cit.* p. 311.



ARTIGOS – ARTICLES

O eclipse de Sobral e a deflexão gravitacional da luz predita por Einstein

Oscar T. Matsuura

Prof. Dr. – pesquisador e colaborador do MAST/MCTI

oscardatsuura@gmail.com

Como citar este artigo: Matsuura, Oscar T. “O eclipse de Sobral e a deflexão gravitacional da luz predita por Einstein”. Khronos, Revista de História da Ciência, nº 7, pp. 81-139. 2019. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: Este artigo é comemorativo do centenário do eclipse total do Sol ocorrido em 29/5/1919, cujos dados observacionais coletados por duas equipes britânicas deram lugar a um fato marcante da História da Ciência: a confirmação da deflexão da luz pelo Sol predita por Einstein, o que o entronizou da noite para o dia no panteão dos gênios da humanidade; e o lançamento ao mundo da Teoria da Relatividade Geral. Mas esse eclipse diz respeito especialmente a nós, brasileiros, pois foi observado por uma das equipes britânicas em Sobral, CE. Para o bom entendimento desse acontecimento, a curiosa ideia de que a luz pode deixar de caminhar em linha reta, será discutida desde seus primeiros registros. A formulação dessa ideia seguiu *pari passu* a elaboração da Relatividade Geral, ou melhor, a transição da Relatividade Restrita de 1905 à Relatividade Geral de 1915. A possibilidade da detecção num eclipse da deflexão da luz, um dos testes da validade da Relatividade Geral, mobilizou astrônomos de vários países por muitos anos. No eclipse de 1919 foi anunciada bombasticamente a confirmação da deflexão da luz e a validação da Relatividade Geral. Nesta parte, também visando o bom entendimento, o presente trabalho é suplementado com esclarecimentos sobre termos técnicos e sobre procedimentos de observação fotográfica e análise de imagens. A discussão e a proclamação dos resultados e a posterior “supercomprovação” da deflexão da luz serão discutidas à luz dos estudos de astrônomos e físicos, historiadores e filósofos da ciência realizados nestes 100 anos desde o eclipse, com o intuito de propor ao leitor uma reflexão, não só sobre os avanços conceituais e tecnológicos da ciência, mas sobretudo sobre as novas avaliações acerca da validade do conhecimento científico, da incidência dos fatores sociológicos e menos racionais na construção desse conhecimento. Nos bastidores da comunidade científica o anúncio bombástico dos resultados do eclipse de 1919 não foi simples e direto como as manchetes da época e algumas atuais, ainda insistem em nos fazer crer. Esta é a oportunidade para uma retificação, em benefício de uma percepção realista e não falsamente idealizada da ciência e dos cientistas.

Palavras-chave: deflexão gravitacional da luz, Relatividade Geral, eclipse solar, fotografia astronômica, lentes gravitacionais, Cosmologia

*The Sobral eclipse and the gravitational bending of light
predicted by Einstein*

Abstract: This article is for celebrating the centennial of the total eclipse of the Sun on May 29, 1919, which observational data collected by two British teams gave rise to a remarkable milestone of the History of Science: the confirmation of the deflection of light by the Sun, predicted by Einstein, that enthroned him overnight in the pantheon of the geniuses of the mankind; and the launch of General Relativity Theory into the world. But this eclipse concerns especially to us, Brazilians, as it was observed by one of the British teams in Sobral, CE. For the good understanding of this event, the curious idea that light can stop walking straight, will be discussed from its earliest records. The formulation of this idea followed step by step the construction of the General Relativity, or rather the transition from the Restricted Relativity of 1905 to the General Relativity of 1915. The possibility of the detection during an eclipse of the deflection of light, one of the tests of the validity of the General Relativity, aroused the interest of astronomers from many countries for many years. In the eclipse of 1919, the confirmation of the deflection of light and the validation of General Relativity was boastfully announced. Again, for the good understanding, this part of this paper will be supplemented with a clarification of the technical terms and procedures for photographic observation and image analysis. The discussion and the announcement of the results and the "super-proof" of the deflection of light achieved after decades, will be discussed in the light of the studies made by astronomers and physicists, as well as historians and philosophers of science in these 100 years since the eclipse, intending to propose to the readers a reflection, not only on the conceptual and technological advances of science, but especially on the new assessments of the validity of scientific knowledge, the incidence of sociological and less rational factors in the building of this knowledge. Behind the scenes of the scientific community, the bombastic announcement of the 1919 eclipse results was not as straightforward as the headlines of the epoch and some of the current headlines still insist. The centennial is an opportunity for an amendment for the sake of a realistic and not falsely idealized perception of the science and the scientists.

Keywords: gravitational bending of light, General Relativity, solar eclipse, astronomical photography, gravitational lens, Cosmology.

Nem sempre a luz caminha em linha reta

Aprendemos que a luz se propaga em linha reta, mas isso é no vácuo, assim como em meios materiais homogêneos e não opacos. Mesmo na convergência ou divergência de um feixe de raios luminosos com uma lente, ou pela reflexão na superfície de um espelho, os raios mudam bruscamente de direção na superfície da lente ou do espelho. A convergência ou divergência ocorre por causa da curvatura imposta às superfícies mas, em cada meio homogêneo a luz caminha em linha reta.

Mas a Astronomia, que envolve escalas muito maiores que as escalas terrestres, pode tornar perceptível que a luz nem sempre caminhe em linha reta. A ideia seminal da deflexão da luz remonta ao próprio Isaac Newton (1643-1727), pai da Gravitação Universal. Em 1704, nas conclusões de seu tratado intitulado *Opticks* (NEWTON, 1952, p. 339)¹, ele propôs a seguinte questão: *Query 1. Do not Bodies act upon Light at a distance, and by their action bend its Rays; and is not this action (caeteris paribus) strongest at the least distance?*

Aí a possibilidade da deflexão da luz já está colocada. A partir da teoria corpuscular da luz (que Newton defendia) e das leis da Mecânica e Gravitação de Newton, legitimamente se podia esperar que um raio de luz fosse desviado ao passar pelas proximidades de um objeto massivo, presumindo-se que os corpúsculos de luz respondessem à aceleração gravitacional, da mesma forma que os corpúsculos de matéria. Se ele já soubesse que os fótons não têm massa de repouso, esse raciocínio seria incoerente. Mas Newton não sabia disso. De qualquer forma, ele não aprofundou essa ideia, certamente não porque tivesse se intimidado com a matemática envolvida, mas por considerar o efeito tão diminuto que, na prática, passaria como se não existisse.

Talvez a primeira comunicação aplicando a ideia da deflexão da luz a estrelas, tenha sido feita 80 anos depois, pelo pastor e filósofo natural inglês de muita imaginação, John Michell (1724-1783) à *Royal Society (RS) of London* (SCHAFFER, 1979, p. 42)². Ele se baseava na teoria corpuscular da luz e na noção decorrente da teoria de Newton, de velocidade de escape³. Assim, se o Sol mantivesse sua densidade média, mas fosse 500 vezes maior, a luz emitida radialmente retornaria à sua superfície após sofrer uma deflexão de 180°. Ainda segundo Michell, teríamos então uma “estrela obscura”, isto é, invisível. Essas estrelas obscuras já prefiguravam o que hoje chamamos *buracos negros*⁴ (SCHAFFER, 1979)⁵, explicados pela Relatividade Geral de Einstein como deformação extrema do *espaço-tempo* (ver adiante) por uma concentração extrema de matéria. Tanto a ideia de Michell, como ele próprio, permaneceram quase despercebidos e só saíram do limbo na década de 1970 quando um primeiro buraco negro foi detectado por um telescópio espacial de raios X, fazendo parte de um sistema estelar binário. Mas o que importa aqui, mais que o conceito de buraco negro, é a ideia da deflexão gravitacional da luz.

O primeiro cálculo da deflexão gravitacional da luz teria sido feito em 1801 pelo físico, matemático e astrônomo alemão Johann Georg von Soldner (1776-1833). Ele considerou um

¹ NEWTON, Sir Isaac. *Opticks: A Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*. New York: Dover Publications, Inc. 1952, p. 339.

² SCHAFFER, Simon. John Michell and Black Holes (Note). *Journal for the History of Astronomy*, v. 10, p. 42-43, 1979.

³ Velocidade de escape é a velocidade mínima para que um objeto lançado verticalmente para cima, p. ex., da superfície da Terra, viaje indefinidamente, libertada da atração gravitacional da Terra (desconsiderando-se a resistência do ar). Na superfície da Terra a velocidade de escape é 11,2 km/s. Com velocidade menor, o corpo lançado para cima perde velocidade até que esta se anula quando, então, o corpo inverte o sentido do movimento para cair na Terra. Essa inversão do movimento envolveria a deflexão da luz.

⁴ Usarei itálico para grafar termos ou expressões técnicas quando aparecem pela primeira vez.

⁵ SCHAFFER, Simon. *Ibid.*, 1979.

raio de luz rasante à superfície de um corpo, cuja ação gravitacional exercida a distância por uma força central, como pensava Newton, o desviaria da trajetória retilínea. Considerando a grande velocidade da luz, muito maior que a velocidade de escape do corpo em questão e, visando comodidade no cálculo, ignorou a sua variação. O cálculo não depende do valor da massa da partícula de luz e Soldner concluiu que a deflexão total entre as duas assíntotas da hipérbole, uma vinda do infinito até a superfície do corpo e outra indo da superfície do corpo até o infinito, seria de $0,84''$ (SOLDNER, 1804⁶; SOARES, 2009⁷). Nesse cálculo, bastante preciso para a época⁸, foram utilizados os valores de então para a velocidade da luz, a massa e o raio do Sol. Mas Soldner nem tentou confirmar empiricamente essa predição, pois sabia que ela estava além da capacidade da instrumentação então disponível.

Apesar de Soldner ter publicado seu resultado numa revista bastante lida, e de ter sido lembrado por suas inúmeras contribuições em outros temas científicos, estranhamente este artigo permaneceu praticamente ignorado, tanto que só em 1978 o beneditino húngaro e filósofo da ciência, Stanley L. Jaki (1924-2009) publicou no final de um artigo (JAKI, 1978)⁹ a tradução para o inglês intitulada *On the deviation of a light ray from its motion along a straight line through the attraction of a celestial body which it passes close by* (JAKI, 1978, pp. 939-948)¹⁰. A obscuridade em que Soldner permaneceu pode ser atribuída ao fato de que ele era de origem simples, foi autodidata e não tinha recebido educação formal. Mas ele era muito talentoso, tanto que no Observatório de Berlim foi assistente de Johann Elert von Bode (1747-1826), astrônomo real da Prússia amplamente conhecido por aquela lei planetária que leva o seu nome. Se Soldner teve admiradores, também teve detratores que o invejavam. O valor em si da deflexão calculado por ele tem importância, mas Jaki sublinhou a profundidade da Filosofia Natural de Soldner, que já o fizera aceitar a possibilidade da variação da velocidade da luz¹¹, enquanto Pierre-Simon Laplace (1749-1827), ao propor em 1796, depois portanto das estrelas obscuras de Michell, contudo de forma independente, as estrelas invisíveis (atuais buracos negros) em *Exposition du Système du Monde*, considerava constante a velocidade da luz (JAKI, 1978, pp. 935-937)¹². Reconhecendo nessa constância uma contradição com o comportamento da luz na estrela invisível, Laplace teria reti-

⁶ SOLDNER, Johann Georg von. Über die Ablenkung eines Lichtstrals von seiner geradlinigen Bewegung durch die Attraktion eines Weltkörpers, an welchem er nahe vorbeigeht. *Berliner Astronomisches Jahrbuch*, 161-172, 1804. O artigo foi publicado em 1804, mas escrito em 1801.

⁷ SOARES, Domingos S. L. Newtonian gravitational deflection of light revisited. *arXiv: physics/0508030v4 [physics.gen-ph]* 17 Apr 2009. Disponível em <<http://xxx.if.usp.br/abs/physics/0508030>>. Acesso em 15/12/2018.

⁸ Em 1911, 110 anos depois, Einstein obteria $0,83''$.

⁹ JAKI, Stanley L. Johann Georg von Soldner and the Gravitational Bending of Light, with an English Translation of His Essay on It Published in 1801, *Foundations of Physics*, v. 8, n. 11-12, 927- 950, 1978.

¹⁰ JAKI, Stanley L. *Ibid.*, 1978, pp. 939-948.

¹¹ A velocidade da luz no vácuo é uma constante física universal, quando medida por observadores num sistema de referência inercial (ver adiante). Segundo a Relatividade Restrita essa velocidade independe do movimento relativo do observador em relação à fonte de luz. Mas a variação da velocidade da luz será um conceito-chave na transição da Relatividade Restrita para a Relatividade Geral.

¹² JAKI, Stanley L. *Ibid.*, 1978, pp. 935-937.

rado sua proposta a partir da terceira edição de sua obra (1808). Segundo o físico teórico americano e Prêmio Nobel de Física de 2017 Kip Thorne (1940-), a retirada teria sido motivada pela crescente aceitação da teoria ondulatória da luz (THORNE, 1994, p. 123)¹³.

De fato, a publicação em 1801 dos experimentos do físico e polímata britânico Thomas Young (1773-1829) sobre a interferência da luz, ofuscou temporariamente a teoria corpuscular da luz. Se a luz fosse apenas uma onda se propagando num éter imponderável – noção que se tornaria vigente -, não haveria lugar para a deflexão da luz. Isso ajudou a sepultar a ideia das estrelas obscuras e da influência da gravidade na luz, sendo que esta ressurgiria só em 1915 com Einstein.

Da Relatividade Restrita à Relatividade Geral

Dos cinco trabalhos que Albert Einstein (1879-1955) publicou no *Annus Mirabilis* da Física, 1905¹⁴, na revista *Annalen der Physik*, um era sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento. Esse artigo lançou a primeira parte da Relatividade que hoje chamamos Relatividade Restrita. Nela Einstein postulou a constância da velocidade da luz no vácuo, sua independência em relação ao movimento da fonte ou do observador e que essa teoria descrevesse, da mesma forma, os fenômenos físicos mesmo que fossem observados por diferentes observadores em referenciais inerciais¹⁵. Daí ele deduziu os resultados surpreendentes da dilatação do tempo e contração do espaço (a relatividade do tempo e do espaço em relação ao estado de movimento do observador), efeitos esses que se tornam mais notáveis a altas velocidades, aquelas que se aproximam da velocidade da luz. Utilizando a invariância da velocidade da luz, Einstein acoplou o espaço e o tempo, ambos relativos, no novo conceito de um espaço-tempo absoluto (EINSTEIN, 1905)¹⁶. Mas quem amalgamou geometricamente o espaço tridimensional e o tempo unidimensional num único contínuo quadridimensional absoluto, independente do movimento do observador, foi o matemático Hermann Minkowski (1864-1909). Minkowski tinha sido professor de Einstein em Zurique. Ele, como vários outros professores, não via com simpatia o modo de ser desatento e irreverente desse aluno, tanto que o chamou de “cão vadio” (THORNE, 1994, p. 61)¹⁷. Mas, anos depois, Minkowski tomou conhecimento do artigo de 1905 de Einstein sobre Relatividade Restrita, que o deixou deveras admirado. Em 1907, quando lecionava em Göttingen, Minkowski concebeu o chamado *espaço-tempo de Minkowski*, um contínuo quadridimensional

¹³ THORNE, Kip S. *Black Holes and Time Warps*. Einstein's Outrageous Legacy. New York: W. W. Norton & Company, 1994, p. 123.

¹⁴ Nesse ano Einstein era funcionário do Escritório de Patentes em Berna, Suíça.

¹⁵ Referenciais inerciais são sistemas de referência atados a observadores que se encontram em repouso ou em movimento retilíneo e uniforme.

¹⁶ EINSTEIN, Albert. Zur Elektrodynamik bewegter Körper. *Annalen der Physik*, v. 322, n. 10, 891-921, 1905.

¹⁷ THORNE, Kip S. *Ibid.*, 1994, p. 61.

plano, portanto sem curvatura. Quando soube, Einstein viu com desdém o trabalho de seu ex-mestre e considerou que a Matemática por ele empregada apenas obscurecia a Física.

Em 1907 Einstein foi convidado a escrever um artigo de revisão sobre a Relatividade Restrita, que saiu publicado em 1908¹⁸. A essas alturas Einstein já tinha detectado um ponto de insatisfação em sua Relatividade Restrita. A seu ver, uma boa teoria física deveria se aplicar também a referenciais não inerciais, aqueles que estão submetidos a aceleração (situações em que a velocidade pode variar em módulo, aumentando ou diminuindo, como também na direção). Einstein se sentiu, então, compelido a generalizar a Relatividade Restrita. No fundo, esta era a tarefa de ajustar a Teoria da Gravitação de Newton à nova concepção de espaço e tempo da Relatividade Restrita.

Enquanto pensava nessa questão, fazendo um *Gedanken-Experiment* (experimento mental realizado não em laboratório, mas “na cabeça”), Einstein teve o que ele considerou a ideia mais feliz de sua vida: a de que para um observador numa cabine em queda livre num campo gravitacional, ignorando-se o atrito do ar, tudo se passava como se estivesse num sistema inercial. De fato, numa cabine sem janelas o observador experimentador não notaria a queda, de modo que, estar em queda livre era uma forma de suprimir a gravidade. Assim, num sistema em queda livre os princípios da Relatividade Restrita continuavam válidos, e esse foi o ponto de partida para a generalização da Relatividade Restrita.

Um observador experimentador também não notaria diferença se, em vez de estar sob a ação da gravidade, por exemplo, na superfície da Terra, estivesse numa cabine fechada no espaço vazio, propulsa por um foguete capaz de produzir uma aceleração equivalente à da gravidade na superfície da Terra. Assim Einstein enunciou o Princípio da Equivalência, segundo o qual a massa inercial se tornava equivalente à massa gravitacional (essas massas, segundo Newton, constituíam conceitos distintos) e um referencial acelerado uniformemente seria equivalente a um campo gravitacional homogêneo¹⁹.

No artigo de revisão publicado em 1908, Einstein acrescentou uma 5ª parte sobre o Princípio da Relatividade e a Gravitação. Nela antecipou algumas ideias da Relatividade Geral fazendo a apresentação do Princípio da Equivalência e anunciando que a Gravitação requeria que a Relatividade Restrita incluísse o movimento acelerado e, para isso, deveria receber uma extensão baseada nesse Princípio. Na construção da teoria da Relatividade Geral esse foi apenas

¹⁸ EINSTEIN, Albert. Über das Relativitätsprinzip und die aus demselben gezogenen Folgerungen, *Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik*, v. 4, 411-462, 1908.

¹⁹ Homogêneo porque, no tamanho reduzido de uma cabine não se poderia emular, p. ex., a convergência do campo gravitacional para o centro da Terra.

o passo inicial de um penoso empreendimento intelectual. A longa e difícil formalização da Relatividade Geral só se completaria 7 anos depois, em 1915, após marchas, titubeios e contramarchas.

Emulando a gravidade numa cabine acelerada uniformemente no espaço livre, Einstein identificou os seguintes efeitos da Relatividade Restrita que, pelo Princípio de Equivalência, ele atribuiu à gravidade: a) a marcha do relógio no fundo da cabine era mais lenta do que a do relógio no topo da cabine²⁰; pelo Princípio de Equivalência, a marcha mais lenta ocorria onde a gravidade era mais intensa e vice-versa²¹; b) para um observador num compartimento acelerado, um raio luminoso horizontal sofreria queda como os demais objetos (numa cabine inercial, a trajetória da luz seria retilínea). Segundo o Princípio de Equivalência haveria deflexão gravitacional da luz; c) não só a direção da luz muda, como também sua celeridade, de modo que há variação gravitacional da velocidade da luz. A celeridade da luz é menor onde a gravidade é mais intensa. Isso não contradiz o postulado inicial da invariância da velocidade da luz porque a velocidade depende da medição do espaço e do tempo, portanto da régua e do relógio utilizado. Assim, não num sistema inercial, mas num sistema de referência em repouso em relação a uma fonte de gravidade, a velocidade da luz pode variar sob o efeito da gravidade, o que deverá ser entendido adiante como deformação ou curvatura do espaço-tempo que afeta a régua e o relógio utilizados para medir a velocidade da luz.

Considerando o efeito (a) e os átomos do Sol que emitem radiação numa frequência fixa como relógios naturais, Einstein predisse o deslocamento para o vermelho (comprimentos de onda mais longos) de linhas espectrais da luz solar. Tendo em vista o efeito (b) predisse a deflexão gravitacional da luz, mas ainda de forma incompleta. O efeito (c) insinuava a ideia central da Relatividade Geral de que a gravidade encurvava a trajetória da luz, ou melhor, que a gravidade era o encurvamento do espaço-tempo. A introdução da noção de curvatura do espaço-tempo foi uma inflexão crucial na construção da Relatividade Geral. A geometria clássica do espaço era a de Euclides, a do espaço plano. Mas, desde 1830 já tinham sido inventadas as geometrias curvas ou não euclidianas. A questão agora era introduzir a curvatura no espaço-tempo, lembrando que o espaço tridimensional ordinário podia ser matematicamente extraído do espaço-tempo quadridimensional, impondo-se a anulação de qualquer variação temporal (tecnicamente, $dt = 0$), ou seja, “congelando-se” o tempo.

²⁰ Por um observador externo e estacionário, o relógio do alto da cabine acelerada passa primeiro a uma velocidade menor que o relógio do fundo da cabine que passa depois. Segundo a Relatividade Restrita, o relógio do fundo, por se deslocar a maior velocidade, marcha mais devagar, ou seja, sofre maior dilatação do tempo.

²¹ Uma sutil distinção deve ser notada. Na Relatividade Restrita, como o movimento entre observadores inerciais é relativo, ambos os observadores vêem, da mesma forma, a dilatação do tempo do outro. Na Relatividade Geral a dilatação do tempo não tem essa simetria e ocorre quando o observador está num campo gravitacional intenso e a dilatação é tanto maior quanto mais intenso é esse campo.

Segundo JAKI (1978, p. 928)²², no artigo de revisão Einstein teria dito *in a tone of unmistakable originality that gravitation must have an influence on the path of light and gave a formula for its deflection per centimeter* [of the optical path]. Jaki concedeu, no entanto, que Einstein foi original ao postular a deflexão da luz a partir do Princípio da Equivalência, embora a equação que dava a deflexão da luz por centímetro do trajeto da luz estivesse errada. Baseava-se apenas no Princípio da Equivalência, sem levar em conta a curvatura do espaço-tempo. A essas alturas Einstein também não tinha se dado conta ainda de que a deflexão poderia ser testada observacionalmente durante um eclipse total do Sol (NORTH, 2007)²³.

Em 1911, quando lecionava em Praga, insatisfeito com as ideias apresentadas no artigo de 1908, Einstein retomou a questão da influência da gravidade na propagação da luz e escreveu um novo artigo em forma preliminar e simplificada (EINSTEIN, 1911)²⁴. Considerando o Princípio da Equivalência, a massa-energia equivalente de um fóton e o Princípio de Huygens (que prescreve a formação e propagação de frentes de onda da luz), demonstrou que a deflexão da luz era devida ao potencial gravitacional, obtendo para um raio rasante ao Sol uma deflexão de $0,83''$. Mas esse ainda era um resultado conceitualmente falho. Numericamente era o mesmo que se obtinha a partir da Gravitação de Newton, supondo que a luz era constituída de partículas dotadas de massa. Na ocasião, nem Einstein, nem os leitores deste artigo de 1911 se deram conta de que, mais de um século antes, Soldner já tinha obtido quase o mesmo valor (JAKI, 1978, p. 928)²⁵. Porém, o cálculo de Soldner era clássico, enquanto o de Einstein pretendia ser relativístico e ainda necessitava de acertos. Essa predição equivocada da deflexão da luz foi chamada “predição de Praga”, pois ali Einstein estava trabalhando. Desta vez ele não só anunciou o valor da deflexão da luz, ainda que incorreto, mas urgiu os astrônomos para que testassem sua predição num eclipse total do Sol. Mas a reação a esta conclamação foi quase um completo silêncio.

Verificação da deflexão gravitacional da luz

Tentativas com valor equivocado

O Imperial Observatório do Rio de Janeiro, atual Observatório Nacional, tinha a tradição de organizar expedições no país para a observação de eclipses solares. Essa tarefa incluía também a prestação de assistência a expedições estrangeiras. Segundo BARBOZA (2007)²⁶ e

²² JAKI, Stanley L. *Ibid.*, 1978, p. 928.

²³ NORTON, John D. *Einstein's Pathway to General Relativity*. In Einstein for Everyone. Pittsburgh, PA: Nullarbor Press, 2007, Chapter 26. Disponível em <https://www.pitt.edu/~jdnorton/teaching/HPS_0410/chapters/general_relativity_pathway/index.html>. Acesso em 5/1/2019.

²⁴ EINSTEIN, Albert. Über den Einfluss der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes, *Annalen der Physik*, v. 35, n. 4, 898-908, 1911.

²⁵ JAKI, Stanley L. *Ibid.*, 1978, p. 928.

²⁶ BARBOZA, Christina Helena. A observação de eclipses totais do Sol no Brasil, *Com Ciência, Revista Eletrônica de Jornalismo Científico*, v. 90, 1-6, 2007.

BARBOZA (2010)²⁷, de 1858 até 1893 foram organizadas expedições para três eclipses e em todos eles o objetivo primordial dos astrônomos brasileiros era o estudo de fenômenos da atmosfera solar (Física Solar) e os efeitos do eclipse na ionosfera e magnetosfera terrestre. O próximo eclipse total do Sol no Brasil foi o de 10/10/1912. Este merece destaque porque, pela primeira vez, uma real tentativa de verificar a deflexão da luz (embora com valor equivocado) chegou a ser efetivada, mas não deu certo por causa do mau tempo. Isso foi anterior à tentativa que veremos adiante, de Freundlich na Rússia, propalada como pioneira por muitos autores. Os postos de observação no Brasil para esse eclipse de 1912 foram Passa Quatro, Alfenas e Cristina em MG e Cruzeiro em SP (OLIVEIRA, 2010)²⁸. A expedição argentina, chefiada pelo então diretor do Observatório de Córdoba, Charles Dillon Perrine (1867-1951) se instalou em Cristina e era a que, além de outros objetivos científicos, pretendia confirmar a deflexão gravitacional da luz pelo Sol. Para isso a equipe trouxe dois telescópios gêmeos com objetiva de 7,5 cm de diâmetro e foco de 3,35 m (PAOLANTONIO, 2019)²⁹. A expedição do Observatório Nacional se instalou em Passa Quatro, assim como a expedição do Observatório de Greenwich, liderada pelo astrônomo Arthur Stanley Eddington (1882-1944), de quem muito falaremos adiante. Todas as equipes fracassaram nas observações, pois choveu torrencialmente em todos os postos observacionais.

Conforme veremos, após a observação do eclipse total do Sol de 1919, seria anunciada bombasticamente a confirmação da deflexão da luz predita por Einstein, episódio no qual Eddington foi personagem central. Mas é interessante assinalar que 7 anos antes, no eclipse de Passa Quatro, o objetivo da observação de Eddington era exclusivamente voltado à Física Solar: estrutura da coroa solar e espectroscopia da cromosfera e coroa (EDDINGTON, 1913³⁰; EDDINGTON and DAVIDSON, 1913³¹). Portanto, no eclipse de 1912 a observação da deflexão da luz estava completamente fora da pauta de Eddington, de modo que, quando ele observou o eclipse de 1919, o seu interesse por esse assunto era relativamente recente.

²⁷ BARBOZA, Christina Helena. Ciência e natureza nas expedições astronômicas para o Brasil (1850-1920), *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum., Belém*, v. 5, n. 2, 273-294, 2010.

²⁸ OLIVEIRA, Raquel dos Santos. O eclipse de 1912 e a correspondência entre os astrônomos Morize e Perrine, *XIV Encontro Regional da ANPUH-Rio*, “Memória e Patrimônio”, UNIRIO, Rio de Janeiro, 19-23/07/2010, 2010. Disponível em http://www.encontro2010.rj.anpuh.org/recursos/anais/8/1277123754_ARQUIVO_O_eclipse_de_1912_e_a_correspondencia_entre_os_astronomos_Morize_e_Perrine.pdf. Acesso em 20/2/19.

²⁹ PAOLANTONIO, Santiago. Exposición – Argentina y la verificación de la Teoría de la Relatividad. *Historia de la Astronomía. Historia de la astronomía Argentina y Latinoamericana*. Disponível em <https://historia-delastronomia.wordpress.com/documentos/exposicioneclipse/> 2019. Acesso em 23/2/19.

³⁰ EDDINGTON, A. S. The Greenwich Eclipse Expedition to Brazil, *The Observatory*, v. 36, n. 457, 62-65, 1913.

³¹ EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. Total Eclipse of the Sun, 1912 October 10. Report on an Expedition to Passa Quatro, Minas Geraes, Brazil, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 73, n. 5, 386-390, 1913.

Mas, como Perrine, na Argentina, teria sido alertado para a pretensão de Einstein de confirmar a deflexão da luz num eclipse solar? Isso fica esclarecido no artigo de PAOLANTONIO e MINNITI (2007)³². Perrine era um astrônomo americano que tinha trabalhado de 1893 a 1909 no Observatório de Lick. Aí ele conheceu William Wallace Campbell (1862-1938) que foi diretor daquele observatório da Universidade da Califórnia. Campbell era respeitado como exímio espectroscopista estelar da área de velocidades radiais³³, mas também tinha experiência na observação de eclipses solares (BARKER, 1922)³⁴. Ele já tinha observado eclipses na Índia em 1898, no estado americano da Geórgia em 1900, na Espanha em 1905, no Pacífico Sul em 1908. Pelo Observatório de Lick Perrine tinha participado de 4 expedições a eclipses solares (1889 na Califórnia, 1900 no estado da Geórgia, 1901 em Sumatra e 1905 na Espanha). De 1909 a 1936 assumiu a direção do Observatorio Nacional Argentino, em Córdoba.

Para colaborar com Einstein, um jovem astrônomo alemão, Erwin-Finlay Freundlich (1885-1964), assistente do Observatório de Berlim, cogitou inicialmente em examinar fotografias de eclipses passados. Após Perrine ter participado em Paris, em outubro de 1911, da reunião da Comissão da *Carte du Ciel*³⁵, no caminho para o Observatório de Pulkovo em São Petersburgo, Perrine fez uma escala de poucas horas em Berlim, quando contatou Freundlich. Este consultou Perrine sobre a possibilidade de utilizar as fotografias obtidas por ele nas expedições para eclipses de que participara pelo Observatório de Lick, procurando um planeta entre o Sol e Mercúrio³⁶. A consulta fazia sentido, pois Perrine, juntamente com Campbell, tinha utilizado no estado americano da Geórgia a câmara de 40 pés do Observatório de Lick no eclipse de 29/5/1900 (PEARSON and ORCHISTON, 2008, 30-31)³⁷, quando o campo estelar fotografado era excelente para a verificação da deflexão da luz, quase o mesmo campo do futuro eclipse de 1919 (EARMAN and GLYMOUR, 1980a, 61)³⁸. Mas a resposta imediata de Perrine a Freundlich foi negativa, aduzindo que nas imagens obtidas o Sol não se encontrava no centro das placas. Mesmo assim, Freundlich solicitou as fotografias a Campbell e as analisou, mas não obteve resultados satisfatórios.

³² PAULANTONIO, Santiago y MINNITI, Edgardo R. Intentos argentinos para probar la Teoría de la Relatividad, Presentación Oral, Reunión Anual, Asociación Argentina de Astronomía, Malargüe, Mendoza, 15 al 19 de septiembre de 2007, *Boletín de la Asociación Argentina de Astronomía*, v. 50, 359-362, 2007.

³³ A velocidade radial é a componente da velocidade de um astro na direção da linha de visada da observação.

³⁴ BARKER, Geoff. Einstein's Theory of Relativity Proven in Australia, 1922, *Inside the Collection*. Disponível em <https://maas.museum/inside-the-collection/2012/08/22/einsteins-theory-of-relativity-proven-in-australia-1922/> Acesso em 15/1/19.

³⁵ *Carte du Ciel* era o nome de um projeto de colaboração internacional proposto em 1887 pelo diretor do Observatório de Paris, que objetivava utilizar o então moderno método fotográfico, para mapear e catalogar milhões de estrelas de todo o céu com brilho superior à magnitude 11-12.

³⁶ Esse hipotético planeta denominado Vulcano foi procurado com o intuito de solucionar o problema da anomalia do deslocamento do periélio de Mercúrio sem sair da teoria gravitacional de Newton. Mas, como veremos, esse problema viria a ser solucionado pela Relatividade Geral de Einstein.

³⁷ PEARSON, John C. and ORCHISTON, Wayne. The 40-foot Solar Eclipse Camera of the Lick Observatory, *Journal of Astronomical History and Heritage*, v. 11, n. 1, 25-37, 2008, pp. 30-31.

³⁸ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. Relativity and eclipses: The British eclipse expeditions of 1919 and their predecessors, *Historical Studies in the Physical Sciences*, v. 11, n. 1, 49-85, 1980a, p. 61.

No início de 1912, através de uma carta, Freundlich solicitou a PERRINE (1923)³⁹ que fizesse observações para detectar a deflexão da luz no próximo eclipse solar. Perrine aceitou o pedido e a primeira oportunidade que surgiu foi o eclipse de 1912 no Brasil. Campbell também quis observar esse eclipse mas, não podendo enviar uma expedição pelo Observatório de Lick, emprestou as objetivas que tinham sido usadas na busca do planeta transmercurial. Em Córdoba foram especialmente desenhados e confeccionados vários instrumentos. A expedição liderada por Perrine contou com 3 assistentes. As objetivas emprestadas por Campbell seriam utilizadas para verificar a deflexão da luz. Outros instrumentos fariam observações em Física Solar. Mas, como já disse, as chuvas frustraram os planos. PAOLANTONIO e MINNITI (2007, p. 361)⁴⁰ assim concluíram: *Esta fue la primera tentativa argentina de probar la nueva Teoría de la Relatividad por medio de observaciones astronómicas, anticipándose siete años a la exitosa expedición inglesa de 1919, lo cual destaca su importancia.* Num artigo de 1923 Perrine escreveu: *I am not aware that any other expedition attempted such observations at the 1912 eclipse, or previously. It appears, therefore, that the Córdoba Observatory made the first definite attempt to secure observations at an eclipse [that of 1912] for the relativity problem and that was done at the instigation of Dr. Freundlich* (PERRINE, 1923, p. 284)⁴¹. Ao Brasil coube sediar essa tentativa pioneira.

Ainda no interesse de testar a previsão da deflexão da luz, em 1913⁴² Einstein consultou o astrônomo solar norte-americano, George E. Hale (1868-1938), se o teste poderia ser realizado com o Sol, mas fora de um eclipse. Em sua resposta negativa Hale explicou que o brilho do céu nas proximidades do Sol não eclipsado era muito intenso (NORTH, 2007)⁴³, de sorte que as estrelas eram obliteradas.

Em março de 1914⁴⁴ Freundlich chamou a atenção dos colegas para a oportunidade que se ofereceria no eclipse solar de 21 de agosto daquele ano na Crimeia, para a confirmação da deflexão, mas isso não suscitou interesse entre os colegas mais próximos. Freundlich não obteve apoio financeiro de seu superior Hermann Struve (1854-1920), mas teve o apoio de Einstein para obter fundos privados, já que não havia possibilidade de fundos oficiais. Também teve a ideia de recontatar Campbell para convidá-lo para observar o eclipse de 1914 na Rússia, no que foi atendido.

³⁹ PERRINE, C. D. Contribution to the history of attempts to test the theory of relativity by means of astronomical observations, *Astronomische Nachrichten*, v. 219, 281-284, 1923.

⁴⁰ PAOLANTONIO, Santiago y MINNITI, Edgardo R. *Ibid.*, 2007, p. 361.

⁴¹ PERRINE, C. D. *Ibid.*, 1923, p. 284.

⁴² Entre 1912 e 1913 Einstein voltou a lecionar em Zurique.

⁴³ NORTH, John D. *Ibid.*, 2007.

⁴⁴ Nesse ano, a convite do físico teórico alemão Max Planck (1858-1947), pai da Física Quântica e Prêmio Nobel de Física de 1918, Einstein foi morar em Berlim onde permaneceu até 1933. Nesse ano, por estar até mesmo ameaçado de morte, decidiu deixar definitivamente a Alemanha e mudou-se para os Estados Unidos. Einstein era alemão de nascimento, mas tendo renunciado a cidadania alemã em 1896, obteve a cidadania suíça em 1901 que manteve por toda a vida e em 1940 ganhou também a cidadania americana.

Apesar de ter fracassado no eclipse de 1912 no Brasil, Perrine não desistiu e aguardou a seguinte oportunidade que foi o eclipse de 1914. Tendo obtido peças emprestadas por Perrine, Freundlich montou 4 telescópios e conseguiu organizar uma expedição para Feodósia, na Crimeia, às margens do Mar Negro. Essa expedição deveria se encontrar com a da Argentina chefiada por Perrine para juntos observarem o eclipse. Perrine seguiu para lá com apenas um assistente. Apesar das dificuldades financeiras, levou os mesmos equipamentos levados para Cristina. Mas, então, eclodiu a I Guerra Mundial. Por ser cidadão alemão e tendo a Alemanha recém-declarado guerra à Rússia, Freundlich foi considerado potencial espião pelos russos que o detiveram com os seus assistentes como prisioneiros de guerra, e confiscaram seus instrumentos. Freundlich não pôde fazer a observação. A equipe argentina também não pôde fazer as observações porque, devido à Guerra, sua instrumentação não chegou em tempo hábil (EARMAN and GLYMOUR, 1980a, p. 62)⁴⁵.

Campbell, por sua vez, acompanhado do astrônomo Heber D. Curtis (1872-1942)⁴⁶, também do Observatório de Lick, se deslocou para as proximidades de Kiev. Sendo da América neutra, não foi impedido de fazer a observação. Mas a observação não pôde ser feita por causa do mau tempo (CAMPBELL and CURTIS, 1914)⁴⁷.

Consta que das 27 expedições para esse eclipse, apenas 7 puderam assestar os instrumentos para as observações mas, então, o óbice foram as nuvens que cobriram parcialmente o Sol durante o fenômeno. Entre uma nuvem e outra poucas imagens foram obtidas, mas de pouca utilidade. Todavia, essas foram as primeiras imagens obtidas com o objetivo de verificar a predição de Einstein.

O fracasso total e completo das tentativas de observação do eclipse de 1914 na Rússia, assim como o fraco interesse dos astrônomos aos apelos de Einstein, foram providenciais para ele, pois o cálculo do desvio da luz continha um erro. Sua teoria ainda não era a teoria completa da Relatividade Geral, porquanto ainda não incluía o encurvamento do espaço-tempo nas proximidades do Sol. Se as medições da deflexão da luz tivessem sido feitas com sucesso na então Rússia Imperial, os resultados observacionais teriam “derrubado” Einstein.

⁴⁵ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, p. 62.

⁴⁶ Heber Curtis e seu colega, Harlow Shapley (1885-1972) foram os protagonistas do Grande Debate público realizado em 1920 em Washington, para debater a natureza das galáxias espirais e o tamanho do Universo. Shapley achava que essas galáxias eram objetos relativamente pequenos, que se achavam na periferia da nossa própria Galáxia, enquanto Curtis defendia que se tratava de galáxias independentes da nossa, que portanto eram gigantescas e se encontravam muito longe, o que levava a crer que o Universo era muito maior do que se pensava. Curtis defendeu a tese que se mostraria correta.

⁴⁷ CAMPBELL, W. W. and CURTIS, Heber, D. The Lick Observatory-Crocker Eclipse Expedition to Brovarý, Russia, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, v. 26, n. 155, 224-237, 1914.

Perrine ainda organizou uma nova expedição para o eclipse de 3/2/1916 em Tucacas, na Venezuela. Por causa da crise provocada pela I Guerra, poucas eram as expedições e a equipe argentina contou com apenas um astrônomo auxiliar de Perrine, que nem pôde levar os melhores equipamentos (PAULANTONIO y MINNITTI, 2018)⁴⁸. A Relatividade nem chegou a fazer parte do programa daquele eclipse (PERRINE, 1923, p. 284)⁴⁹, mas já era conhecido o valor correto da deflexão da luz. Depois de ter chovido copiosamente pela manhã, durante o eclipse a chuva parou, mas tênues nuvens atrapalharam a observação da totalidade. Foram obtidas imagens, mas nenhuma que servisse para a verificação da deflexão da luz.

Perrine ainda trocou correspondência com o diretor do Observatório Nacional do Rio de Janeiro, Henrique C. Morize (1860-1930), solicitando informações sobre a melhor localidade para observar o eclipse de 29/5/1919, eclipse esse que tinha a vantagem de uma totalidade com duração máxima de quase 7 minutos, realmente longa. Morize produziu uma circular técnica que distribuiu internacionalmente aos interessados (VIDEIRA, 2005)⁵⁰, tendo feito uma visita preparatória a Sobral em março de 1919 (CRISPINO e LIMA, 2018)⁵¹ para designar as autoridades locais que prestariam assistência às expedições. Na circular, o local sugerido foi Sobral por ser o mais adequado e foram fornecidas abundantes informações sobre as condições meteorológicas, forma de acesso etc. (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, p. 295)⁵². Apesar de Perrine ter feito planos de uma expedição para esse eclipse, os grandes gastos feitos nas três expedições anteriores sem obter resultados, e o imperativo de priorizar programas da própria instituição, forçaram o cancelamento da expedição que, dessa vez, teria encontrado condições meteorológicas favoráveis para a obtenção de imagens para verificar a predição de Einstein.

O valor correto da deflexão só foi conhecido em 1915. Até 1912 Einstein tinha usado em seus raciocínios apenas métodos algébricos em que os tempos e as velocidades apareciam como variáveis. Mas em 1911, como vimos, ele tinha constatado que a velocidade da luz variava localmente de acordo com a intensidade da gravidade. Segundo o Princípio de Fermat, enunciado em 1662 pelo matemático francês Pierre de Fermat (1606-1665), o caminho de um raio de luz entre dois pontos é aquele que pode ser percorrido no menor tempo. O trajeto mais curto entre dois pontos do espaço é tecnicamente chamado geodésica. Se o espaço é euclidiano (ou plano), por definição ele obedece aos postulados da Geometria de Euclides, p. ex., que a soma

⁴⁸ PAOLANTONIO, S. y MINNITTI MORGAN, E. R. Attempts to prove Einstein's Theory of Relativity, Trad. para o inglês por A. D. Cuestas, E. E. Scorians y M. E. Valotta, de "Intentos para probar la Teoría de la Relatividad de Einstein", Cap. 20, *Córdoba Estelar, Historia del Observatorio Nacional Argentino*, 2018.

⁴⁹ PERRINE, C. D. *Ibid.*, 1923, p. 284.

⁵⁰ VIDEIRA, Antonio Augusto Passos. Einstein e o Eclipse de 1919, *Física na Escola*, v. 6, n. 1, 83-87, 2005.

⁵¹ CRISPINO, Luís Carlos Bassalo e LIMA, Marcelo Costa. Expedição norte-americana e iconografia inédita de Sobral em 1919, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 40, n. 1, e1601-1 a e1601-8, 2018. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0092>>. Acesso em 28/2/19.

⁵² DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. A Determination of the Deflection of Light by the Sun's Gravitational Field, from Observations made at the Total Eclipse of May 29, 1919, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A*, v. 220, 291-333, 1920, p. 295. Este é o artigo mais detalhado sobre o projeto das expedições britânicas para a confirmação da deflexão gravitacional da luz no eclipse de 1919.

dos ângulos de um triângulo plano é sempre 180° ; o perímetro de um disco de raio r é $2\pi r$ e a geodésica é um segmento de reta. Mas se o espaço for curvo ou não-euclidiano (algo sugerido pela variação da velocidade da luz em função da gravidade), a geodésica é curva.

Ora, através do Princípio da Equivalência Einstein tinha concluído que a aceleração linear uniforme produzia um campo gravitacional homogêneo. Agora, com outro *Gedanken-Experiment* ele descobrirá que um outro tipo de aceleração, a rotação, produzia uma geometria não-euclidiana. Num disco com um certo raio, mas que gira, um observador externo não notará nenhuma alteração no tamanho do raio do disco, pois na rotação o movimento é perpendicular ao raio. Mas notará que o perímetro do disco já não é mais $2\pi r$, mas um número maior que 2π multiplicado pelo raio. O raio do disco, usado agora como padrão de medida na borda do disco em rotação, sofre contração (efeito da Relatividade Restrita), assim aquele algo maior que 2π é a compensação necessária. Em outras palavras, a rotação (e a conseqüente aceleração centrífuga da mecânica newtoniana que agora emula a gravidade) produz uma geometria não-euclidiana. Essa geometria pode ter curvatura positiva (fechada) ou negativa (aberta), mas a rotação produz curvatura negativa. Se o disco em rotação atuasse como uma plataforma giratória para a construção nela de um triângulo com vértices nos pontos A, B e C, para um observador externo os lados desse triângulo não seriam linhas retas, mas curvadas convexamente para o interior do triângulo, de modo que a soma dos ângulos internos seria $< 180^\circ$, propriedade condizente com a curvatura negativa. Os lados curvos seriam as trajetórias curvas da luz, portanto as geodésicas curvas.

A deflexão da luz seria então porque o espaço-tempo se tornava curvo pela presença da matéria.

Era a curvatura do espaço-tempo que regia a trajetória da luz e de todos os corpos, não mais a *força* proposta por Newton. Agora a teoria de Einstein deveria incorporar a ideia de que a presença da matéria encurva o espaço-tempo, explanação essa que requeria um formalismo matemático mais poderoso.

Aconselhado em 1912 por seu ex-colega e amigo dos tempos de Zurique, o matemático Marcel Grossmann (1878-1936), Einstein, depois de relutar por muitos anos aceitou ser introduzido ao Cálculo Tensorial⁵³, ferramenta matemática indispensável para o desenvolvimento da

⁵³ Como o nome diz, o Cálculo Tensorial lida com entidades matemáticas chamadas tensores. O tensor pode ser entendido como uma forma generalizada para representar grandezas físicas de diferentes ordens: escalares (ordem = 0, p. ex., temperatura), vetores (ordem = 1, p. ex., velocidade cujas componentes assumem 3 valores distintos correspondentes às 3 coordenadas do espaço tridimensional) ou matrizes (ordem = 2, 3, 4, ...). Tomando como exemplo um objeto sólido deformável pela aplicação de uma força externa, podemos imaginariamente seccioná-lo segundo um plano. Para um elemento de área infinitesimal desse plano, a força que ali atua dividida pela área é chamada estresse (ou tensão) que pode ser normal ou tan-

Teoria da Relatividade Geral. No fundo Einstein acabou reconhecendo que o espaço-tempo plano de Minkowski, do qual havia desdenhado, era o que precisava ser deformado ou encurvado para descrever a presença da matéria e energia, dando lugar ao surgimento da gravidade. Da colaboração entre Einstein e Grossmann resultou em 1913 um primeiro artigo sobre a Relatividade Geral (EINSTEIN and GROSSMANN, 1913)⁵⁴, com o raciocínio físico no qual a teoria era baseada (Parte I) escrito por Einstein e a matemática tensorial utilizada (Parte II), por Grossmann. Einstein chegou a apresentar dez equações não-lineares acopladas que ele considerou corretas. Elas eram complicadas e nem sequer tinham sido interpretadas geometricamente. Com a publicação desse trabalho, feita com certo alarde, Einstein achou que a maior parte da sua teoria estava pronta. Apenas faltariam detalhes a serem esclarecidos. Mas esse sentimento ilusório durou pouco. Einstein descobriu um erro fatal, pois suas equações não reproduziam a teoria de Newton, como deveria, na situação limite em que o campo gravitacional fosse fraco e estático. Foi em Berlim, onde ele chegou em 1914 para trabalhar na Academia Prussiana de Ciências, que ele viveu um inferno astral, praticamente em estado de choque pois, além de ter que corrigir o erro, ainda estava sofrendo com a separação da esposa que havia levado os filhos com ela para Zurique e a I Guerra tinha começado. No verão de 1915 Einstein tinha ministrado uma série de seis conferências sobre a Relatividade Geral na Universidade de Göttingen onde estava o brilhante matemático alemão David Hilbert (1862-1943). Tendo este tomado conhecimento e se interessado pela Relatividade Geral, ele poderia formulá-la de forma correta e elegante antes do próprio Einstein.

No auge da aflição, Einstein percebeu que havia descrito sua teoria num sistema de coordenadas muito particular, mas que deveria descrever num sistema mais geral. Pois, na Relatividade Geral as leis da Física deveriam valer igualmente para todos os sistemas de coordenadas, fossem eles inerciais ou acelerados, o que tecnicamente equivale a dizer que a Relatividade deveria obedecer ao Princípio da Covariância. Novembro de 1915 foi o mês mais trabalhoso e excitante da vida de Einstein. Ele enviou boletins para a Academia Prussiana de Ciências sobre a reformulação de sua teoria, sendo que a cada semana ele enviava um novo boletim corrigindo os erros e preenchendo as lacunas dos boletins anteriores.

gencial, conforme a força atue perpendicularmente ou tangencialmente à área. Pelo aparecimento da componente tangencial, causadora do cisalhamento, o estresse não pode mais ser descrito por um vetor, com apenas um índice, mas por um tensor de 2 índices, o primeiro referente à direção da normal à área elementar, e o segundo referente às 3 direções do espaço tridimensional. Como o primeiro índice é aplicado às 3 direções ortogonais do espaço, o tensor de estresse forma uma matriz com 3 colunas e 3 linhas, portanto com $3^2 = 9$ elementos. Nesse mesmo sólido deformável, a deformação produzida pelos estresses também pode ser representada por um tensor. Do Cálculo Tensorial faz parte uma álgebra que trata das propriedades dos tensores e das operações matemáticas com eles, com base na qual são formuladas leis físicas, como a “lei de Hooke generalizada” segundo a qual o tensor de estresse é igual ao tensor de deformação multiplicado pelo “tensor de elasticidade”, este de ordem 4, portanto com $3^4 = 81$ constantes (a lei de Hooke relaciona a força aplicada numa mola com a deformação sofrida por ela). Na Relatividade Geral, a equação de campo de Einstein relaciona o tensor da curvatura do espaço-tempo com o tensor que representa a distribuição de matéria e energia no espaço-tempo. Como o espaço-tempo tem 4 dimensões o tensor de ordem 2 forma uma matriz com $4 \times 4 = 16$ elementos.

⁵⁴ EINSTEIN, Albert and GROSSMANN, Marcel. Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation. I. Physikalischer Teil von Albert Einstein. II. Mathematischer Teil von Marcel Grossmann, *Zeitschrift für Mathematik und Physik*, v. 62, n. 3, 225-261, 1913.

O primeiro boletim foi publicado em 6/11/1915 (EINSTEIN, 1915a)⁵⁵ como se fosse o último. Mas no dia 11 foi publicada uma correção (EINSTEIN, 1915b)⁵⁶. E no dia 18 foi publicado que a nova teoria explicava corretamente o excesso anômalo de 43"/século na precessão do periélio de Mercúrio⁵⁷ (EINSTEIN, 1915c)⁵⁸ e que a deflexão da luz pelo Sol era o dobro da que ele previra anteriormente. Agora a deflexão da trajetória da luz era vista como encurvamento do espaço-tempo. A partir do bordo do disco solar, o valor da deflexão decrescia linearmente com o aumento da distância ao centro de massa do Sol. Finalmente, no dia 25 apareceram as duas *equações de campo* da nova teoria na forma correta (EINSTEIN, 1915d)⁵⁹. Agora, para gravidade fraca e velocidades muito menores que a velocidade da luz, as equações de campo se reduziam à conhecida lei da gravitação universal de Newton. A correção para a covariância dependia apenas de retoques finais. Essas equações são as que regem o Universo. Elas mudaram a concepção do Universo. Antes o espaço e o tempo absolutos formavam o palco passivo dos acontecimentos. Agora o espaço-tempo regia a dinâmica do Universo ao se curvar, se dobrar e até se fechar na morte de certas estrelas, fazendo-as sumir do horizonte.

Observações com valor correto

Uma reação completamente diferente das anteriores ocorreu em 1915, a partir da comunicação que Einstein fez em 18/11/1915 de que a deflexão da luz pelo Sol era de 1,7" (1,7" segundo cálculos mais precisos), o dobro do valor anunciado em 1911⁶⁰. Agora a factibilidade do teste da predição desencadeou uma sucessão de acontecimentos que culminariam no anúncio da confirmação da deflexão gravitacional da luz predita por Einstein e da validade da Relatividade Geral. A deflexão não era mais pela ação de uma força a distância, mas porque a luz, com velocidade constante, percorre geodésicas nulas⁶¹ num espaço-tempo encurvado pela presença de matéria. Essa concepção do mundo físico irá possibilitar a formulação da Cosmologia Moderna.

⁵⁵ EINSTEIN, Albert. Zur allgemeinen Relativitätstheorie, *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* (Berlin), 778-786, 1915a.

⁵⁶ EINSTEIN, Albert. Zur allgemeinen Relativitätstheorie (Nachtrag), *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* (Berlin), 799-801, 1915b.

⁵⁷ Ver nota de rodapé 36.

⁵⁸ EINSTEIN, Albert. Erklärung der Perihelbewegung des Merkur aus der allgemeinen Relativitätstheorie, *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* (Berlin), 831-839, 1915c.

⁵⁹ EINSTEIN, Albert. Die Feldgleichungen der Gravitation, *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften* (Berlin), 844-847, 1915d.

⁶⁰ Mas, mesmo essa dedução do valor novo e correto foi considerada problemática por EARMAN e GLYMOUR (1980a, pp. 54-55), por ter sido utilizado o Princípio de Huygens que é incompatível com a invariância da velocidade da luz postulada pela Relatividade Geral.

⁶¹ Geodésica nula é a distância de separação entre dois pontos do espaço-tempo percorrida pela luz. No formalismo matemático o intervalo de tempo envolvido é nulo, daí a denominação geodésica nula. Já o caminho mais curto no espaço-tempo percorrido por uma partícula dotada de massa, que viaja portanto a uma velocidade menor que a da luz, é caracterizado por um intervalo tempo não nulo e positivo.

Durante a I Guerra Mundial os ingleses não tinham muito conhecimento das atividades científicas na Alemanha e nos países Austro-Húngaros, pois a colaboração entre os cientistas desses países esteve interrompida e, conseqüentemente, a comunicação direta entre os cientistas alemães de um lado, e cientistas ingleses, franceses e americanos de outro, também estava interrompida.

Mas em 1905 Eddington tinha sucedido o astrônomo Frank W. Dyson (1868-1939) no posto de Assistente Chefe do Observatório de Greenwich. Dyson fôra nomeado Astrônomo Real da Escócia. Possivelmente nessa ocasião Eddington e Dyson se conheceram. Mas, em 1910 Dyson se tornou o nono Astrônomo Real da Inglaterra. Eddington, por sua vez, se tornou professor da Universidade de Cambridge em 1913 e diretor do Observatório daquela Universidade em 1914. Ele era um jovem brilhante da astronomia britânica e Dyson teria se considerado seu mentor (EARMAN AND GLYMOUR, 1980a, p. 71)⁶². Assim, quando Eddington deixou Greenwich e foi para Cambridge, deixou para trás a Astronomia de Posição, o estudo dos movimentos próprios⁶³ e da distribuição espacial das estrelas, que envolviam a prática astronômica com o uso de telescópios e instrumentos de medição de placas fotográficas e a análise de dados, passando então a se dedicar à Astrofísica Teórica. Esta última disciplina dava os primeiros passos nos promissores estudos sobre a estrutura e constituição das estrelas. Em 1917 Eddington já tinha angariado prestígio científico inclusive por seus estudos em Astrofísica Estelar. Também por estar frequentemente envolvido, desde 1916 até o fim de sua vida em 1944, em famosas controvérsias, geralmente rudes e pouco cavalheirescas com colegas, mas sempre espirituosas e que, por isso, atraíam grande audiência nas reuniões da *Royal Astronomical Society* (RAS), Eddington já era famoso e bastante conhecido, mesmo antes do eclipse de 1919.

Reconhecido como importante astrofísico de Cambridge e tendo na bagagem a experiência de um astrônomo observacional (WILL, 2015)⁶⁴, em 1916 Eddington se tornou secretário da RAS. Por ocupar essa posição, foi um dos primeiros a receber privadamente em fevereiro de 1916 do cosmólogo e colega holandês, Willem de Sitter (1872-1934), um pacote contendo os recentes artigos de Einstein sobre a Relatividade Geral já traduzidos ao inglês. Assim, logo ele soube da nova teoria de Einstein e do valor corrigido da deflexão da luz. Foi quando ele teria cogitado em fazer as observações no próximo eclipse solar para comprovar a predição de Einstein, embora para ele, como veremos, a Relatividade Geral fosse correta, assim como a predição da deflexão da luz.

⁶² EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, p. 71.

⁶³ Movimento próprio é a componente do movimento de uma estrela no espaço, que se projeta no plano do céu, ou seja, no plano perpendicular à linha de visada.

⁶⁴ WILL, Clifford M. The 1919 measurement of the deflection of light, *Classical and Quantum Gravitation*, v. 32, 124001, 1-17, 2015. arXiv:1409.7812 [physics.hist-ph] 2015. Acesso em 12/1/19.

O próximo eclipse seria em 8/6/1918 e a faixa da totalidade cruzaria de O a L todo o território norte-americano. Mas, por causa da Guerra, Eddington não podia viajar para os EEUU. Por isso consultou Campbell se ele poderia tentar novamente fotografar o eclipse. Campbell concordou, mas seus equipamentos tinham sido confiscados pelos russos em 1914 e isso o forçou a improvisar o telescópio com itens que estavam disponíveis no Observatório de Lick. As observações foram feitas em Goldendale, WA (CAMPBELL, 1918)⁶⁵ com ajuda de Curtis na Expedição Crocker⁶⁶. Embora as condições meteorológicas tivessem sido boas para observar o eclipse, Campbell tirou as fotografias com equipamento inadequado. Quando ele pediu para Curtis fazer medições nas placas, este concluiu que as estrelas estavam praticamente na mesma posição, não tinham se deslocado, de modo que Einstein estaria errado. Mas, para Campbell o anúncio taxativo desse resultado poderia solapar o projeto de Eddington, além de colocar em risco a reputação do Observatório de Lick do qual era diretor, principalmente por saber que o instrumento inadequado poderia ter influenciado no resultado. Como veremos, Campbell fez uma comunicação preliminar na RAS em 11/7/1919 especulando que os resultados obtidos por ele descartavam o valor predito por Einstein (ALMASSI, 2009, p. 60)⁶⁷.

O eclipse de 29/5/1919

Em 1917, quando começaram os preparativos da expedição britânica para o eclipse de 1919, Dyson era a figura astronômica mais influente da Grã-Bretanha. Em 1918 Eddington preparou um apanhado detalhado, persuasivo e laudatório sobre a Relatividade Geral de Einstein e suas aplicações para a *Physical Society of London* (WILL, 2015, p. 3-4)⁶⁸. Depois de alertar Dyson para a importância da Relatividade Geral, associou-se a ele para organizarem uma expedição para medir a deflexão da luz num eclipse solar. Atraído pelo fato de que o Sol estaria à frente do rico aglomerado estelar das Híades, da constelação do Touro, Dyson propôs que a expedição fosse feita para o eclipse total do Sol de 29/5/1919. Ele obviamente também tinha experiência profissional consolidada na Astronomia Observacional, pois tinha trabalhado na área de paralaxe estelar⁶⁹ em que tinha que fazer a análise fotográfica de diminutos deslocamentos angulares de

⁶⁵ CAMPBELL, W. W. The Total Solar Eclipse of June 8, 1918—Position of Observing Station and Times of Contacts, *Lick Observatory Bulletin*, v. 10, n. 317, 1-3, 1918.

⁶⁶ O californiano William H. Crocker (1861-1937), banqueiro, político influente e grande benfeitor, patrocinou a expedição desse e de outros eclipses. Ele era membro do Conselho de Regentes da Universidade da Califórnia à qual pertencia o Observatório de Lick.

⁶⁷ ALMASSI, Ben. Trust in expert testimony: Eddington's 1919 eclipse expedition and the British response to general relativity, *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, v. 40, 57-67, 2009, p. 60.

⁶⁸ WILL, Clifford M. *Ibid.*, 2015, pp. 3-4.

⁶⁹ Para ilustrar didaticamente o fenômeno da paralaxe, sugiro que o leitor estenda um dos braços para a frente, aponte o dedo indicador para cima e, em seguida, veja que o dedo muda de posição em relação aos objetos mais distantes do fundo quando é visto só com o olho direito ou só com o olho esquerdo. Paralaxe é a mudança da posição aparente de um objeto quando se muda o ponto de onde ele é observado. No exemplo dado, a distância de separação dos dois olhos é pequena, o que permite perceber a paralaxe só de objetos bem próximos. Uma distância bem maior entre os dois locais de observação é necessária para conseguirmos medir o pequeno ângulo da paralaxe das estrelas mais próximas em relação ao fundo de estrelas bem mais distantes que, por isso mesmo, aparentam fixas. Para a paralaxe de uma estrela próxima uma observação é feita numa data e, cerca de 6 meses depois, é feita a segunda observação porque, assim,

estrelas. Analisando em fotografias de um eclipse ocorrido em Sfax, na Tunísia, em 1905, o brilho de estrelas de Híades até cerca de 6 raios solares⁷⁰ do centro do disco solar, ele concluiu que, revelando as placas de forma adequada e contando com condições meteorológicas equivalentes às de Sfax, a objetiva do telescópio equatorial astrográfico⁷¹ do Observatório de Greenwich, utilizado em 1905, seria capaz de detectar no eclipse de 1919 os pequenos desvios angulares preditos por Einstein em não menos que 13 estrelas brilhantes angularmente próximas ao Sol (DYSON, 1917)⁷². Este artigo pode ser considerado o pontapé inicial para a organização da expedição britânica para o eclipse em Sobral e Ilha do Príncipe. Pouco depois o Governo Britânico concederia um financiamento de 100 £ para os instrumentos e 1 mil £ para a expedição, o que é notável face à escassez de recursos decorrente da Guerra.

Em 11/11/1918 terminava a I Guerra. Isso removeria os óbices para viagens internacionais dos astrônomos britânicos. Mas Eddington era um quacre⁷³ devoto e, como tal, já tinha pedido dispensa do serviço militar por “objeção de consciência”. Ele era um *conscientious objector*. Por causa da I Guerra, desde 1917 as autoridades britânicas, necessitando desesperadamente de mais homens, apelavam das dispensas e tornavam o recrutamento obrigatório para todos os homens fisicamente aptos. Para Eddington foram realizadas três audiências e, em caso de insucesso, o destino de Eddington seriam os trabalhos forçados. Mas, da última audiência participou Dyson, cujo apelo conseguiu tirar Eddington do recrutamento e dos trabalhos forçados. A proposta foi a de que ele chefiaria uma expedição científica, algo que lhe interessava. Por outro lado, isso daria às autoridades uma saída honrosa sem arruinar a carreira científica de Eddington. Assim a Ciência salvou a carreira de Eddington, mas este, em nome de seu pacifismo, aspirava a que a comunidade científica das Potências Aliadas voltasse a bons termos com a das Potências Centrais, especialmente com a da Alemanha submetida a uma atmosfera antigermânica.

a Terra se encontra na órbita ao redor do Sol em duas posições diametralmente opostas, ou seja, a separação entre os dois pontos de observação (a linha de base) tem cerca de 2 UA (Unidade Astronômica), duas vezes a distância média da Terra ao Sol, de 150 milhões km. Mas a paralaxe estelar é a metade dessa separação angular porque, por definição, ela é definida para uma linha de base de 1 UA. A maior paralaxe estelar, que é da estrela mais próxima (*Próxima* do Centauro) é de apenas 0,77”.

⁷⁰ Num eclipse total do Sol é praticamente impossível obter uma boa imagem fotográfica de uma estrela que esteja a menos de 1 raio solar do bordo do disco solar, pois aí o brilho da coroa solar ainda é intenso e tende a obliterar a estrela. Contudo, também é difícil obter uma boa imagem de uma estrela que esteja a mais de 5 raios solares, desta vez pela falta de qualidade óptica das objetivas a essas distâncias radiais, especialmente quando as objetivas são lentes simples, como as usadas no eclipse de 1919. Assim, a região favorável ao redor do Sol se confina entre 1 e 5 raios solares a partir do bordo solar.

⁷¹ Para elaborar catálogos estelares eram utilizados telescópios astrográficos, dotados de lentes cujo campo visual era capaz de abranger grande extensão angular (tipicamente alguns graus). Esses telescópios eram equatoriais quando instalado numa montagem capaz de acompanhar o movimento diurno, de L para O dos astros.

⁷² DYSON, F. W. On the Opportunity afforded by the Eclipse of 1919 May 29 of verifying Einstein's Theory of Gravitation, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 77, 445-447, 1917.

⁷³ Membro de um grupo religioso resultante de um movimento protestante britânico do século 18, que defende o pacifismo, a simplicidade de vida e a filantropia.

A faixa de totalidade do eclipse de 1919, pela qual passaria a sombra do Sol inteiramente eclipsado pela Lua, se estendia de O para L a partir da América do Sul, cruzando depois o Atlântico Sul rumo à África Central. Na América do Sul passaria pelo Peru e norte do Chile, Bolívia, Centro-Oeste e Nordeste do Brasil, incluindo o semi-árido cearense. Na África essa faixa tangenciaria o sul da Libéria, da Costa do Marfim e de Gana, passando pela Ilha do Príncipe e atravessando o território africano pelo Gabão, Congo, República Democrática do Congo, nordeste de Zâmbia, norte de Malawi, Tanzânia e nordeste do Moçambique.

Técnica observacional. Análise dos dados

A observação num eclipse da deflexão da luz de uma estrela pelo Sol constituía um desafio e tanto se considerarmos os recursos tecnológicos disponíveis em 1919. A técnica observacional utilizada fez uso da fotografia que, para os astrónomos, tinha chegado em meados do século 19, sendo progressivamente aperfeiçoado nas décadas seguintes (BARNARD, 1898)⁷⁴. Mas na década de 1980, o atualmente popular CCD (*Charge-Coupled Device*) encontradiço hoje em todas câmeras digitais de imagem, praticamente aposentou a fotografia astronômica. Por isso, para os astrónomos mais jovens de hoje, termos técnicos como pixel, corrente de escuro, eficiência quântica etc. são familiares, mas não os termos de um passado nem tão remoto como placa, exposição de placa, medição de placa, emulsão, saturação, solarização, revelação etc.

Considerando que o leitor queira entrar no mérito da discussão se as fotografias do eclipse de 1919 comprovaram, ou não, a deflexão da luz predita por Einstein, apresento um breve esclarecimento sobre métodos, técnicas, dispositivos suplementares etc. que eram usados na obtenção, revelação, secagem, medição e análise das fotografias.

Nos instantes da totalidade do eclipse solar, a Lua esconde totalmente o Sol e o céu fica praticamente sem a claridade diurna, o que possibilita enxergar as estrelas, inclusive aquelas que se encontram no campo visual próximo ao Sol. Usando um telescópio acoplado a uma câmara com placas fotográficas, os astrónomos fotografavam o Sol eclipsado e as estrelas que apareciam ao seu redor.

No presente caso, o objetivo da observação era detectar e medir a deflexão da luz estelar causada pelo Sol. Quando observamos estrelas noturnas no céu, *grosso modo*, à exceção das estrelas mais próximas, a vasta maioria forma um padrão fixo, praticamente imutável na esfera celeste. Assim, cada estrela pode ser posicionada com precisão ao ser referenciada a estrelas vizinhas. Porém, o Sol é um astro relativamente próximo, é membro do Sistema Solar. Por isso o Sol,

⁷⁴ BARNARD, Edward E. The Development of Photography in Astronomy, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, v. 10, n. 65, 213-222, 1898.

assim como a Lua e os planetas do Sistema Solar, não mantêm posição fixa em relação às estrelas noturnas, mas se movem em relação a elas. Num eclipse total do Sol alguma estrela noturna poderá ser vista perto do disco solar, o que não significa que essa estrela tenha literalmente se aproximado do Sol, mas apenas que ela, que se encontra muito, muito além do Sol, por efeito de perspectiva é vista da Terra angularmente perto do bordo do Sol. Nessa situação, um raio de luz proveniente dessa estrela passa realmente pelas proximidades do Sol e, pelo efeito da deflexão predito por Einstein, a trajetória da luz em vez de ser retilínea, sofre um pequeno desvio. Ora, sempre que vemos uma estrela, vemo-la na direção de onde a luz dessa estrela chega até nós e, se essa direção é alterada por causa da deflexão pelo Sol, a estrela será vista na esfera celeste numa direção diferente. A deflexão da luz fica registrada na fotografia do eclipse na forma de um deslocamento da posição da estrela na placa fotográfica, deslocamento esse que não ocorre numa fotografia dessa mesma estrela tirada fora do eclipse. Portanto a deflexão pode ser quantificada diferencialmente, através da comparação da posição de uma mesma estrela fotografada no eclipse (*placa do eclipse*) e fora dele (*placa de comparação*).

A deflexão angular máxima (quando a estrela se encontra idealmente no bordo do disco solar) é de apenas $1,75''$. A deflexão decresce segundo o inverso da distância ao centro do disco solar. A observação em solo de um fenômeno com essa minúscula amplitude angular, inevitavelmente envolve múltiplas interferências que nada têm a ver com a própria deflexão. Algumas dessas interferências podem ser calculadas e removidas. Por exemplo, há o fenômeno astronômico da aberração da luz⁷⁵ que pode ser calculada para cada estrela em função de suas coordenadas na esfera celeste e do instante da observação. Este é um efeito que pode ser removido da observação bruta por cálculo. Outro efeito que pode ser, não calculado com exatidão, mas estimado na média, é a refração atmosférica. Este é um efeito devido à atmosfera da Terra. O ar tem um índice de refração muito próximo da unidade (índice de refração do vácuo), mas é levemente maior que 1. Embora para a luz visível seja maior que 1 só na quarta casa decimal, assim mesmo a atmosfera refrata os raios de luz provenientes das estrelas. Como o ângulo da refração depende da densidade e, na atmosfera, a densidade do ar decresce com a altitude, a refração causada na luz das estrelas pela nossa atmosfera é diferencial. De um modo geral, a refração diferencial da atmosfera faz uma estrela parecer mais elevada em relação ao horizonte, do que realmente está. Esse efeito é máximo no horizonte e diminui com a elevação até se anular na

⁷⁵ A aberração estelar é um fenômeno que faz com que uma estrela seja vista numa posição diferente daquela em que ela realmente se encontra. Ela é devida a que, quando fazemos a observação da Terra, não estamos parados, mas estamos orbitando com a Terra ao redor do Sol. À semelhança de uma chuva que cai verticalmente, mas aparenta estar caindo obliquamente contra nós quando nos pomos a correr, a luz proveniente de um astro também muda de direção em função da direção e da velocidade do movimento orbital da Terra. A amplitude da aberração é determinada pela razão entre a velocidade orbital da Terra e a velocidade da luz que é de cerca de $20''$. Uma estrela situada supostamente no prolongamento de uma reta que passa pelo Sol e é perpendicular à eclíptica (plano da órbita da Terra), descreverá ao longo do ano um círculo com diâmetro que é o dobro da amplitude acima: $2 \times 20'' = 40''$. Na aberração vemos projetado no céu o nosso próprio movimento orbital ao redor do Sol. Estrelas a latitudes menores que 90° em relação à eclíptica, descreverão elipses e, finalmente, estrelas que se encontram na própria eclíptica, descreverão segmentos de reta. Portanto a aberração de uma estrela depende da sua posição no céu e do instante da observação.

vertical do observador. Como a atmosfera é turbulenta, a refração diferencial varia caoticamente ao longo do tempo, de modo que apenas um valor médio pode ser estimado levando em conta a elevação aparente da estrela acima do horizonte, a altitude do local de observação, a temperatura e pressão durante a observação. Este efeito também é normalmente excluído, ainda que com as limitações apontadas. A correção para os efeitos da aberração e da refração diferencial é rotineira nas observações astronômicas feitas em solo.

Medir a deflexão da luz no eclipse, pela comparação entre duas imagens das mesmas estrelas, uma na placa do eclipse e outra na placa de comparação, constitui um método diferencial padronizado ou ortodoxo (às vezes esse método pode ser modificado, o que efetivamente ocorreu com as placas do eclipse de 1919⁷⁶). As diminutas diferenças de posição de uma mesma estrela nas duas placas são medidas micrometricamente. Infelizmente essas medidas, mesmo corrigidas da aberração e refração diferencial, ainda não são as medidas procuradas da deflexão da luz porque ainda estão contaminadas por vários efeitos espúrios. Mesmo no procedimento ortodoxo, quando as placas do eclipse e as placas de comparação são obtidas no mesmo local (local do eclipse), mas em datas diferentes, as fotografias são tomadas em diferentes direções do céu local, portanto com o telescópio apontando para direções diferentes, o que implica em flexões e torções que podem alterar o comportamento do telescópio. As placas do eclipse e de comparação também são obtidas a diferentes temperaturas ambientes, não só porque as estações são diferentes, mas também porque o eclipse é observado de dia e as estrelas de comparação são fotografadas à noite. A variação da temperatura ambiente se correlaciona com diferentes intensidades da turbulência atmosférica. Esta é causada pelos movimentos caóticos de células convectivas da nossa atmosfera. A refração do ar, de que falamos acima, produz agora o conhecido fenômeno da cintilação das estrelas. Uma fotografia tomada com tempo de exposição mais longo mostrará as estrelas, não como fontes pontuais de luz, mas como borrões extensos e difusos, em que a posição da estrela é afetada de incertezas não desprezíveis. A temperatura ambiente também afeta o desempenho de itens ópticos como espelhos, lentes e placas fotográficas e pode eventualmente deformar o suporte desses itens nos instrumentos.

Sem falar dos problemas imprevisíveis do tempo como chuva, nebulosidade, nuvens intermitentes, poeira em suspensão etc. que podem, não só prejudicar as imagens, mas até mesmo inviabilizá-las, devemos considerar também os problemas instrumentais como desalinhamentos, flexões, torções etc. decorrentes do transporte desde o observatório de origem até lugares remotos de observação. Para facilitar o transporte se optava por instrumentos de menor peso e tamanho, mas isto trazia a desvantagem de instrumentos menos robustos, telescópios com objetivas menores que exigiam tempos de exposição fotográfica mais longos que, por sua

⁷⁶ Veremos que para as placas do eclipse da Ilha do Príncipe, num estágio intermediário da análise foram utilizadas placas de um campo de estrelas que não era do eclipse, obtidas em Príncipe e também em Oxford.

vez, dependiam mais criticamente da precisão do sistema de rastreio do Sol que, diferentemente de hoje, era controlado por mecanismo de relojoaria acionado por peso (WALLER, 2002a, p. 54)⁷⁷.

Na máquina de medição micrométrica, a diferença de posição de cada estrela na placa do eclipse e na placa de comparação era quantificada no milésimo do milímetro, contando-se o número de voltas de um parafuso micrométrico. Para a comparação podiam ser utilizadas mesas sofisticadas em que as placas comparadas podiam ser sobrepostas e deslocadas ao longo dos eixos ortogonais, x e y , e as medidas apareciam num mostrador, aperfeiçoamentos técnicos que agilizavam a tarefa mas que, nem por isso, deixava de ser tediosa e de exigir muita atenção.

O primeiro passo da análise era ter as coordenadas-padrão das estrelas que apareceriam ao redor do Sol no eclipse. Para o eclipse em questão as 13 estrelas selecionadas já apareciam ilustradas em DYSON (1917, p. 446)⁷⁸, assim como em DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON (1920, Diagram 1, p. 294)⁷⁹, sendo que esta última publicação traz uma tabela com as coordenadas-padrão dessas estrelas (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, Table I, p. 293)⁸⁰. As coordenadas-padrão são medidas nas coordenadas ortogonais x e y , paralelas respectivamente ao equador celeste e aos meridianos da esfera celeste. Elas são definidas sobre um plano que coincide com o plano da fotografia (plano fotográfico). Nas coordenadas-padrão, as estrelas posicionadas na esfera celeste através das coordenadas celestes equatoriais (declinação e ascensão reta), são projetadas sobre o plano fotográfico, sendo que este plano é tangente à esfera celeste no ponto para o qual o telescópio está apontado que, no caso, é o centro do disco solar. Sobre uma placa fotográfica as coordenadas ortogonais x e y podem ser medidas a partir de um ponto de origem arbitrário, mas o centro do disco solar é a escolha usual.

Em seguida são feitas as medições da diferença da posição (chamemos *desvio*), Δx e Δy de cada estrela para cada par de placas do eclipse e de comparação. Se é utilizado o método estatístico, requer-se uma boa amostragem (bom número de estrelas observadas num bom número de fotografias tiradas durante a totalidade do eclipse). Nesse caso o objetivo não é determinar o desvio de cada estrela com precisão. Uma vez que há incertezas experimentais de diversas origens nas medidas, o número de observações é multiplicado objetivando a obtenção de um resultado final com o valor médio mais provável do desvio, acompanhado de uma margem de incerteza (desvio padrão), a menor possível.

⁷⁷ WALLER, John. *Fabulous Science*. Fact and fiction in the history of scientific discovery. New York: Oxford University Press, 2002a, p. 54.

⁷⁸ DYSON, F. W. *Ibid.*, 1917, p. 446.

⁷⁹ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, Diagram 1, p. 294.

⁸⁰ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, Table 1, p. 293.

Uma vez feitas as medições e coletados os desvios Δx e Δy das observações, um modelo deve ser concebido e formalizado matematicamente (equações de condição) que dê conta das principais fontes de erros que afetam os desvios Δx e Δy . Por se tratar de erros supostamente pequenos, o modelo permite representá-los na forma de uma combinação linear das próprias medidas x e y das coordenadas-padrão. Assim, duas equações de condição correspondentes aos desvios Δx e Δy podem ser escritas envolvendo 7 coeficientes (incógnitas), sendo 2 referentes ao erro na origem (ponto zero) das coordenadas (erro de translação), 2 referentes à variação da escala da placa fotográfica (expansão da placa por aquecimento), 2 referentes ao erro direcional das coordenadas x e y (erro rotacional) e 1 que dá conta da deflexão da luz a uma distância padrão do centro do disco solar já que, segundo a predição de Einstein, a deflexão decresce linearmente com a distância ao centro do disco solar. Este último coeficiente fornece a medida procurada da deflexão. Notar que não há coeficientes para a refração atmosférica, nem para a aberração, pois as respectivas correções são geralmente feitas, no fim, na deflexão média (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, pp. 306-308)⁸¹.

Aplicando-se as equações de condição a cada estrela analisada num par de placas, gera-se o chamado sistema de equações normais, geralmente sobredeterminado (com mais equações do que incógnitas), o que permite determinar 5 dos coeficientes acima por minimização dos erros quadráticos, já que os dois coeficientes do erro da origem podem ser eliminados fisicamente na medição das placas⁸². A seguir, não se obtém a solução exata, mas a solução otimizada pela minimização dos erros (regressão linear por mínimos quadrados). Os coeficientes são determinados para cada uma das duas coordenadas, para cada par de placas e, no final, é obtido o coeficiente médio para todos os pares de placas, com a respectiva dispersão. Subtraindo da média do coeficiente de deflexão gravitacional obtida do conjunto das placas do eclipse, a mesma média obtida das placas de comparação, se obtém a procurada deflexão já escoimada dos erros considerados no modelo.

A critério dos analistas e de acordo com a conveniência, algum tipo de erro pode ser removido fisicamente durante a medição, o que torna desnecessário calcular estatisticamente os coeficientes desse erro. Além do desencontro da origem das coordenadas num par de placas, o erro de escala também pode ser eliminado com a ajuda de um outro tipo de placa, a *placa de escala*. Isso, como veremos, foi feito com as placas de Sobral obtidas com o telescópio de 4 polegadas. Na prática, a placa de escala foi uma das placas de comparação obtidas em Sobral com o telescópio de 4 polegadas, porém, com uma diferença técnica que explicarei adiante.

⁸¹ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, pp. 306-308.

⁸² Um expediente prático é tirar vantagem do fato de que o desvio gravitacional da luz decresce segundo o inverso da distância ao centro do disco solar. Então as estrelas mais afastadas do Sol tendem a ocupar a mesma posição tanto na placa do eclipse, quanto na placa de comparação, o que pode melhorar a precisão da sobreposição das duas placas.

Expedição britânica

Em reunião de 10/11/1917, o *Joint Permanent Eclipse Committee* (JPEC) da RS e da RAS decidiu enviar expedições para Sobral e Ilha do Príncipe (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920)⁸³. Os britânicos entenderam que a infraestrutura em Príncipe era melhor para a expedição do que no continente africano. Além das duas objetivas de 13 polegadas com foco de 3,43 m, uma do já citado telescópio astrográfico de Greenwich e outra da Universidade de Oxford, que seriam iluminadas por celóstatos⁸⁴ de 16 polegadas, o astrônomo jesuíta Aloysius L. Cortie (1859-1925) que deveria vir para Sobral, mas acabou não vindo, sugeriu que também fosse levado para Sobral o telescópio de 4 polegadas e foco de 19 pés com o celóstato de 8 polegadas da *Royal Irish Academy*. Os dois telescópios astrográficos utilizavam placas de 16 cm x 16 cm, enquanto o telescópio de 4 polegadas utilizava placas de 10 polegadas x 8 polegadas. O astrógrafo de Oxford foi levado para Príncipe e para Sobral o astrógrafo de Greenwich mais o telescópio de 4 polegadas. Este último, levado como mero instrumento sobressalente, foi o que, no fim das contas, salvou a missão observacional de Sobral.

Em 8/3/1919, 4 meses após o armistício que encerrou a Guerra, as duas expedições partiram juntas de Liverpool: Eddington em companhia do relojoeiro Edwin T. Cottingham (1869-1940) para a Ilha do Príncipe, na costa da atual Guiné Equatorial e Andrew C. Crommelin (1865-1939) na companhia de Charles R. Davidson (1875-1970) para Sobral. Estes dois eram assistentes do Observatório de Greenwich. Embora outros países como Alemanha, Estados Unidos e Argentina tivessem tentado há anos detectar a deflexão da luz, como se estivesse escrito nas estrelas, no eclipse de 1919 só os britânicos estavam envolvidos nesse projeto. EARMAN e GLYMOUR (1980a, p. 70)⁸⁵ fizeram esta interessante ponderação:

Einstein's frustration, and Freundlich's, are perfectly understandable. Expedition after expedition had returned empty handed. The one that did obtain photographs did not publish the results. Freundlich, who had learned of Campbell's preliminary views about the results of the expedition of 1918, wrote Einstein that the Americans had not been able to demonstrate the light-deflection effect. The eclipse of 1919 was the next hope, but the Lick Observatory could not mount an expedition because of the war. The Argentine Observatory had hoped to send an expedition to Brazil to test Einstein's prediction in 1919, but the government refused to finance it. Freundlich planned an expedition but did not carry it out, probably because of lack of funding. Everything hung on the British, who seem to have won the privilege of photographing the 1919 eclipse almost as a spoil of war.

⁸³ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920.

⁸⁴ Celóstato é um instrumento astronômico dotado de dois espelhos planos que, atuando em conjunto, fazem os raios solares incidirem sempre sobre a objetiva de um telescópio fixo, geralmente na posição horizontal, apesar do movimento do Sol no céu. Para isso, o primeiro espelho (considerando o trajeto da luz) gira em torno do eixo polar (paralelo ao eixo da Terra) com metade da velocidade do movimento diurno do Sol. O segundo espelho deve ser apenas ajustável para qualquer direção, precisando ser ajustado poucas vezes durante uma observação.

⁸⁵ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, p. 70.

Sobral

Crommelin e Davidson chegaram a Belém, PA, em 23 de março. Para não chegarem a Sobral muito antes da equipe brasileira, decidiram seguir viagem até Manaus para conhecerem a Amazônia. Chegaram a Sobral em 30 de abril. A equipe brasileira, do Observatório Nacional do Rio de Janeiro, chegou a Sobral junto com a equipe norte-americana da *Carnegie Institution*, no dia 9 de maio. Ela deu apoio logístico às expedições estrangeiras, mas não fez pesquisa sobre a deflexão da luz. A missão científica do Observatório Nacional era realizar observações em Física Solar, com objetivos claramente distintos da comprovação do efeito Einstein.

A equipe inglesa montou os celóstatos de 16 e de 8 polegadas, cada um com o seu mecanismo de relojoaria acionado a peso para que o celóstato rastreasse o Sol. Na extremidade dos tubos dos dois telescópios ficava a respectiva câmera fotográfica, na qual era inserido com precisão o estojo que protegia a placa fotográfica da luz, exceto nos instantes em que ela era exposta mediante a remoção temporária de um anteparo opaco corredeio.

Para ajustar o foco dos telescópios, a brilhante estrela Arcturus foi fotografada variando-se levemente o foco em torno da posição mais provável. O exame das fotografias do astrógrafo logo mostrou um sério problema de astigmatismo. Para reduzir esse problema, foi colocada uma máscara que obturou a objetiva do telescópio astrográfico de 13 para 8 polegadas, o que atenuou o defeito em boa medida⁸⁶. Daí em diante a máscara foi sempre utilizada. Mas o desempenho desse telescópio ainda iria desapontar os observadores. As imagens do telescópio de 4 polegadas resultaram satisfatórias.

Quanto às condições meteorológicas, no dia 25 de maio houve chuva pesada que foi bem-vinda por baixar a poeira que, até então, tinha sido prejudicial para os mecanismos de relojoaria, apesar de todos os cuidados.

Embora a água fosse escassa em geral, onde a expedição estava alojada havia suprimento ilimitado de boa água. Isso foi benéfico para o processamento das placas fotográficas. Não havia gelo, mas o uso de moringas de barro tornava possível reduzir a temperatura a cerca de 24° C e, trabalhando à noite ou de madrugada, era fácil revelar as placas. A água mesmo levemente morna pode molificar e até mesmo arrancar pedaços da emulsão fotográfica inutilizando a placa. Formol foi usado para endurecer os filmes, minimizando assim as chances de deformação da emulsão e, conseqüentemente da imagem.

⁸⁶ Geralmente o defeito óptico de astigmatismo está mais na região periférica de uma lente. Assim a máscara obturadora suprimia da imagem final os raios periféricos da objetiva.

A manhã do dia do eclipse esteve mais nublada do que na média e a fração de cobertura do céu por nuvens foi estimada em 9/10 no primeiro contato, quando o Sol esteve invisível. Pouco depois o Sol apareceu já um tanto eclipsado pela Lua e ocorreram vários intervalos curtos durante a fase parcial do eclipse, em que o Sol apareceu e possibilitou apontar corretamente os telescópios para o Sol. Justamente quando a totalidade se aproximou, a quantidade de nuvens diminuiu e uma área desobstruída do céu deixou o Sol aparecer 1 min antes do segundo contato. Durante a totalidade de mais de 5 min, o tempo foi contado com a ajuda de um metrônomo e a temperatura ambiente variou pouco, apenas entre 27 e 29° C. De acordo com a programação, foram expostas 19 placas no telescópio astrográfico com durações alternadas de 5 e 10 s⁸⁷ e 8 no telescópio de 4 polegadas com tempo mais longo de 28 s⁸⁸. A região ao redor do Sol esteve livre de nuvens, exceto durante cerca de 1 min perto do meio da totalidade quando o Sol ficou velado por uma tênue nuvem que impossibilitou fotografar as estrelas, mas permitiu registrar a coroa interna do Sol e uma grande protuberância com excelente definição, o que alegrou os que observavam os fenômenos solares. Todas as placas utilizadas permaneceram protegidas em seus estojos à prova de luz, até a revelação que foi realizada em vários lotes nas horas noturnas dos dias seguintes, ficando completada em 5 de junho.

Depois a equipe deixou Sobral para visitar Fortaleza, retornando a Sobral no dia 9 de julho para obter as placas de comparação. Antes de deixar Sobral, os espelhos dos celóstatos e os mecanismos de relojoaria dos mesmos foram removidos e guardados em ambiente fechado para ficarem protegidos da poeira. Já as montagens dos telescópios e dos celóstatos foram deixadas no mesmo local em que estavam instaladas sendo que, antes da remoção, os espelhos receberam marcações para serem recolocados na posição original. As placas de comparação foram obtidas entre 10 e 17 de julho, totalizando 41 exposições no telescópio astrográfico e 18 no telescópio de 4 polegadas mas, uma destas, em vez de ser placa de comparação se tornou placa de escala, tendo a emulsão fotossensível exposta à luz, não diretamente, mas através da placa de vidro (substrato), o que tornaria mais precisa a medição dos desvios das estrelas⁸⁹. Isso foi feito porque essas placas não tinham as dimensões usuais e o respectivo micrômetro era dotado de menos recursos.

⁸⁷ Em algumas dessas placas apareceram 12 estrelas, em outras 7, mas em 3 placas não apareceram nem mesmo 7 estrelas.

⁸⁸ Nessas placas apareceram 7 estrelas mensuráveis, exceto na de número serial 6, quando surgiram nuvens e nenhuma estrela apareceu.

⁸⁹ Ao fazer a medição dos desvios das estrelas nas placas obtidas com o telescópio de 4 polegadas, cada placa do eclipse foi superposta à placa de escala, de modo que as imagens comparadas ficassem em contato direto, sem a separação pela espessura do substrato de vidro da placa.

Ilha do Príncipe⁹⁰

De Liverpool até a Ilha da Madeira as duas expedições viajaram juntas. Mas de Madeira, Eddington e Cottingham só puderam partir rumo a Príncipe em 9 de abril, lá chegando no porto de Santo Antonio no dia 23 de abril. A ilha tem apenas 16 km x 10 km de extensão. Exceto por pouca floresta virgem, a ilha é coberta por plantações de cacau. A expedição chegou no final da estação chuvosa e um vento seco passou a dominar a partir de 10 de maio, sendo que não choveu mais, senão na manhã do eclipse. Foi escolhida uma localidade recomendada pelos locais, a noroeste da ilha chamada Roça Sundry, sede da fazenda principal de um tal Sr. Carneiro, Presidente da Associação dos Produtores que hospedou os astrônomos e, com seus auxiliares, lhes prestou toda assistência. A Roça Sundry fica numa elevação de 150 m de onde o mar podia ser visto, e ficava o mais afastada possível das elevações que retinham as nuvens. O telescópio foi instalado numa pequena área cercada, adjacente à casa, de onde o chão descia rapidamente em direção ao mar, na direção do Sol no eclipse. No lado oposto o telescópio ficava protegido por uma construção.

A bagagem chegou de trem a Sundry em 28 de abril, mas no trecho final a carga teve que ser transportada por carroça. A instalação dos equipamentos foi feita lentamente, pois não havia interesse em desempacotar logo o espelho e os instrumentos para expô-los desnecessariamente à umidade. Mas os primeiros testes fotográficos começaram em 16 de maio quando houve dias de céu claro e as noites geralmente eram claras.

O celóstato foi instalado num pilar de pedra especialmente construído para essa finalidade. O relógio acionado a peso para movimentar o celóstato foi instalado sobre uma escavação em que o peso podia descer o suficiente para funcionar até 36 min sem receber corda. A objetiva do telescópio também foi obturada de 13 para 8 polegadas e assim utilizada para todas as fotografias. Uma série de fotografias de uma estrela brilhante (Arcturus), com tempo de exposição de 1 s, certificou que não ocorriam oscilações indesejáveis do telescópio após a colocação da placa. A exposição da placa era feita movendo um anteparo opaco na frente da objetiva, sem nenhum contato direto com o telescópio. Nos ajustes foi dada especial atenção ao paralelismo entre a objetiva e a placa e aos preparativos para o apontamento correto do telescópio ao campo desejado. A focalização foi ajustada através de fotografias de estrelas e, como a temperatura se manteve uniforme, ela foi mantida nas observações.

Os dias que precederam o eclipse foram bastante nublados. Na manhã do eclipse ocorreu uma forte tempestade entre 10 h e 11 h 30 m locais, uma ocorrência extraordinária naquela época do ano. Mas, segundo os cálculos, o início da totalidade seria às 14 h 13 m 5 s com duração

⁹⁰ Em 1919 Príncipe era colônia portuguesa. Desde 1975 as ilhas de São Tomé e Príncipe passaram a constituir um estado independente chamado República Democrática de São Tomé e Príncipe.

de 5 min 2 s. Depois da tempestade o Sol apareceu por alguns minutos, mas as nuvens se juntaram de novo. Cerca de meia hora antes da totalidade o crescente solar foi visto ocasionalmente e por volta de 13 h 55 m ele pôde ser visto continuamente entre nuvens à deriva. Durante a totalidade foram feitas as exposições programadas e obtidas 16 placas. Olhando as estrelas que aparecem nas fotografias, parece que as nuvens se dissiparam consideravelmente durante o último terço da totalidade.

Para a revelação das placas em Príncipe, também foi necessário um cuidado com relação à temperatura elevada da água. Antes do eclipse não houve problema porque havia suprimento local de gelo. Mas esse suprimento falhou depois do eclipse e formol teve que ser utilizado para enrijecer a emulsão fotográfica. As placas que aceitavam bem esse tratamento foram reveladas em Príncipe à noite, quando a temperatura era mais baixa, e a secagem foi acelerada com o uso de álcool. Já as demais placas foram mantidas nos respectivos estojos, para serem reveladas depois do retorno da expedição.

Pretendia-se fazer lá mesmo todas as medições das placas reveladas, mas uma greve na companhia de navegação tornou necessário regressar na primeira embarcação, a fim de que os membros da expedição não ficassem retidos na ilha por vários meses. A expedição deixou Príncipe no dia 12 de junho, chegando a Liverpool em 14 de julho. Mas, não foi por isso que não foram obtidas em Príncipe as placas de comparação fora do eclipse, como pôde ser feito em Sobral. É que em Príncipe a totalidade ocorreu mais tarde, no horário local. Nesse caso, para o campo de estrelas próximo ao Sol no eclipse ser visto novamente, fora do eclipse, antes do amanhecer e aproximadamente na mesma posição no céu, seria preciso esperar muitos meses.

Para estimar e eliminar os erros sistemáticos, a falta de placas de comparação foi compensada com a obtenção de um outro tipo de placas, as *placas de verificação* ou *check plates*⁹¹, uma parte em Oxford e outra em Príncipe. Nessas placas o campo de estrelas fotografado incluía a brilhante estrela Arcturus. Esse campo tinha praticamente a mesma declinação do campo do eclipse, o que ajudava a tornar similar o assentamento do telescópio nas duas localidades. Também se tomou o cuidado de fotografar esse campo quando estivesse aproximadamente com a mesma elevação tanto em Oxford quanto em Príncipe. Um ponto positivo dessas placas para o controle do experimento era que elas foram obtidas à noite tanto em Oxford como em Príncipe, evitando assim a influência do aquecimento do espelho e do telescópio pelo Sol.

Das placas de verificação, 5 foram obtidas em Príncipe nas noites de 22 e 25 antes do eclipse, e 5 em Oxford, antes da partida da expedição em 16, 17 e 23 de janeiro (topo da Tabela

⁹¹ As placas de comparação, como vimos, continham estrelas vizinhas ao Sol no eclipse. Já as placas de verificação continham estrelas de uma outra região do céu. Para detectar a deflexão da luz, estas placas serviam principalmente para analisar eventuais variações de escala.

em DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, p. 315)⁹². Portanto quando Eddington partiu para Príncipe, ele já tinha as placas de verificação obtidas em Oxford para levá-las a Príncipe. Adicionalmente, conforme a Tabela em DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON (1920, p. 316)⁹³, ele já tinha obtido também em Oxford, nas noites de 16 e 22 de janeiro e de 9 de fevereiro, 5 placas de comparação com o campo estelar do eclipse.

Análise das placas. Resultado

O resultado final apresentado ao público, das observações da expedição britânica a Sobral e Príncipe, definitivamente não foi um resumo direto da análise dos dados, mas uma construção engenhosamente articulada de uma seleção de conclusões parciais obtidas ao longo da análise. Na tentativa de facilitar ao leitor a compreensão da argumentação de Eddington e sua equipe, seguirei em linhas gerais a narrativa que Eddington publicou um ano depois em EDDINGTON (1920, pp. 101-112)⁹⁴, mas utilizarei o artigo DYSON, EDDINGTON e DAVIDSON (1920)⁹⁵ para dar os detalhes da análise dos dados.

Ainda em Príncipe, uma de apenas duas fotografias aproveitáveis do eclipse pôde ser revelada. Essas fotografias tinham sido obtidas através de reflexão pelo espelho do celóstato. Mas Eddington tinha levado a placa de comparação do mesmo campo de estrelas fotografado diretamente (isto é, sem reflexão pelo espelho) através da objetiva do telescópio de Oxford, antes da viagem. Quando as placas do eclipse de Príncipe e de comparação de Oxford foram superpostas, as emulsões (portanto as imagens) ficaram em contato direto, o que era ideal para a medição dos desvios de cada estrela. Com um micrômetro levado a Príncipe, Eddington fez a medição dos desvios Δx e Δy de 5 estrelas. Descontos para a refração atmosférica, aberração, orientação da placa etc., que são rotineiros na determinação da paralaxe estelar e com os quais Eddington tinha familiaridade foram feitos e ele concluiu: *The results from this plate gave a definite displacement, in good accordance with Einstein's theory and disagreeing with the Newtonian prediction. Although the material was very meagre compared with what had been hoped for, the writer (who it must be admitted was not altogether unbiassed) believed it convincing* (EDDINGTON, 1920, p. 106)⁹⁶. Notar a confissão espontânea de viés. Este primeiro resultado tão promissor deve ter ajudado a consolidar em Eddington uma postura mental otimista que, de fato, ele já tinha e manteve durante toda a análise. Segundo o testemunho do indiano Subramanyan Chandrasekhar (1910-1995), Prêmio Nobel de Física de 1983 que conviveu academicamente no início de sua carreira com Eddington, a fé deste

⁹² DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, p. 315.

⁹³ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, p. 316.

⁹⁴ EDDINGTON, Arthur S. Weighing Light, Chapter VII, *Space Time and Gravitation*. An outline of the general relativity theory, London: Cambridge University Press, 1920, pp. 101-112.

⁹⁵ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920.

⁹⁶ EDDINGTON, Arthur S. *Ibid.*, 1920, p. 106.

na teoria de Einstein era incondicional, pois teria dito a Chandrasekhar que, se o envio das expedições para o eclipse dependesse dele, ele não as teria enviado *since he was fully convinced of the truth of general relativity* (CHANDRASEKHAR, 1983, p. 25)⁹⁷.

Quatro placas do eclipse que não puderam ser reveladas em Príncipe, foram reveladas em Cambridge e só uma delas mostrou estrelas em quantidade suficiente. As medições dessa segunda placa feitas também por Eddington em 22 e 23 de agosto, seguiram o mesmo procedimento usado na placa anterior e também teriam confirmado a predição de Einstein.

Mas, neste ponto, Eddington diz que se preocupou se algum problema instrumental não teria produzido uma falsa deflexão, um simulacro. Foi um recuo cauteloso. Para responder a essa dúvida Eddington apelou para as placas de verificação que fotografaram em Príncipe e em Oxford um mesmo campo estelar, mas que não era o do eclipse. Eram 5 placas de Príncipe e 5 de Oxford, com as quais Eddington formou pares e ele próprio fez as medições. Os desvios Δx e Δy (Príncipe - Oxford) foram medidos para cada estrela (13 no total) nos 5 pares de placas. Esses desvios foram modelados pelas equações de condição e seus coeficientes (desta vez sem os da deflexão da luz) foram obtidos por mínimos quadrados pelas equações normais. Com esses coeficientes foram calculados os residuais para cada uma das 13 estrelas. Tirando a média de todos os residuais concluiu-se que o erro provável na medição de Δx e Δy era de apenas $\pm 0,22''$. Com base nesse resultado concluiu não haver erros sistemáticos significativos:

The primary purpose of the check plates is thus fulfilled. They show that photographs of a check field of stars taken at Oxford and Principe show none of the displacements which are exhibited by the photographs of the eclipse field taken under precisely similar instrumental conditions. The inference is that the displacements in the latter case can only be attributed to presence of the eclipsed sun in the field (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, p. 319)⁹⁸.

E ainda acrescentou:

That seems to be satisfactory evidence that the displacement observed during the eclipse is really due to the sun being in the region, and is not due to differences in instrumental conditions between England and Principe. Indeed the only possible loophole is a difference between the night conditions at Principe when the check-plates were taken, and the day, or rather eclipse, conditions when the eclipse photographs were taken. That seems impossible since the temperature at Principe did not vary more than 1° between day and night (EDDINGTON, 1920, pp. 106-107)⁹⁹.

O uso de placas de verificação para as imagens de Príncipe foi inconveniente e constituiu *an extraneous determination of scale* (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, p.

⁹⁷ CHANDRASEKHAR, S. *Eddington, the most distinguished astrophysicist of his time*, Cambridge: Cambridge University Press, 1983, p. 25.

⁹⁸ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, p. 319.

⁹⁹ EDDINGTON, Arthur S. *Ibid.*, 1920, pp. 106-107.

330)¹⁰⁰, mas permitiu obter a variação da escala livremente do fato complicador de que nas placas do eclipse, ela imita a deflexão gravitacional da luz, uma vez que ambas afastam as estrelas do centro do disco solar (KENNEFICK, 2009, p. 39)¹⁰¹, apesar de que, enquanto a deflexão de cresce segundo o inverso da distância radial, a variação da escala cresce linearmente com ela.

A análise das duas placas do eclipse foi então retomada, sendo comparadas com as placas de comparação de Oxford, desta vez, contendo o campo estelar do eclipse, e levando agora em consideração o erro de escala obtido anteriormente de forma independente. Embora em Príncipe essas placas tivessem sido feitas de dia, durante o eclipse, Eddington se fiou de novo em que a variação da temperatura durante o eclipse tinha sido mínima. Segundo ele a temperatura ambiente em Príncipe gozou de uma extraordinária estabilidade. Com isso justificou sua hipótese de que a variação de escala era a mesma que a encontrada antes com as placas de verificação e, assim, presumiu ter medido a deflexão da luz para cada estrela. Com base em 5 estrelas foram feitas 4 determinações da deflexão da luz cuja média foi $1,61'' \pm 0,30''$ (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, p. 328)¹⁰², valor bem próximo da predição de $1,75''$, o que tornava muito improvável a metade desse valor predita pela teoria newtoniana.

Nesta altura dos acontecimentos, para Eddington a questão já parecia resolvida além de qualquer dúvida e, assim, ele aguardava o retorno da expedição de Sobral que lá permaneceu mais dois meses para obter, de madrugada, tanto com o astrógrafo quanto com o telescópio de 4 polegadas, as placas de comparação.

Apesar da obturação da objetiva do astrógrafo, que melhorou seu desempenho óptico, as fotografias foram surpreendentemente desapontadoras, pois, desse telescópio eram esperadas as melhores imagens. As estrelas, longe de serem pontuais, apareceram difusas e extensas, como se estivessem fora de foco e arrastadas por irregularidades no rastreo. Segundo os observadores, na noite anterior ao eclipse o foco estava perfeito. Esse problema desapareceu quando foram tiradas as fotografias de comparação depois do eclipse, sem que nenhum reajuste fosse feito. De fato, as placas de comparação não apresentaram nenhum problema de foco. Os observadores concluíram que se tratava de um problema temporário e o atribuíram a uma expansão não uniforme do substrato do espelho, causada pela incidência dos raios solares, não sendo possível saber se além de possível astigmatismo que causa indefinição da imagem, teria ocorrido também perda de foco que altera a escala das placas, além de também causar indefinição na imagem. Na prática era impossível discriminar esses efeitos porque, definitivamente, as imagens tinham baixa qualidade, o que dificultava a medição dos desvios.

¹⁰⁰ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, p. 330.

¹⁰¹ KENNEFICK, Daniel. Testing relativity from the 1919 eclipse – a question of bias, *Physics Today*, v. 62, n. 3, 37-42, 2009, p. 39.

¹⁰² DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, p. 328.

Apesar do pessimismo confesso dos próprios observadores, essas placas foram as primeiras a serem medidas após o regresso. Dada a má qualidade das imagens, medidas foram tomadas só na coordenada y , já que na coordenada x eram ainda menos confiáveis. Supondo que o erro dominante fosse de focalização (e consequentemente de escala), com base em 6 estrelas de 16 placas do eclipse e 9 placas de comparação, o valor médio da deflexão resultou ser $0,93''$, sem estimativa do erro provável (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, p. 312)¹⁰³. Esse valor é cerca da metade do valor que seria obtido com o telescópio de 4 polegadas e, além disso, mais próximo da previsão da teoria newtoniana.

No curso da análise que estava sendo feita, esse resultado foi perturbador, especialmente para Eddington, pois era muito discrepante daquele que ele tinha obtido com as placas de Príncipe nas quais ele depositava total confiança.

Apesar das reservas em relação às imagens do astrógrafo de Sobral, era difícil invalidá-las, tendo em vista o escasso material de Príncipe e a relativa abundância de dados colhidos sob o céu aberto de Sobral. Além disso, as imagens de Príncipe também não eram bem definidas e estavam esmaecidas pela nebulosidade (mas Eddington converterá depois a presença dessa nebulosidade geral em vantagem a favor das placas de Príncipe!).

Apesar dessas debilidades das placas de Príncipe, Eddington atribuiu a elas uma alta confiabilidade argumentando que o número maior de placas e de estrelas de Sobral era menos relevante porque a questão em discussão era de erro sistemático¹⁰⁴, além dos fatos de que duas estrelas nas placas de Príncipe estavam perto da posição de deflexão máxima (estrelas adicionais em outras posições contribuía menos); e a detecção em Sobral de estrelas 2 magnitudes mais brilhantes teria mais causado uma exposição excessiva dessas estrelas, cujas medições teriam sido prejudicadas por erros sistemáticos. Enfim, Eddington considerou que o ponto forte das poucas placas de Príncipe era que, com a ajuda das placas de verificação, elas tinham passado pelo teste dos erros sistemáticos. As placas de Sobral nem tinham placas de verificação.

Outro ponto favorável às placas de Príncipe é que lá não houve o efeito nocivo dos raios solares no espelho, pois o véu de nebulosidade tinha atenuado a fulgurância do Sol. De fato, as condições climáticas em Príncipe no eclipse teriam sido verdadeiramente excepcionais, tanto que foram consideradas altamente improváveis em futuros eclipses. A temperatura ambiente se manteve incrivelmente uniforme, não variando além de 4° durante toda a visita, incluindo

¹⁰³ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, p. 312.

¹⁰⁴ Eddington considerou que os erros relevantes das medidas não eram aqueles que se distribuem aleatoriamente em torno de uma média, mas os que deslocavam sistematicamente a média para um valor menor.

dia e noite, estação quente e chuvosa ou seca e fria. Durante o eclipse não houve queda perceptível de temperatura antes da totalidade.

Assim, culpando a má qualidade das imagens, mas sem fazer menção ao fato de que nem sequer puderam ser submetidas ao teste de placas de verificação, as placas do astrógrafo de Sobral foram descartadas.

De Sobral, sobraram então 7 placas obtidas com o telescópio de 4 polegadas. Suas medições se atrasaram pela necessidade de se adaptar o micrômetro para portar placas que tinham um tamanho não usual. De antemão ninguém duvidava que a decisão final repousava nessas placas, uma vez que as imagens eram quase ideais e ainda tinham escala maior que a de outras placas. O manejo do telescópio de 4 polegadas tinha imposto aos observadores grandes dificuldades: o comprimento desajeitadamente grande do telescópio que tinha um foco de 19 pés (5,8 m), o tempo de exposição mais longo exigido pelo tamanho menor da objetiva (10 cm), o que exigia do mecanismo de relojoaria um rastreamento mais preciso e a escala de placa maior que tornava o foco mais crítico a vibrações. Não obstante, os observadores em Sobral obtiveram imagens que superaram todas as expectativas.

Usando a placa de escala, os desvios Δx e Δy foram medidos para cada uma das 8 estrelas selecionadas em todas as 7 placas do eclipse. Assim foi possível eliminar fisicamente o erro de escala das placas do eclipse, sem que o seu valor precisasse ser determinado. Em seguida, da média da deflexão da luz obtida do conjunto das placas do eclipse se subtraiu a média da deflexão obtida do conjunto das placas de comparação e se obteve a deflexão para o limbo solar que, corrigida em seguida para a refração diferencial e aberração, forneceu o valor final da deflexão no limbo de $1,98''$ com erro provável de $\pm 0,12''$ (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, p. 328)¹⁰⁵. A possibilidade de erro sistemático foi afastada após constatar um padrão satisfatório de similaridade entre as imagens estelares das placas do eclipse e das placas de comparação. Saiu então o veredito final confirmando a deflexão de Einstein. No fim Eddington disse que o melhor teste de aprovação dessas placas foi a notável concordância interna entre as medidas de diferentes estrelas.

DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON (1920, p. 331)¹⁰⁶ tiraram suas conclusões sem negar maior peso estatístico à deflexão de $1,98'' \pm 0,12''$ obtida com as placas de Sobral¹⁰⁷

¹⁰⁵ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, p. 328.

¹⁰⁶ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, p. 331.

¹⁰⁷ Ao pé da letra essa conclusão sustenta que as placas de Sobral obtidas com o telescópio de 4 polegadas, em conjunto com as placas do astrógrafo utilizado em Príncipe, ajudaram a confirmar a predição de Einstein. Se o peso estatístico das placas de Sobral era maior, isso foi diminuído porque para Eddington, os erros dominantes não eram aleatórios, mas sistemáticos.

feitas com o telescópio de 4 polegadas, principalmente porque as imagens tinham melhor qualidade, o erro provável era menor e a escala da fotografia era maior. Mas Eddington nunca deixou de levar em consideração as duas placas de Príncipe obtidas com o astrógrafo para corroborar a predição de Einstein. Ele, assim, pôde apresentar dois resultados congruentes obtidos com diferentes instrumentos, em diferentes lugares e com diferentes análises. É admirável como Eddington transformava a falta de homogeneidade no tratamento dos dados, algo que seria uma falha, numa virtude (EDDINGTON, 1920, p. 108)¹⁰⁸.

Em resumo, sendo 1,74" a predição einsteiniana da deflexão, os resultados finais para o bordo do disco solar, acompanhados dos erros prováveis foram para Sobral: 1,98" \pm 0,12" e para Príncipe: 1,61" \pm 0,30".

Considerando que a deflexão decai linearmente tanto na previsão de Einstein como na teoria de Newton, foram tomados os valores médios da deflexão de 7 estrelas das placas de Sobral com o telescópio de 4 polegadas. Esses valores foram colocados num gráfico (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, p. 332)¹⁰⁹ que mostra o deslocamento radial (") versus distância radial ("). A curva resultante foi comparada ao decaimento radial da deflexão einsteiniana e da deflexão newtoniana. Essa análise se mostrou conveniente para argumentar, não tanto o valor preciso da amplitude da deflexão, mas para mostrar que a amplitude da deflexão einsteiniana era decididamente maior que a da deflexão newtoniana. Logo no início do artigo era declarado que o objetivo da observação do eclipse de 1919 era discriminar qual seria o resultado dentre as três alternativas: 1) deflexão nula: nenhum efeito gravitacional na luz; 2) deflexão total de 1,74" predita pela teoria einsteiniana e 3) metade dessa deflexão predita pela teoria de Newton (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, p. 291)¹¹⁰.

A conclusão do artigo termina menos peremptoriamente do que começa, ao sugerir um tanto quanto incoerentemente que novas observações sejam feitas:

the results of the expeditions to Sobral and Príncipe can leave little doubt that a deflection of light takes place in the neighbourhood of the sun and that it is of the amount demanded by Einstein's generalised theory of relativity, as attributable to the sun's gravitational field. But the observation is of such interest that it will probably be considered desirable to repeat it at future eclipses (DYSON, EDDINGTON and DAVIDSON, 1920, p. 332)¹¹¹.

Os autores recomendaram ainda evitar no futuro o uso do celóstato cujo espelho, ao refletir a luz solar deteriora a imagem. Para dispensar o espelho recomendaram acomodar o

¹⁰⁸ EDDINGTON, Arthur S. *Ibid.*, 1920, p. 108.

¹⁰⁹ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, p. 332.

¹¹⁰ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, p. 291.

¹¹¹ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920, p. 332.

telescópio em montagem equatorial, que é capaz de manter a objetiva do telescópio continua e diretamente apontada para o Sol.

Comunicação do resultado

Apresentações preparatórias

Vimos que ainda em Príncipe Eddington já tinha pressentido que a deflexão einsteiniana seria confirmada, não a newtoniana. Na volta para a Inglaterra ele transmitiu para Dyson um telegrama falando disso. Eddington desembarcaria em Liverpool no dia 14/7/1919.

Poucos dias antes, em 11/7/1919 Campbell estava de passagem por Londres¹¹² e foi convidado para fazer uma comunicação na RAS (FOWLER, 1919, pp. 298-299)¹¹³ sobre a Expedição Crocker do Observatório de Lick ao eclipse solar de 2/6/1918 em Goldendale (CAMPBELL, 1918)¹¹⁴, para observar a deflexão da luz a pedido de Eddington. A comunicação era de caráter preliminar e Campbell falou que não pôde utilizar os instrumentos que tinha levado para a Rússia em 1914, pois ficaram lá retidos por anos. Então foram utilizadas duas objetivas fotográficas emprestadas, de 4 polegadas. Foram feitas várias placas que continham cerca de 50 estrelas, sendo de magnitude 9 as de brilho mais fraco. Placas de comparação do campo estelar do eclipse foram feitas 7 meses depois do eclipse. Curtis estava encarregado da análise dessas placas, mas ele ainda não tinha completado o trabalho. Campbell adiantou que não havia sido descoberto nenhum deslocamento sistemático de estrelas segundo a predição de Einstein. Uma análise de placas de eclipses antigos também havia sido feita por Curtis, e Campbell era de opinião de que os resultados excluía a possibilidade da deflexão maior (einsteiniana), mas não da menor (newtoniana).

Na sequência da sessão da RAS, o Astrônomo Real (Dyson) deu notícia dos primeiros resultados promissores da análise feita por Eddington ainda na expedição, recebidos dois dias antes. Assim, duas notícias conflitantes chegaram ao mesmo tempo. Impressiona que o anúncio do resultado positivo de Eddington foi feito como se Campbell não tivesse feito a sua comunicação, e isso é mais impressionante porque Campbell tinha feito a observação a pedido expresso de Eddington. Para Campbell, pessoa eticamente estrita, essa ocorrência amplificou sua preocupação em relação à adequação dos instrumentos utilizados na observação, assim como em relação às medições feitas por Curtis. Este episódio nos convida a uma digressão para fazer jus ao

¹¹² O destino principal da viagem de Campbell era Bruxelas onde ele representaria os Estados Unidos numa reunião do *International Research Council*. Essa reunião era importante no contexto do antigermanismo dos cientistas das Potências Aliadas da I Guerra.

¹¹³ FOWLER, A. (Chairman). Meeting of the Royal Astronomical Society, Friday, 1919 July 11, *The Observatory*, v. 42, n. 542, 297-306, 1919, pp. 298-299.

¹¹⁴ CAMPBELL, W. W. The Crocker Eclipse Expedition from the Lick Observatory, University of California, June 8, 1918, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, v. 30, n. 176, 1918, 219-240.

admirável comprometimento ético-profissional de Campbell, que sofria pressão de Curtis que rejeitava a Relatividade.

Curtis fazia as medições das placas do eclipse para Campbell e, sendo um anti-relativista convicto e renitente, desejava e estava ansioso para publicar os resultados negativos que tinha obtido das placas de Goldendale. Porém, ele deixou Lick em julho de 1920 para se tornar diretor do Observatório Allegheny, da Universidade de Pittsburgh, PA, deixando Campbell livre para exercer sua vontade de não publicar o resultado. Mas em setembro de 1920, Campbell retomou ele próprio a medição das placas do eclipse e concluiu que as placas de comparação eram de má qualidade. Considerou então que o problema estava na montagem improvisada que foi utilizada. Por isso, em outubro instalou as lentes na montagem sólida do grande refletor de Lick e tentou obter melhores placas. Mesmo assim as imagens resultantes estavam superexpostas e com rastos. Em dezembro Campbell escreveu para Curtis opinando que as lentes não tinham qualidade para responder à questão da deflexão da luz. Preocupado em preservar a reputação do Observatório de Lick, Campbell quis então publicar uma nota apenas afirmando que os resultados não decidiam a favor, nem contra o efeito da deflexão, lembrando as improvisações que teve que fazer na véspera do eclipse no telescópio, na montagem e no mecanismo de relojoaria por causa da retenção dos instrumentos na Rússia. Campbell estava disposto a descartar um ano de seu trabalho, mas Curtis não gostou dessa ideia. Em 29/12/1920 mandou uma resposta (EARMAN and GLYMOUR, 1980a, 65-66)¹¹⁵, inclusive com um rascunho de texto para publicação, que não deixasse de incluir as medidas obtidas. Eis um trecho:

The mean of the above results suggests the gravitational deflection of 0.87 at the Sun's limb. From the data given earlier as to the character of the plates employed, from the probable errors of the separate plates, and from the serious lack of agreement in the individual results, we do not believe that these results permit a decision for or against the Einstein or other deflection hypothesis, and these indecisive results are published simply as a matter of record.

Dirigindo-se a Campbell disse:

A simple, frank statement, as above, of indecisive results secured will, so far from hurting the L. O. [Lick Observatory], increase its already great reputation for sanity and conservatism, and for not announcing theories till it can deliver the goods. When the Einstein theory goes into the discard, as I prophesy it will go within ten years, these negative or indecisive results will be more highly regarded than at present.

Embora Campbell quisesse ter esta discussão encerrada no final de 1920, até maio de 1921 ele continuou analisando os dados, fazendo novas imagens de comparação evitando superexposição. Em 19/5/1921 voltou a escrever para Curtis dizendo que em breve completaria o trabalho, mas aproveitou para consultá-lo sobre qual seria a causa de estranhos movimentos das câmeras no eclipse de Goldendale, que produziram uma imagem de forma estranha assumida

¹¹⁵ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, pp. 65-66.

pelas estrelas que se encontravam onde o foco era melhor. Curtis opinou que a falha deveria estar na falta de rigidez da montagem de madeira e dos tubos. Mas Campbell não enviou a Curtis nem os resultados de suas últimas medições, nem o relatório que, se foi escrito, nunca foi publicado.

Mesmo após os resultados obtidos pela expedição de Lick no eclipse de 1922, desta vez de acordo com a predição de Einstein, Curtis disse numa carta que não estava disposto a engolir a teoria de Einstein, se é que isso aconteceria algum dia, e se declarou herege (EARMAN and GLYMOUR, 1980a, p. 68)¹¹⁶. O eclipse de 1918 acabou não produzindo nunca nenhum resultado que chegasse a ser publicado. Mas as repetidas medições das placas desse eclipse, os repetidos cálculos da deflexão e das fontes de erro tiveram um valor inestimável, pois deram para Campbell e sua equipe uma sólida bagagem para a medição da deflexão da luz no eclipse de 1922. Durante algum tempo essas medidas constituíram o mais firme respaldo para a deflexão einsteiniana da luz.

Voltemos agora à comunicação da confirmação da predição de Einstein com base na análise das placas do eclipse de 1919. A partir de julho daquele ano, ou seja, desde que retornou de Príncipe, Eddington começou a fazer apresentações dos resultados preliminares do eclipse de 1919 tanto para especialistas profissionais como também para o público leigo. Inicialmente eram apresentados só os resultados preliminares de Príncipe porque os de Sobral ainda não estavam disponíveis. Uma dessas apresentações foi em 12/9/1919 na *British Association for the Advancement of Science*. Nela Eddington se limitou a dizer que suas medições iniciais sugeriam uma deflexão intermediária entre a total predita por Einstein e a metade dela predita pela teoria de Newton, e que esperava que a análise completa favorecesse o valor de Einstein (ALMASSI, 2009, p. 61)¹¹⁷. Na audiência estava o físico relativista polonês, Ludwik Silberstein (1872-1948), autor de um livro texto de 1914 sobre Relatividade Restrita¹¹⁸ e que escreveria um outro em 1922 sobre a Relatividade Geral (SILBERSTEIN, 1922)¹¹⁹. Silberstein lembrou que a não confirmação experimental do deslocamento gravitacional das linhas espectrais para o vermelho (outra predição de Einstein) era problemática para a Relatividade Geral. Silberstein se referia às observações do astrônomo americano Charles E. St. John (1875-1935) do Observatório de Monte Wilson, então autoridade em linhas espectrais do Sol, que havia tentado detectar, sem sucesso, o deslocamento espectral para o vermelho entre 1915 e 1919 (EARMAN and GLYMOUR, 1980b)¹²⁰. Também o nosso já conhecido padre Cortie, presente na reunião lembrou que, segundo a comunicação de Campbell na reunião de 11/7/1919 na RAS, as fotografias do eclipse de 1918 não tinham

¹¹⁶ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.* 1980a, p. 68.

¹¹⁷ ALMASSI, Ben, *Ibid.*, 2009, p. 61.

¹¹⁸ SILBERSTEIN, L. *The Theory of Relativity*. London: McMillan & Co. Ltd., 1914.

¹¹⁹ SILBERSTEIN, Ludwik. *The Theory of General Relativity and Gravitation*. New York: D. Van Nostrand Co., 1922.

¹²⁰ EARMAN, John and GLYMOUR, Clark. The Gravitational Red Shift as a Test of General Relativity: History and Analysis. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 2, n. 3, 175-214, 1980b.

evidenciado a deflexão da luz. Portanto as declarações de Eddington não eram recebidas unânime e pacificamente. Havia autorizadas vozes dissonantes.

O fato de as objeções, desde o início, ficarem quase despercebidas, apesar de os resultados observacionais deixarem alguma dúvida residual, foi explicada pelo historiador da ciência moderna da Universidade Vanderbilt, TN, Alistair Sponcel, pela prolífica comunicação de Eddington através de palestras empolgantes e publicações em diferentes revistas que estavam fazendo a mensagem atingir o alvo certo (SPONSEL, 2002, p. 454)¹²¹. Desde agosto de 1919 até a famosa reunião conjunta de 6 de novembro daquele ano, em que a comprovação da deflexão einsteiniana foi anunciada ao grande público, Eddington e Dyson fizeram uma campanha de relações públicas para preparar a Grã-Bretanha para bem receber o anúncio da *Revolution in Science*. É admirável a precocidade com que Eddington e Dyson se deram conta da importância da comunicação social para a ciência. Para Sponcel, que abordou a questão do ponto de vista do papel da comunicação social na Sociologia do Conhecimento Científico (*Sociology of Scientific Knowledge* - SSK), essa campanha publicitária cuidadosamente articulada para cultivar expectativas em torno do eclipse de 1919 e promover uma recepção favorável dos resultados, explica por que a maioria dos cientistas e do grande público logo concedeu credibilidade aos resultados anunciados, obtidos já na primeira tentativa de uma observação sabidamente difícil e desafiadora (SPONSEL, 2002, p. 440-441)¹²². A comunicação também alcançou êxito, a meu ver, devido à autoridade acadêmica de seus promotores.

Ben Almassi, aqui já citado pesquisador em Filosofia da Ciência e Filosofia Aplicada da *Governors State University* em University Park, IL, analisou o anúncio da confirmação do efeito Einstein na confluência da “epistemologia social” com a ética prática dos “especialistas” e defendeu que não houve da parte dos pares aceitação cega dos resultados do eclipse de 1919 mas que, no contexto de um vácuo epistemológico, no que dizia respeito à Relatividade Geral, os pares que pouco entendiam desse assunto e das suas implicações observacionais na deflexão da luz, confiaram no testemunho do maior especialista na época entre eles, o próprio Eddington. No tocante à análise dos dados, havia vários astrônomos e físicos competentes que tinham conhecimento de causa, mas estes não fizeram objeção (ALMASSI, 2009)¹²³. Com base no que expus anteriormente, tenho dificuldade em concordar com essa interpretação e acredito que havia pares competentes, não só em análise de dados astronômicos como também em Relatividade. A campanha publicitária bem orquestrada por Eddington e Dyson, contando com o importante apoio dado pelos dirigentes de sociedades e comissões científicas (inclua-se aí a JPEC) e com

¹²¹ SPONSEL, Alistair. Constructing a 'Revolution in Science': The Campaign to Promote a Favourable Reception for the 1919 Solar Eclipse Experiments. *The British Journal for the History of Science*, v. 35, n. 4, 439-467, 2002, p. 454.

¹²² SPONSEL, Alistair. *Ibid.*, 2002, p. 440-441.

¹²³ ALMASSI, Ben. *Ibid.*, 2009.

bons canais da grande mídia, ocupou hegemonicamente todos os espaços e, muito provavelmente, mesmo os especialistas em análise de dados que poderiam formular críticas objetivas, talvez nunca tivessem tido acesso aos dados brutos, como também poderiam ter se intimidado por já saberem das estressantes controvérsias que Eddington nunca poupava.

Almassi recolheu importantes detalhes documentais que ajudam a esclarecer como foi essa campanha de relações públicas. Eddington dirigiu discussões sobre a Relatividade e deu palestras sobre a expedição do eclipse de 1919 para diversos públicos populares ou profissionais. Almassi se concentrou no encontro de 22/10/1919 no $\nabla^2 V$ Club em Cambridge. Nele Eddington apresentou os resultados do eclipse de 1919 e Dyson, em seguida, agendou a importante reunião conjunta da RS e RAS para duas semanas depois. Considera-se que esse encontro do $\nabla^2 V$ Club, embora de caráter informal, consolidou suficiente confiança em Eddington e Dyson para que este, Astrônomo Real e com poder de tomar essa decisão, anunciasse a reunião conjunta. Desde a fundação em 1899 até 1916 as reuniões eram feitas a cada poucos meses, mas a I Guerra tinha imposto um longo hiato. Assim Eddington e Dyson estavam rompendo essa interrupção. Os registros da reunião são superficiais e incompletos, mas dá a lista dos membros presentes e diz que Eddington

spoke on the topic of the weight of light as concerned his May expedition. He is reported to have presented the underlying theory, experimental setup, data analysis, and a mean deflection of 1,60" at Principe; a Sobral deflection value was alluded to indirectly as roughly 1,75" with a six percent probable error. Eddington characterized the presented results as confirming Einstein's theory. The meeting was not declared social until after midnight [which suggests that there was much critical discussion], at which point club president Ebenezer Cunningham declared that the meeting had been an historic occasion and joked that after Eddington's presentation the name of the club would perhaps need to be changed to something more "barbaric" (ALMASSI, 2009, p. 63)¹²⁵.

O foco do $\nabla^2 V$ Club era a Física Matemática e novos membros eram admitidos quando apresentados por um membro e aprovado pela maioria absoluta dos membros, o que ajudava a manter o foco. Os membros eram físicos, astrônomos e matemáticos da área da Matemática Aplicada. Já os membros da RS eram escolhidos a partir de diferentes especializações. Assim, embora a reunião conjunta de 6 de novembro, por ser mais formal, tenha se tornado mais conhecida, muitos dos membros da RS ali presentes estavam menos aptos para julgar o trabalho de Eddington por eles próprios. O próprio Almassi não deve ter exagerado nessa consideração. Isso significa que na reunião conjunta as barreiras críticas eram mais transponíveis do que no encontro do $\nabla^2 V$ Club. Na reunião conjunta que veremos em seguida, estavam muitos membros profissionalmente capacitados para entender e julgar criticamente a apresentação, contudo a audiência do $\nabla^2 V$ Club was considerably denser with relevant experts (ALMASSI, 2009, p. 64)¹²⁶. Almassi

¹²⁴ Aqui o símbolo do operador matemático chamado laplaciano aplicado ao potencial gravitacional, iconiza a Mecânica Clássica ou de Newton.

¹²⁵ ALMASSI, Ben. *Ibid.*, 2009, p. 63.

¹²⁶ ALMASSI, Ben. *Ibid.*, 2009, p. 64.

considera que na reunião do *V²V Club*, profissionais competentes em Relatividade e em astronomia observacional conferiram, embora informal e não unanimemente, credibilidade ao anúncio que seria feito depois na reunião conjunta.

Perante a JPEC, demonstrando uma confiança desproporcionalmente audaciosa nos resultados obtidos, Dyson declarou: *after a careful study of the plates I am prepared to say that there can be no doubt that they confirm Einstein's prediction. A very definite result has been obtained that light is deflected in accordance with Einstein's law of gravitation.*

Em seguida Eddington declarou:

for the full effect which has been obtained we must assume that gravity obeys the new law proposed by Einstein. This is one of the most crucial tests between Newton's law and the proposed new law. This effect may be taken as proving Einstein's law rather than his theory. It is not affected by the failure to detect the displacement of Fraunhofer lines on the Sun. If this latter failure is confirmed it will not affect Einstein's law of gravitation, but it will affect the views on which the law was arrived at. The law is right, though the fundamental ideas underlying it may yet be questioned (SPONSEL, 2002, p. 461)¹²⁷.

A deflexão estava confirmada, mas uma porta ficava entreaberta para que a Relatividade Geral pudesse eventualmente ser questionada, ou seja, a deflexão poderia não ser parte integrante do edifício teórico da Relatividade Geral.

Sessão conjunta de 6/11/1919

As sessões conjuntas eram excepcionais e vinham sendo realizadas com o propósito expresso de anunciar os resultados de observações de eclipses (SPONSEL, 2002, p. 455)¹²⁸. Na sessão conjunta que, segundo estimativa de SPONSEL (2002, p. 460)¹²⁹ teria reunido de 100 a 150 participantes, os resultados do eclipse de 1919 foram apresentados por Eddington, Dyson e Crommelin. Segundo EARMAN e GLYMOUR (1980a, pp. 76-77)¹³⁰, a sessão foi presidida pelo Presidente da RS, Sir Joseph Thomson (1856-1940), o descobridor do elétron e Nobel de Física de 1906. Ele convidou o Astrônomo Real, Dyson, para apresentar os resultados de Sobral, o que ele fez novamente com muita firmeza:

The astrographic plates gave 0.97" for the displacement at the limb when the scale-value was determined from the plates themselves, and 1.40" when the scale-value was assumed from the check-plates¹³¹. But the much better plates [4 inch] gave for the displacement

¹²⁷ SPONSEL, Alistair. *Ibid.*, 2002, p. 461.

¹²⁸ SPONSEL, Alistair. *Ibid.*, 2002, p. 455.

¹²⁹ SPONSEL, Alistair. *Ibid.*, 2002, p. 460.

¹³⁰ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, 76-77.

¹³¹ A menção a *check-plates* para placas de Sobral obtidas com o astrógrafo nos confunde porque *check-plates* foram preparadas só para Príncipe. Por outro lado, se a correção de escala obtida com *check-plates* preparadas para Príncipe foi usada para Sobral, isso não faz muito sentido porque a óptica do astrógrafo usado em

at the limb 1.98", Einstein's predicted value being 1.75". Further, for these plates the agreement between individual stars was all that could be expected. (EARMAN and GLYMOUR, 1980a, pp. 76-77)¹³².

Depois foi a vez de Eddington falar sobre os resultados de Príncipe:

Of the 16 plates taken during the five minutes of totality the first 10 showed no stars at all; of the later plates two showed five stars each, from which a result could be obtained. Comparing them with the check-plates secured at Oxford before we went out, we obtained as the final result from the two plates for the value of the displacement at the limb $1.6'' \pm 0.3''$. The p.e. [probable error] was determined from the residuals of individual stars. This result supports the figures obtained at Sobral (EARMAN and GLYMOUR, 1980a, p. 77)¹³³.

Segundo Earman e Glymour, a discussão que veio em seguida evidenciou o peso da autoridade (ou superautoridade) de Eddington e Dyson. Thomson disse: *It is difficult for the audience to weigh fully the meaning of the figures that have been put before us, but the Astronomer Royal and Prof. Eddington have studied the material carefully, and they regard the evidence as decisively in favor of the larger value for the displacement.* Assim Thomson endossou os resultados e a Relatividade Geral dizendo: *This result is not an isolated one, it is a whole continent of scientific ideas... This is the most important result obtained in connection with the theory of gravitation since Newton's day, and it is fitting that it should be announced at a meeting of the Society so closely connected with him.*

A meu ver isso põe em evidência que a análise dos dados, indubitavelmente ponto focal da discussão, nem chegou a ser revisada por aqueles que tinham competência para fazer isso. EARMAN e GLYMOUR (1980a, p. 78-79)¹³⁴ disseram que não aparecem nos registros da sessão questionamentos sobre a determinação do erro provável das medidas de Sobral com o telescópio de 4 polegadas, nem sobre a justificação ao peso dado aos resultados de Príncipe e nem sobre o peso nulo atribuído às placas astrográficas de Sobral. Esta mesma questão foi colocada também por Campbell, ainda que tardiamente em 1923: *Professor Eddington was inclined to assign considerable weight to the African determination, but, as the few images on his small number of astrographic plates were not so good as those on the astrographic plates secured in Brazil, and the results from the latter were given almost negligible weight, the logic of the situation does not seem entirely clear* (CAMPBELL, 1923, p. 19)¹³⁵. Este depoimento revela que Campbell não se deixara convencer pela argumentação de Eddington.

Sobral não é a mesma do astrógrafo de Greenwich usado em Príncipe. A inclusão do novo valor da deflexão de 1,40" talvez tivesse sido motivada por se aproximar mais da predição einsteiniana e ela reaparece, com valor numérico um pouco alterado (1,56") em DYSON, 1921, nota de rodapé 138.

¹³² EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, p. 76-77.

¹³³ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, p. 77.

¹³⁴ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, p. 78-79.

¹³⁵ CAMPBELL, W. W. The Total Eclipse of the Sun, September 21, 1922, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, v. 35, 11-26, 1923, p. 19. Neste artigo Campbell recapitula a participação pioneira do Observatório de Lick na observação do efeito Einstein.

A aprovação aparentemente imediata e unânime dos resultados na reunião conjunta, também não teria sido como frequentemente se fez parecer. O astrônomo inglês Alfred Fowler (1868-1940), então Presidente da RAS, embora tenha se pronunciado favoravelmente na reunião conjunta, fez reservas por causa dos resultados negativos obtidos até então sobre o deslocamento gravitacional de linhas espectrais para o vermelho. Silberstein defendeu que os resultados do eclipse não confirmariam a Relatividade Geral enquanto perdurassem os resultados negativos das medidas desse efeito. A essa objeção Eddington teria respondido que os resultados do eclipse não confirmavam a Teoria da Relatividade Geral, mas apenas as equações de Einstein para a trajetória da luz num campo gravitacional, o que deve ter deixado Silberstein completamente insatisfeito (EARMAN and GLYMOUR, 1980a, p. 78)¹³⁶. O físico e consultor científico do governo britânico, alemão de nascimento Frederick A. Lindemann (1886-1957) falou da possibilidade sugerida pelo astrofísico Hugh Newall (1857-1944), de interpretar os resultados como devidos à refração pela matéria coronal.

Segundo ALMASSI (2009, p. 65)¹³⁷, após a sessão conjunta de 6/11/1919, outros concorrentes encontros tratando do mesmo assunto foram promovidos, como a conferência pública em Cambridge de 11 de dezembro daquele ano, a reunião da RAS no dia seguinte, a reunião da RS de 5/2/1920 e a reunião da *Physical Society* de 26/3/1920. Nesses encontros a Relatividade foi discutida animadamente e defendida, ao menos em parte, por físicos e astrônomos como o matemático estatístico e astrônomo Harold Jeffreys (1891-1949) e o físico, matemático e astrônomo James H. Jeans (1877-1946), além obviamente de Eddington e Dyson, e dos já citados Cunningham e Lindemann. Mas havia também físicos e astrônomos de reputação comparável que faziam críticas como Oliver J. Lodge (1851-1940), pioneiro da rádio-comunicação e que ainda estava apegado à hipótese do éter luminífero e achava que a deflexão da luz era devida a uma maior densidade do éter nas proximidades do Sol. Lodge escreveu vários artigos e deu várias palestras defendendo sua hipótese que, na verdade, tinha sido proposta antes por Jonckhère de quem falarei mais adiante. Mas a requerida densidade do éter para produzir a deflexão deveria ser tão elevada que deveria também diminuir o brilho das estrelas perto do Sol, o que não era observado. O já citado Silberstein, na reunião da RAS de 12/12/1919 argumentou que o fato de os deslocamentos estelares nas placas do telescópio de 4 polegadas de Sobral não serem uniformemente radiais, evidenciava que eles não eram causados pela gravidade, mas por alguma refração irregular da matéria solar. Disse ainda: *If we had not the prejudice of Einstein's theory we should not say that the figures strongly indicated a radial law of displacement.* O já citado Robert Jonckhère (1888-1974), francês de família rica que chegou a ter um observatório particular em Lille, era outro crítico. Por causa da ocupação alemã em 1914, Jonckhère se refugiou com seus filhos e mulher na Inglaterra, já que a esposa era inglesa. Durante a I Guerra ele obteve permissão de Dyson

¹³⁶ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, p. 78.

¹³⁷ ALMASSI, Ben. *Ibid.*, 2009, p. 65.

para fazer observações no Observatório Real de Greenwich e, assim, Jockhère se tornou um famoso descobridor de estrelas duplas. Em relação à deflexão da luz ele achava que era causada, se não pelo éter, então pela atmosfera solar. Mas, então, a estabilidade de tal atmosfera deveria ser controlada pela gravidade solar e, nesse caso, a densidade seria proibitivamente elevada. Nem mesmo uma força de origem elétrica ou a pressão de radiação removeria essa dificuldade. Além disso, a refração que ocorreria em consequência seria observada nos cometas rasantes ao Sol, o que não acontecia. Nem o movimento desses cometas, que seria retardado por atmosfera tão densa, era observado.

Surgiu também a ideia de que o resfriamento rápido da atmosfera superior da Terra durante a passagem da sombra da Lua deveria dar lugar a uma brusca diferença de temperatura entre a parte resfriada e a parte não resfriada, de modo a causar a mudança aparente de posição das estrelas sem necessariamente envolver a Relatividade. Eddington respondeu que esse efeito seria mínimo, da ordem de 1/20 do efeito predito por Einstein. Essa objeção acabou sendo retirada pelo próprio proponente. Em 1921 Dyson respondeu a algumas dessas objeções (DYSON, 1921)¹³⁸.

ALMASSI (2009, p. 64)¹³⁹ confirma que nos registros dessas reuniões *there is no recorded criticism of Eddington's data-analytical methodology*. Ele considerou significativo que os físicos e astrônomos britânicos não criticaram a análise dos dados e que, em vez disso, propuseram outras explicações para a deflexão da luz (ALMASSI, 2009, p. 58)¹⁴⁰, o que atestaria que os colegas de profissão, aptos a julgarem a análise dos dados, não a teriam reprovado. Mas minha conjectura é a de que, a falta de escrutínio nos dados e na sua análise, que teria sido determinante para os rumos dos acontecimentos, ocorreu porque os pares capacitados a fazer a revisão crítica foram sufocados pela avassaladora campanha publicitária e pela força do “argumento de autoridade” de Eddington.

Apesar da persistente falta de unanimidade, a confirmação da deflexão e da Relatividade Geral foi anunciada e propalada ao grande público pela imprensa. Resultado: instantaneamente Einstein que, até então era um cientista obscuro para o grande público, conhecido e respeitado apenas na pequena comunidade europeia, se tornaria um gênio e cientista mundialmente renomado. Ironicamente a maioria antigermânica da comunidade científica dos Países Aliados assistiu à teoria de um judeu, que trabalhava em Berlim, sendo confirmada por um quacre inglês. Mas isso era exatamente o que Eddington desejava desde o início, a fim de forçar os cientistas compatriotas a uma atitude mais aberta e generosa em relação aos colegas alemães (EARMAN and

¹³⁸ DYSON, Sir Frank, Relativity and the Eclipse Observations of May, 1919, *Nature*, v. 106, n. 2677, 786-787, 1921.

¹³⁹ ALMASSI, Ben. *Ibid.*, 2009, p. 64.

¹⁴⁰ ALMASSI, Ben. *Ibid.*, 2009, p. 58.

GLYMOUR, 1980a, p. 85)¹⁴¹. Em 1933 numa conversa em volta da lareira, o físico considerado pai da Física Nuclear, Ernest Rutherford (1871-1937) teria dito a Eddington: *You made Einstein famous* (CHANDRASEKHAR, 1983, p. 28)¹⁴².

Boas e más repercussões da “Revolution in Science”

A sessão conjunta foi imortalizada pelo famoso matemático e filósofo inglês Alfred N. Whitehead (1861-1947) em duas passagens: *a great adventure in thought* [Relatividade Geral] *had at length come safe to shore e to remind us that the greatest of scientific generalisations* [Teoria Gravitacional de Newton] *was now after more than two centuries, to receive its first modifications* (WHITEHEAD, 1925, p. 16)¹⁴³.

Segundo a grande imprensa, certamente receptiva às declarações de figuras como Thomson e Whitehead, as observações tinham confirmado de forma definitiva a deflexão einsteiniana da luz, mas não a newtoniana. De tabela, o anúncio proclamava também a solidez da Teoria da Relatividade Geral e a derrocada da teoria de Newton. O jornal londrino *The Times*, de 7 de novembro publicou a seguinte manchete: *Revolution in Science. New Theory of the Universe. Newtonian Ideas Overthrown. Momentous Pronouncement. Space Warped*.

Mas essa manchete não veio do nada. Era a culminação de uma campanha programada que já vinha tratando do eclipse de 1919 por esse jornal há 10 meses. Qualquer leitor assíduo do *The Times* já estava bem informado do objetivo e implicação da expedição e estava preparado e ansioso para receber o anúncio da confirmação de que as ideias de Newton tinham sido destronadas (SPONSEL, 2002, p. 444)¹⁴⁴. Dias depois, o *New York Times* publicou a manchete: *Lights all askew in the heavens/Men of Science more or less agog over results of eclipse observations/Einstein theory triumphs*.

Há uma visível diferença, nem sempre sublinhada, entre o discurso ainda cauteloso de Eddington e as manchetes pomposas e taxativas da imprensa mundial. Apesar da retórica otimista, Eddington e seus colegas tinham recomendado novas medições confirmatórias, o que seria desnecessário se a deflexão da luz tivesse sido definitivamente confirmada. Eles também, quando pressionados, se limitaram a confirmar a predição da deflexão da luz, mas não necessariamente a Teoria da Relatividade Geral. Portanto é estranho que nem Eddington, nem Dyson tenham reclamado do otimismo exagerado da mídia.

¹⁴¹ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, p. 85.

¹⁴² CHANDRASEKHAR, S. *Ibid.*, 1983, p. 28.

¹⁴³ WHITEHEAD, Alfred N. *Science and the Modern World*. New York: Macmillan, 1925, p. 16.

¹⁴⁴ SPONSEL, Alistair. *Ibid.*, 2002, p. 444.

Uma crítica mais recente foi feita à validação *ipso facto* da Relatividade Geral, como consequência lógica da confirmação do efeito Einstein, pois a dedução da deflexão feita por Einstein em 1916 seria problemática: *What is more surprising is that the derivation of the deflection that Einstein gave in 1916, on the basis of the completed general theory, is almost as contrary to the spirit of the theory* (EARMAN and GLYMOUR, 1980a, p. 54)¹⁴⁵. O Princípio de Huygens é aplicado de forma inapropriada porquanto esse princípio depende da variação ponto a ponto da velocidade da luz, ao passo que na Relatividade Geral a velocidade da luz é invariante. O tratamento correto é pela integração das geodésicas nulas, em que o tempo é nulo na separação de dois eventos no espaço-tempo e, portanto, essa integração representa o caminho mais curto para a luz (não para partícula dotada de massa). Nesse sentido a medição feita por Eddington, da deflexão predita por Einstein, confirmou apenas o valor predito, mas não a Relatividade Geral.

Mas a percepção do grande público era a de que a Relatividade Geral tinha sido confirmada de forma inquestionável. A palavra Relatividade estava em todas as bocas, o que não significava que as pessoas sabiam exatamente do que estavam falando. Um artigo do *New York Times* comentando as publicações do *The Times*, de Londres, dizia que o grande público admirava Einstein sem o compreender ou, talvez, o admirasse exatamente porque não o compreendesse. Mas, apesar da pouca compreensão da teoria científica, houve um forte impacto emocional.

A Relatividade mudou a nossa compreensão de senso comum do mundo em que vivemos, pois, a afirmação de que a velocidade da luz é constante, que estranhamente ela não depende da velocidade da fonte luminosa em relação a nós, de que o tempo, espaço e massa agora eram relativos ao movimento das coisas e a trajetória da luz podia ser curva no espaço, subverteu a percepção da nossa presença no mundo. O tecido do Universo havia mudado, uma questão científica, mas também filosófica e existencial. De uma forma ou de outra, a Relatividade considerada de difícil compreensão para o cidadão comum e, talvez, por isso, tão atraente e sedutora, acabou afetando também as artes e as ciências humanas, tendo redefinido a Física como estudo não dos eventos em si, mas das relações entre o observador e os eventos, introduzindo agora o sujeito na análise das coisas.

Segundo Sponcel, a imprensa americana foi o instrumento que fez de Einstein uma celebridade (SPONSEL, 2002, p. 443)¹⁴⁶. Essa publicidade catapultou Einstein para a fama mundial e ele foi o primeiro cientista a ser homenageado em Nova Iorque, na Broadway, com desfile de papel picado. Conhecido e admirado agora na comunidade internacional, convites começaram a chover sobre ele para dar conferências no mundo todo. Em 1921 ele iniciou a primeira de uma série de turnês quando visitou os Estados Unidos, a Inglaterra, o Japão e a França. Onde quer que ele fosse, milhares de pessoas se juntavam. Nesse mesmo ano recebeu o Prêmio Nobel de

¹⁴⁵ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, p. 54.

¹⁴⁶ SPONSEL, Alistair. *Ibid.*, 2002, p. 443.

Física, não pela teoria da Relatividade, mas pelos estudos sobre o efeito fotoelétrico. Até hoje sua fama permanece viva. No último número da revista americana *Time* do milênio passado (31/12/1999) ele foi declarado personalidade do século 20. Contudo, no curto prazo, sua fama e o sucesso de sua teoria trouxeram também repercussões negativas.

Nos meios científicos dos países anglófonos a recepção da Relatividade Restrita tinha sido quase uniformemente hostil e desdenhosa. Mormente os físicos ingleses tinham, em geral, aderido à mecânica do éter luminífero – algo muito afastado da Relatividade (EARMAN and GLYMOUR, 1980a, 50)¹⁴⁷. A Relatividade Geral era a complementação ainda mal conhecida de uma teoria importada, mas já malvista. Eddington, portanto, foi uma exceção que rapidamente se comprometeu instintivamente com essa teoria, mais por razões estéticas e metafísicas do que empíricas. Isso lembra Copérnico que não tinha argumentos racionais, físicos e matemáticos para defender seu heliocentrismo, mas achava estético um Universo em que todos os planetas fossem iluminados ao mesmo tempo pelo Sol, situado no centro.

Na recém terminada I Guerra, os tempos eram de difícil convivência entre os povos. Havia um pano de fundo de rancor e ressentimento em escala global que separava as Potências Aliadas e as Potências Centrais. E dentro da Alemanha iria rapidamente ganhar ímpeto o nazismo contra a pequena minoria de judeus. Em ambos os casos houve envolvimento da ciência e dos cientistas. Lideranças importantes dos Países Aliados, que contavam com muitos astrônomos, discutiam a formação de organizações internacionais objetivando a paz, tendo em vista que a ordem mundial vigente era desfavorável à atividade científica (OLIVEIRA, 2009)¹⁴⁸. Essas lideranças, algumas tinham perdido filhos na Guerra, mas todas estavam ofendidas com cientistas e artistas alemães que tinham assinado em 1914 o “Manifesto dos 93” que apoiara as ações belicistas do exército alemão na I Guerra. Dentre os que assinaram estavam o nosso conhecido Max Planck e Phillip Lenard. Einstein foi um dos poucos pacifistas que assinou um Manifesto contrário, opondo-se à entrada da Alemanha na I Guerra.

Nesse contexto tumultuado surgiu a União Astronômica Internacional (IAU) em 1919 que, aliás, também celebra seu centenário este ano. Vimos que quando Campbell participou da sessão da RAS em Londres, em 11/7/1919, ele estava a caminho de Bruxelas. Aí ele participou como representante dos Estados Unidos, de uma reunião entre 18 e 28 de julho, na qual foi fundada a *International Research Council* (IRC) cujos objetivos eram: facilitar nas Potências Aliadas o intercâmbio entre os cientistas, promover nelas a atuação dos cientistas na indústria e boicotar

¹⁴⁷ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, p. 50.

¹⁴⁸ OLIVEIRA, Raquel dos Santos. A participação do Observatório Nacional na União Astronômica Internacional: instrumentos da diplomacia (1919-1938), *XXV Simpósio Nacional de História*, 12-17 de julho de 2009, Fortaleza, CE, ANPUH (Associação Nacional de História), 2009. Disponível em <<http://encontro2014.rj.anpuh.org/resources/anais/anpuhnacional/S.25/ANPUH.S25.1233.pdf>>. Acesso em 16/2/19.

as Potências Centrais. A IRC restringia o ingresso das Potências Centrais e procurava isolar a Alemanha. Nesse sentido, a IRC não era, de fato, uma organização internacional. Nem era verdadeiramente internacional a IAU que seguiu inicialmente as diretrizes da IRC. Na esteira da animosidade geral contra a Alemanha, a ciência desenvolvida naquele país, se ruim deveria ser vista com desconfiança; se boa era considerada subproduto do trabalho de estrangeiros que lá estavam ou, então, plágio da boa ciência feita fora. Um caráter internacional começou a ser implantado em 1931, quando a IRC deu lugar ao *International Council of Scientific Unions*. Mas o ingresso da Alemanha na IAU só ocorreu em 1951. Olhando hoje para as relações internacionais na Astronomia, fica claro que esses ressentimentos entre os astrônomos ficaram definitivamente no passado.

Mas dentro da Alemanha, onde o nazismo recrudescia, Einstein e a Relatividade se tornaram alvo de ataques por causa do antissemitismo. A Relatividade foi tachada pejorativamente como “ciência judaica”. Em 1920, o alemão antissemita Paul Weyland (1888-1972), que hoje seria considerado marqueteiro, organizou um fórum público para denunciar Einstein e sua teoria de estarem envenenando a cultura alemã.

Aquele cálculo da deflexão gravitacional da luz publicado por Soldner em 1803 foi redescoberto após um século de esquecimento pelo físico alemão da área de Óptica, E. Lihotzki que, tendo lido o texto de Eddington de 1918 sobre a Relatividade, resolveu comparar a predição da deflexão de Einstein com a predição de Soldner (JAKI, 1978, p. 930)¹⁴⁹. No fim Lihotzky publicou um artigo¹⁵⁰ de ataque a Einstein com argumentos débeis e acusando a Relatividade de se basear em hipóteses complicadas que tangenciavam contradições. Mas o problema estava mais no entendimento insuficiente de Lihotzki do que na teoria de Einstein.

O já citado Prêmio Nobel de Física de 1905, Philipp Lenard (1862-1947) por suas pesquisas em raios cósmicos, também antissemita e um dos líderes da cruzada anti-Einstein¹⁵¹, ficou sabendo através de colegas acadêmicos do cálculo de Soldner publicado no artigo de Lihotzky. Logo ele se aproveitou desse artigo e fez uma publicação¹⁵² tentando imputar a Einstein o crime de plagiar o trabalho de Soldner e argumentando que a predição de Einstein, de fato, não acrescentava nada relevante sobre a predição newtoniana, além de que esta era mais simples como são todas as boas teorias, de modo que a teoria de Einstein era desnecessária. Foi através desta publicação de Lenard, em que ele diminui o mérito e a pessoa de Soldner e traduz seu artigo

¹⁴⁹ JAKI, Stanley L. *Ibid.*, 1978, p. 930.

¹⁵⁰ LIHOTZKY, E. Zur Frage der Verschiebung der scheinbaren Fixsternorte in Sonnennähe, *Physikalische Zeitschrift*, v. 22, 69-71, 1921.

¹⁵¹ Outro físico alemão que participou da cruzada antissemita foi Johannes Stark (1874-1957), Prêmio Nobel de Física de 1919, conhecido pelo efeito que leva o seu nome.

¹⁵² LENARD, P. Über die Ablenkung eines Lichtstrahls von seiner geradlinigen Bewegung durch die Attraktion eines Weltkörpers, an welchem er nahe vorbeigeht; von J. Soldner, 1801. Mit einer Vorbemerkung von P. Lenard, *Annalen der Physik*, v. 65, 593-604, 1921.

apenas parcialmente, que Jaki tomou conhecimento do trabalho original de Soldner e o traduziu integralmente ao inglês (JAKI, 1978, 939-948)¹⁵³.

A cruzada antissemita ainda patrocinava palestras, queima de livros e publicação de outros com ataques grosseiros à Relatividade e Einstein, além de obras difamatórias como *Hundert Autoren gegen Einstein* (Cem autores contra Einstein) de 1931. No fundo essa obra era preconceituosa e as críticas punham mais em evidência a incapacidade do entendimento correto da Relatividade. Segundo o físico-matemático canadense Clifford M. Will (1946-), especializado em testes experimentais da Relatividade Geral, a vasta maioria dos físicos alemães não compartilhava desses sentimentos antissemitas e, apesar do crescente nazismo e consequente demissão e emigração de muitos físicos judeus (inclusive Einstein), o programa Anti-Relatividade terminou como pouco mais do que uma nota de rodapé na História da Ciência (WILL, 2015, p. 5)¹⁵⁴.

Sucesso medíocre das novas análises e observações

Segundo WILL (1988, p. 5)¹⁵⁵, entre 1923 e 1956 as placas do eclipse utilizadas por Eddington foram reanalisadas inúmeras vezes por causa de possível viés pela simpatia que ele nutria pela Relatividade e Einstein. Mas essas análises teriam sempre reproduzido os mesmos resultados dentro de 10%. Em 1979, por ocasião do centenário do nascimento de Einstein, astrônomos do Real Observatório de Greenwich reanalisaram os dois conjuntos das placas de Sobral numa moderna máquina medidora *Astrorecord Zeiss* de dois eixos X-Y com o respectivo *software* (HARVEY, 1979)¹⁵⁶. Das placas do telescópio de 4 polegadas se obteve virtualmente o mesmo resultado obtido anteriormente, com o erro reduzido em 40%. Das placas do telescópio astrográfico, não medindo mais os desvios como antes para cada par de placas do eclipse e de comparação, mas para cada placa do eclipse em relação às posições resultantes da combinação de todas as placas de comparação, se obteve $1,55'' \pm 0,34''$ no limbo, um valor agora consistente com a Relatividade Geral, mas afetado de grande erro. Esse resultado é bastante discrepante em relação ao resultado original de $0,93''$ que era favorável à teoria newtoniana. A meu ver, este resultado mostra a alta instabilidade dos dados a pequenas variações do método, o que é um resultado ruim, enquanto os outros parecem ratificar, não o procedimento adotado, mas apenas os cálculos numéricos. KENNEFICK (2009, p. 42)¹⁵⁷ que valorizou muito os resultados dessa

¹⁵³ JAKI, Stanley L. *Ibid.*, 1978, 939-948.

¹⁵⁴ WILL, Clifford M. *Ibid.*, 2015, p. 5.

¹⁵⁵ WILL, Clifford M. *Ibid.*, 2015, p. 5.

¹⁵⁶ HARVEY, Geoffrey M. Gravitational deflection of light: A re-examination of the observations of the solar eclipse of 1919, *The Observatory*, 99, 195–98, 1979.

¹⁵⁷ KENNEFICK, Daniel. *Ibid.*, 2009, p. 42.

reanálise, justificou a exclusão das placas astrográficas de Sobral, contudo, JONES e KAISER (2010)¹⁵⁸ argumentaram longamente refutando essa justificação.

Após o “sucesso” de Eddington, sete equipes tentaram refazer as observações no eclipse de 21/9/1922 na Austrália, mas só três equipes foram bem-sucedidas. Uma das que não teve sucesso foi a equipe britânica, sendo que os próprios britânicos tinham sugerido a obtenção da confirmação da deflexão nesse eclipse. Eles se instalaram em Christmas Island onde o céu esteve nublado durante o eclipse (CAMPBELL, 1923, p. 19-20)¹⁵⁹. Dentre as equipes que tiveram êxito, uma era a americana, do Observatório de Lick, outra canadense e outra, anglo-australiana. Desta última participou Davidson que também tinha estado em Sobral. Como os australianos não tinham os instrumentos, uma parte (um excelente quadruplo de 4,1 polegadas, diafragmado para 3 polegadas e com foco de 64,2 polegadas) foi emprestada por Curtis, diretor do Observatório de Allegheny e outra parte (montagem para a câmara, relógio para acionamento do telescópio etc.) por Campbell, diretor do Observatório de Lick. O local de observação foi Cordillo Downs, no sul da Austrália. Foram obtidas 13 placas de eclipse e 7 de comparação e 14 estrelas foram medidas. A deflexão no bordo obtida foi $1,73'' \pm 0,3''$ (DODWELL and DAVIDSON, 1924)¹⁶⁰, mas com incerteza grande.

A equipe de Campbell e Robert Julius Trumpler (1886-1956), ambos do Observatório de Lick, anunciou uma deflexão no limbo solar de $1,72'' \pm 0,11''$ (excelente resultado face à predição de $1,75''$). Essa equipe se instalou em Wallal, uma estação de telégrafo no noroeste da Austrália, e fez uma esmerada preparação, pois uma boa observação da deflexão de Einstein tinha se tornado um ponto de honra institucional para Campbell: *Feeling that our pioneer efforts in 1914 and 1918 had placed a serious responsibility upon us, I decided ... in favor of an Einstein equipment for use at Wallal...* (CAMPBELL, 1923, p. 20)¹⁶¹. Além de muitos equipamentos para observações em Física Solar, para observar o efeito Einstein a equipe de Lick construiu e levou um par de câmaras tendo como objetiva um quadruplo (justaposição de 4 lentes desenhada para minimizar aberrações ópticas) de 5 polegadas e foco de 15 pés, mais outro par de câmaras com quadruplo de 4 polegadas e foco de 5 pés, este último para observar a região mais próxima ao Sol. As câmaras estavam presas a uma montagem equatorial. Assim o uso de espelho foi eliminado. O campo visual do primeiro par de câmaras era grande, com raio de cerca de $2,5^\circ$, de modo que muitas estrelas (cerca de 100) cabiam na placa, o que tornava a análise estatística mais confiável. As estrelas a mais de 2° do centro do disco solar podiam servir de referência porque a essas

¹⁵⁸ JONES, David and KAISER, David. *A Study Eclipsed by Confirmation Bias*, MIT OpenCourseWare STS.003 The Rise of Modern Science, 2010. Disponível em <https://ocw.mit.edu/courses/science-technology-and-society/sts-003-the-rise-of-modern-science-fall-2010/assignments/assn4a/MITSTS_003F10_assn4_a1.pdf>. Acesso em 19/1/2019.

¹⁵⁹ CAMPBELL, W. W. *Ibid.*, 1923, pp. 19-20.

¹⁶⁰ DODWELL, G. F. and DAVIDSON, C. R. Determination of the Deflection of Light by the Sun's Gravitational Field from Observations made at the Cordillo Downs, during the Total Eclipse of 1922 September 21, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 1924, v. 84, n. 3, 150-162.

¹⁶¹ CAMPBELL, W. W. *Ibid.*, 1923, p. 20.

distâncias a deflexão da luz se tornava desprezível. Para os ótimos resultados obtidos foram utilizadas 4 placas que foram analisadas com placas de comparação e de verificação obtidas no mesmo posto de observação do eclipse e, uns 5 meses antes em Taiti (CAMPBELL and TRUMPLER, 1923)¹⁶². Em tom de alívio Campbell anunciou que tinha obtido um resultado que concordava exatamente com a predição de Einstein e essa observação foi muitas vezes considerada a confirmação cabal e incontestada dos resultados de Eddington. Foi também a última expedição de Campbell a um eclipse: *The last eclipse expedition was important, as it confirmed Einstein's prediction that starlight would be deflected by the Sun's gravity. Many scientists had accepted the results of Arthur S. Eddington and Frank W. Dyson at the 1919 eclipse, but Robert Trumpler's measurements of the Australia plates made by himself and Campbell three years later had much smaller uncertainties* (TENN, 1992, p. 75)¹⁶³.

No entanto, nem mesmo as excelentes medidas de Campbell e Trumpler encerraram a questão. Novas medições em eclipses continuaram sendo feitas por mais de meio século. Em geral elas corroboravam a Relatividade Geral, deixando pouca dúvida de que a predição de Einstein era a correta, não a de Newton. Mas, surpreendentemente, houve pouca melhora na precisão que nunca passou de um fator 2, e que confirmava a previsão relativística dentro de uma incerteza de 10%. A deflexão medida variava entre 75 e 150% do valor teoricamente esperado.

Em 1931, portanto tardiamente, surgiu na Alemanha uma reação hostil ao anúncio de Eddington desferida pelo nosso conhecido Freundlich (ALMASSI, 2009, p. 65)¹⁶⁴. Depois de realizar várias expedições entre 1914 e 1926, nas quais fracassou por causa da chuva ou da Guerra, finalmente ele conseguiu observar o eclipse de 9/5/1929 na Sumatra do Norte, Indonésia, que então era holandesa. Apesar de ter tomado a cautela de incorporar um controle direto para a variação de escala da placa, projetando uma rede no campo de visão do telescópio, Freundlich obteve uma deflexão no limbo solar de $2,24'' \pm 0,10''$, muito discrepante do valor relativístico, como também do resultado de Eddington. Após criticar os procedimentos utilizados por Eddington na redução dos dados de 1919, apresentou o resultado corrigido por ele em que a deflexão média seria próxima de $2,2''$ quando também desqualificou a predição de Einstein. Freundlich não recebeu apoio dos físicos, astrofísicos e astrônomos e, pateticamente, a objeção dele caiu no vazio na Grã-Bretanha.

Merece destaque a expedição organizada pela Universidade do Texas em Austin para observar o eclipse de 30/6/1973 no Oásis Chinguetti, na Mauritânia (TEXAS MAURITANIAN

¹⁶² CAMPBELL, W. W. and TRUMPLER, R. Observations on the deflection of light in passing through the Sun's gravitational field, *Lick Observatory Bulletin*, v. 11, n. 346, 41-54, 1923.

¹⁶³ TENN, Joseph S. Wallace Campbell: The Twelfth Bruce Medalist, in Bruce Medalist Profiles, *Mercury*, March/April, 62-75, 1992, p. 75.

¹⁶⁴ ALMASSI, Ben. *Ibid.*, 2009, p. 65.

ECLIPSE TEAM, 1976)¹⁶⁵. Essa expedição contou com novos recursos tecnológicos, tais como: modernas emulsões fotográficas, controle da temperatura no abrigo do telescópio, sofisticados motores para o apontamento preciso do telescópio, análise computadorizada das fotografias. Todavia não foi possível controlar os ventos que levantaram poeira e reduziram severamente a visibilidade e a quantidade de imagens tomadas. Uma nova expedição retornou ao mesmo local cinco meses depois para obter as imagens de comparação. As medições foram feitas numa máquina moderna em Greenwich, mas o resultado não trouxe nenhum avanço na precisão em relação às observações anteriores. Obteve-se uma deflexão no limbo igual a $0,95'' \pm 0,11''$ (WILL, 2015 p. 6)¹⁶⁶.

Aqui no Brasil a observação do efeito Einstein foi tentada no eclipse solar de 6/11/1966 em Bagé, RS, por uma equipe liderada por Abrahão de Moraes (1917-1970), então diretor do IAG/USP e Presidente da Comissão de Organização da Comissão Nacional de Atividades Espaciais, atual Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), em São José dos Campos, SP. Da equipe participaram José Antonio de Freitas Pacheco (*Observatoire de la Côte d'Azur*), Germano R. Quast (Laboratório Nacional de Astrofísica/Itajubá, MG) e Rodolpho Vilhena de Moraes (UNIFESP/São José dos Campos, SP), todos na época ligados ao Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) em São José dos Campos, SP. Quast retornou para Bagé cerca de seis meses depois para obter as placas de comparação. Segundo pude apurar, os dados foram analisados por Quast que os teria aproveitado para o seu trabalho de formatura no ITA.

No eclipse anterior de 20/5/1947, o IAG/USP que instalou os equipamentos em Bebedouro, SP, pretendeu observar, dentre outros fenômenos, o efeito Einstein, mas foi impedido por causa de chuva (MARQUES DOS SANTOS, 2005, p. 111-112)¹⁶⁷. O astrônomo belga naturalizado americano, George Van Biesbroeck (1880-1974), do Observatório de Yerkes, da Universidade de Chicago, já estava aposentado, mas se instalou em Bocaiúva, MG, para observar o efeito Einstein. Van Biesbroeck usou um telescópio com tripleto de 3 polegadas e foco de 6 m. Para bem determinar a escala da placa, acoplou um engenhoso sistema com placa de vidro semi-espelhado que alimentava a objetiva ao mesmo tempo com duas imagens, uma do campo estelar do eclipse e outra de um campo estelar mais afastado. Davidson, desta vez aquele que tinha vindo a Sobral, já antecipava dificuldades para o eclipse de 1922 pelo fato de que havia poucas estrelas brilhantes nas proximidades do disco solar, e advogou essa técnica usada por Van Biesbroeck para remover o efeito sistemático da variação de escala das placas, uma vez que os campos do eclipse e de verificação eram obtidos simultaneamente, nas mesmas condições (DAVIDSON,

¹⁶⁵ TEXAS MAURITANIAN ECLIPSE TEAM, Gravitational deflection of light: solar eclipse of 30 June 1973 I. Description of procedures and final results, *Astronomical Journal*, v. 81, n. 6, 1976, 452-454.

¹⁶⁶ WILL, Clifford M. *Ibid.*, 2015, p. 6.

¹⁶⁷ MARQUES DOS SANTOS, Paulo. *Instituto Astronômico e Geofísico da USP. Memória sobre sua Formação e Evolução*. São Paulo: EDUSP, 2005, p. 111-112.

1922)¹⁶⁸. A vantagem era que no interior do telescópio as duas imagens percorriam o mesmo trajeto óptico (VAN BIESBROECK, 1950)¹⁶⁹. Van Biesbroeck voltou a Bocaiúva em agosto daquele ano para obter as imagens de comparação. O resultado que ele obteve foi $2,01'' \pm 0,27''$.

O anúncio da confirmação da deflexão da luz em 1919 provocou não só a busca de confirmações desse efeito, como também de uma outra predição da Relatividade Geral: o deslocamento gravitacional de linhas espectrais para o vermelho. Mas como medições confiáveis e confirmações empíricas contundentes deste efeito não vieram até a década de 1960, houve um declínio contínuo do interesse científico pela Relatividade Geral. Esse panorama mudará nos anos 1960 com o avanço das “tecnologias de precisão”, graças ao surto de desenvolvimento instrumental, o início do programa espacial (fruto da II Guerra) e o advento dos computadores (WILL, 2015, p. 2)¹⁷⁰.

Tecnologias de precisão. Supercomprovação

Os três testes clássicos para a comprovação da Teoria da Relatividade Geral foram propostos em relação a três efeitos da gravidade: 1) o deslocamento de linhas espectrais para o vermelho; 2) a deflexão da luz (tema central deste texto) e 3) o deslocamento anômalo do periélio dos planetas (o de Mercúrio se tornou importante porque esse efeito, maior porque esse planeta está mais perto do Sol, foi historicamente descoberto em 1843 por Urbain Jean Joseph Le Verrier (1811-1877). De acordo com a teoria de Newton, o deslocamento do periélio de Mercúrio era devido à atração gravitacional dos outros planetas, mas as observações mostravam uma discrepância a mais de $43''$ /século que essa teoria não explicava. Nenhum dos três efeitos pode ser explicado com a teoria de Newton. Diferentemente dos dois primeiros, este último foi proposto por Einstein em 1915 para explicar uma anomalia que já era conhecida.

Um avanço espetacular ocorreu em 1967 (LONGAIR, 2015, pp. 9-10)¹⁷¹ como desdobramento do advento da radioastronomia (fruto da tecnologia de radares da II Guerra) em 1932. A partir de então, o Universo passou a ser observado não só na luz visível, mas também através de ondas de rádio. Em 1967 se descobriu que, com medições simultâneas feitas com vários radiotelescópios distribuídos sobre o globo usando a técnica de interferometria VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*), podia-se medir a deflexão das ondas eletromagnéticas com precisão da

¹⁶⁸ DAVIDSON, C. Observation of the Einstein Displacement in Eclipses of the Sun, *The Observatory*, v. 45, 1922, 224-224.

¹⁶⁹ VAN BIESBROECK, G. The Einstein shift at the eclipse of May 20, 1947, in Brazil, *The Astronomical Journal*, v. 55, 1950, 49-52.

¹⁷⁰ WILL, Clifford M. *Ibid.*, 2015, p. 2.

¹⁷¹ LONGAIR, Malcolm. Bending space-time: a commentary on Dyson, Eddington and Davidson (1920) ‘A determination of the deflection of light by the Sun’s gravitational field’, *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 373, 20140287, 1-13, 2015, pp. 9-10.

ordem de 0,001". Para simples comparação, por causa do fenômeno da cintilação causada pela turbulência atmosférica, a posição de uma estrela na luz visível é afetada por uma incerteza típica da ordem de 1". Agora a precisão das medidas era mil vezes melhor. Com a técnica VLBI podem ser usadas, em vez de estrelas de fundo da nossa própria Galáxia, os quasares que são astros extragalácticos de aparência pontual. Suas distâncias cosmológicas asseguram maior estabilidade posicional dessas referências. É impressionante constatar como a incerteza das medidas foi sendo reduzida drasticamente desde 1970, quando avanços tecnológicos importantes ocorreram¹⁷², sendo que agora ela é da ordem do décimo de milésimo da deflexão predita por Einstein. Assim, para centenas de rádio-fontes a deflexão foi medida e a predição de Einstein veio sendo confirmada.

Como se não bastasse, a mesma técnica radioastronômica possibilita ainda uma verificação adicional não predita por Einstein, mas com o mesmo grau de precisão, na qual é medido na Terra, não o desvio angular da radiação, mas o atraso temporal de um sinal de radar transmitido da Terra para um satélite artificial onde um transponder transmite um sinal de volta para a Terra. Durante o experimento o sinal de radar se propaga através do campo gravitacional do Sol. Esse atraso do sinal é conhecido como *efeito Shapiro* porque o radioastrônomo americano Irwin Ira Shapiro (1929-), professor da Universidade de Harvard, propôs e realizou a verificação desse fenômeno.

Hoje a questão não é mais confirmar a deflexão gravitacional da luz. Ela é uma certeza que deu lugar a um novo recurso observacional que potencializa exponencialmente a capacidade dos nossos telescópios. A deflexão da luz, quando ocorre em massas muito, muito maiores do que a de uma estrela como o Sol, digamos, a massa de uma galáxia ou de um aglomerado de galáxias, produz deflexões angulares mais pronunciadas sobre a luz, alterando a forma e o brilho da imagem de um objeto cosmológico que esteja atrás e praticamente alinhado em relação a nós na Terra. Várias imagens do Telescópio Espacial Hubble de quasares distantes que assumem forma de anel ou de cruz, ou que ganham duplicidade, resultam do fenômeno cósmico natural agora chamado com total propriedade *lente gravitacional*, pois, de fato, a deflexão gravitacional da luz por massas muito grandes, pode produzir intensificação da imagem, à semelhança das lentes dos telescópios ópticos. Há também as microlentes gravitacionais causadas por massas menores,

¹⁷² Na História da Astronomia é perceptível que os avanços na instrumentação estão correlacionados com o deslocamento da Astrofísica para os Estados Unidos, onde os maiores telescópios do mundo na época possibilitaram a descoberta da expansão do Universo por Edwin Hubble (1889-1953). Lá teve início também a radioastronomia e engenheiros da *Bell Telephone Laboratories* descobriram em 1964 a Radiação Cósmica de Fundo em micro-ondas. Durante a competição com a União Soviética pela conquista do espaço, lá também foi desenvolvida a engenharia espacial que desenvolve programas astronômicos com observatórios e sondas espaciais.

como de estrelas, que também são úteis porque permitem observar objetos com massa intermediária entre a massa de um planeta e a massa de uma estrela. Portanto a deflexão da luz nos brindou com as inestimáveis lentes gravitacionais como nova ferramenta que já se tornou usual para observações da massa e estrutura de galáxias e quasares distantes, de objetos cosmológicos de grande escala, como também de exoplanetas orbitando estrelas distantes. As lentes podem ser usadas também como balanças para medir a massa de objetos astronômicos.

Embora a deflexão da luz fosse sendo gradativamente aceita como um sucesso da Relatividade Geral, o deslocamento para o vermelho de linhas espectrais pela ação da gravidade nunca foi medido de forma conclusiva até a década de 1960. E esse efeito tinha sido predito por Einstein em 1911! Em 1917 tinha sido anunciado que tal deslocamento não tinha sido observado no espectro do Sol e em 1918 que as observações tinham sido inconclusivas (WILL, 2015, p. 6)¹⁷³. Isso estabeleceu um quadro negativo que perdurou décadas e que, às vezes, serviu de alegação para se duvidar da Relatividade Geral, o que tornava difícil justificar novas expedições para tentar confirmar a deflexão einsteiniana da luz. Então teria ocorrido também um arrefecimento do interesse pela Relatividade, que se refletiu inclusive num decréscimo de publicações sobre esse assunto após um surto inicial. Isso ficou espelhado também na criação em 1922 da Comissão 1 da IAU sobre Relatividade, sob a coordenação de Eddington, e sua extinção já em 1925. Em 1922 o já citado Whitehead chegou a elaborar uma teoria alternativa da gravidade que mantinha o espaço-tempo plano da Relatividade Restrita, mas incluía um tensor que, através de uma “ação a distância”, causava a deflexão da luz predita por Einstein e o movimento orbital da matéria, mas não previa o deslocamento espectral para o vermelho.

Mas é preciso considerar que a medição do deslocamento espectral no Sol não é uma tarefa trivial. O espectro do Sol sofre o chamado “efeito centro-limbo” pelo qual o efeito Doppler sofrido pelas linhas espectrais, devido aos complexos movimentos turbulentos e convectivos do gás na baixa atmosfera solar, visto da Terra aparenta ser menor no bordo do que no centro do disco solar, já que no bordo esses movimentos são predominantemente transversais à linha de visada. Para contornar essa dificuldade era preciso escolher no espectro linhas intensas e com as quais a medição do comprimento de onda pudesse ser feita sem ambiguidade. Mas medidas confiáveis só começaram a ser obtidas a partir da década de 1960, não observando linhas do espectro do Sol, mas de anãs brancas cuja gravidade na superfície é muito mais intensa. Na mesma década o efeito foi confirmado num experimento terrestre, com a variação da gravidade numa diferença de altura de apenas 23 m! Obviamente foi utilizada uma linha espectral especial. Hoje em dia esse efeito não pode deixar de ser levado em conta no sistema de posicionamento global, GPS, a fim de que opere corretamente.

¹⁷³ WILL, Clifford M. *Ibid.*, 2015, p. 6.

Assim todos os testes clássicos da Relatividade Geral foram definitivamente confirmados. Dizem que a Relatividade Geral não é uma teoria correta da gravidade por não ser quântica. Em todo o caso, ela subministrou os fundamentos teóricos para explicar a origem e evolução do Universo através da conhecida Cosmologia do *Big Bang*. Mas isso é um outro assunto.

Considerações finais

Para celebrar o centenário da Relatividade Geral em 2015, o já citado Clifford Will, conhecido por seus importantes estudos sobre a irradiação de ondas gravitacionais por pulsares binários, escreveu um artigo (WILL, 1915)¹⁷⁴ em que exaltou os resultados do eclipse de 1919 por terem legado um fecundo programa de testes experimentais que prossegue até hoje confirmando a deflexão gravitacional da luz com ondas de rádio, nos revelando as lentes e as ondas gravitacionais. A avaliação é positiva e o artigo termina assim: *Even if some modified version of general relativity must be adopted ultimately to accommodate new observations, the theory that caused such a sensation in 1919 will very likely still be its foundation.*

Nesse mesmo ano o professor de Filosofia Natural da Universidade de Cambridge, Malcolm Longair (1941-) escreveu um artigo (LONGAIR, 2015)¹⁷⁵ para comemorar o 350º aniversário da *Philosophical Transactions of the Royal Society*. Longair que inclui nos seus interesses de pesquisa a Cosmologia e, mais recentemente, passou a incluir também a história científica da Física, Astronomia, Astrofísica e Cosmologia, escolheu para esse artigo comentar o artigo histórico de DYSON, EDDINGTON e DAVIDSON (1920)¹⁷⁶ sobre as observações do eclipse de 1919. A avaliação inteiramente positiva, assim como a abordagem do tema é impressionantemente a mesma do artigo anterior de Will. De fato, é inconteste que o eclipse de 1919 imprimiu ímpeto com o qual boa parte da ciência, ainda hoje, oferece fantásticos desdobramentos.

Mas a avaliação puramente positiva, embora compreensível, fecha os olhos para falhas objetivas, possivelmente porque seja a visão daqueles que, em sua atividade profissional, mais percebem os avanços conquistados posteriormente e mais se beneficiam deles. Apesar dos pecadilhos e das falhas próprias da condição humana, objetivamente a *Revolution in Science* teria inaugurado uma era de substanciais avanços científicos. Talvez, até mesmo graças a esses pecadilhos e falhas, tudo no fim teria dado certo!

Já os filósofos da ciência americanos, John Earman (1942-) da Universidade de Pittsburgh, na Pensilvânia, e Clark N. Glymour (1942-) da Universidade Carnegie Mellon também

¹⁷⁴ WILL, Clifford M. *Ibid.* 2015.

¹⁷⁵ LONGAIR, Malcolm. *Ibid.* 2015.

¹⁷⁶ DYSON, F. W., EDDINGTON, A. S. and DAVIDSON, C. *Ibid.*, 1920.

em Pitsburgo (EARMAN and GLYMOUR, 1980a)¹⁷⁷; (EARMAN and GLYMOUR, 1980b)¹⁷⁸, ambos citados antes inúmeras vezes, fizeram uma análise crítica do próprio trabalho científico de Eddington e seus colaboradores, ou seja, puseram a mão na ferida. O jornalista científico norte-americano, Dennis Overbye (1944-), citado num artigo crítico de SOARES (2006)¹⁷⁹, também argumentou nessa linha (OVERBYE, 2000)¹⁸⁰. Já citei Earman e Glymour antes, quando eles apontaram para uma inconsistência na derivação de Einstein, de 1915, da deflexão da luz. Mas eles também argumentaram que houve uso (ou abuso) de autoridade acadêmica (*magister dixit*) por parte de Eddington quando anunciou a confirmação do efeito Einstein. Eles também criticaram o descarte das observações astrográficas de Sobral que eram desfavoráveis à teoria de Einstein, ao mesmo tempo em que não descartaram as escassas e imperfeitas imagens de Príncipe. Para sustentar esta última crítica, EARMAN e GLYMOUR (1980a, p. 75)¹⁸¹ converteram o erro provável de Eddington em desvio padrão. Para as placas de Sobral com o telescópio de 4 polegadas obtiveram deflexão no limbo solar de $1,98'' \pm 0,178''$ e com o astrógrafo, $0,86'' \pm 0,48''$. Para as placas do astrógrafo de Príncipe obtiveram $1,61'' \pm 0,444''$. Daí concluíram que a dispersão das placas do astrógrafo de Príncipe e de Sobral eram praticamente equivalentes. Por isso eles não encontraram razões objetivas para o descarte das placas de Sobral, sem que as de Príncipe também fossem descartadas.

Já as imagens de Sobral com o telescópio de 4 polegadas tinham boa qualidade e baixa dispersão, mas o valor médio ($1,98''$) era significativamente maior (1,3 vezes o desvio padrão) que a predição de Einstein, portanto não constituía uma confirmação inequívoca da predição de Einstein. Mantendo todas as placas, a deflexão estaria entre $0,87''$ e $2''$, o que não decidiria entre o valor einsteiniano ou newtoniano (EARMAN and GLYMOUR, 1980a, 75-76)¹⁸². Logo, os resultados obtidos não eram inequivocamente favoráveis à predição de Einstein. Mesmo assim, Dyson afirmou que a predição de Einstein tinha sido confirmada.

As críticas objetivas de Earman e Glymour mostram que, mesmo que Eddington tenha procurado se pautar pela racionalidade, prudência e boa-fé, estimulado por excessiva autoconfiança acabou se expondo, ainda que involuntariamente, a riscos temerários. Mas contou com toda sorte do mundo ao escolher a predição einsteiniana já que, com o tempo, a Relatividade Geral foi convalidada. Correr riscos é a vocação dos que anunciam o que até então é desconhecido, mas é a sorte que separa os vitoriosos dos fracassados.

¹⁷⁷ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a.

¹⁷⁸ EARMAN, John and GLYMOUR, Clark *Ibid.*, 1980b.

¹⁷⁹ SOARES, Domingos S. L. A real importância de Sobral na ciência moderna. *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, v. 25, n. 2, 21-29, 2006.

¹⁸⁰ OVERBYE, Dennis. *Einstein in love: a scientific romance*. New York: Viking Press, 2000.

¹⁸¹ EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, 75.

¹⁸² EARMAN, J. and GLYMOUR, C. *Ibid.*, 1980a, pp. 75-76.

Que Eddington teve sorte fica evidente diante de meio século de novas tentativas que não conseguiram reduzir significativamente a incerteza da deflexão da luz. Fica evidente também diante do grande equívoco em que ele se enredou anos depois, quando supostamente ele deveria ter acumulado mais experiência e sabedoria. Em 1935 ocorreu a famosa controvérsia entre ele e o promissor jovem indiano, depois famoso astrofísico da Universidade de Chicago, Subrahmanyan Chandrasekhar (1910-1995). Desta vez a controvérsia foi acerca do limite superior (valor máximo) da massa das estrelas anãs brancas¹⁸³, limite esse que hoje é matéria de livros-texto de Astrofísica. Essa controvérsia envolvia uma questão teórica ao combinar a Relatividade Restrita com a Mecânica Quântica na Mecânica Estatística. Ela foi tema de uma interessante tese doutoral em História da Ciência pela *University College London* (GOONERATNE, 2005)¹⁸⁴. Eddington, um relativista convicto, rejeitou a formulação de Chandrasekhar para descrever o comportamento dos elétrons, literalmente esmagados no interior denso das anãs brancas, utilizando Mecânica Quântica e Relatividade Restrita, esta última porque a alta densidade implicava reduzidíssimo espaço para cada elétron e , conseqüentemente, velocidades microscópicas relativísticas, conseqüência do Princípio da Incerteza. Eddington desacreditava dessa mestiçagem com tal autoconfiança (a mesma que ele tinha em relação à deflexão da luz), que a sustentou até sua morte, em 1944. Segundo Chandrasekhar, a alta compressão dos elétrons implicava em que, quanto maior a massa da anã branca, menor ficava o seu raio ao se colapsar gravitacionalmente. O Limite de Chandrasekhar era a massa com a qual a anã branca ficava com raio nulo, uma singularidade matemática. A rejeição instintiva a singularidades era uma razão a mais para Eddington rejeitar o Limite de Chandrasekhar. Para ele, singularidades eram meros entes matemáticos, sem correspondência com o mundo real. Com esses argumentos Eddington rechaçaria também os buracos negros. Para ele a natureza tinha que ter leis que interditassem tais despautérios.

No entanto, Chandrasekhar estava certo. Não obstante ele foi moralmente esmagado pela superautoridade de Eddington, então amplificada pela confirmação da deflexão da luz no eclipse de 1919. Até mesmo físicos da estatura de Niels Bohr (1885-1962) e Wolfgang Pauli (1900-1959) não ousaram desafiar tal autoridade que, portanto, se sustentava bilateralmente.

Voltando às análises do anúncio de 1919, os sociólogos britânicos da ciência, Harry Collins (1943-) e Trevor J. Pinch (1952) acusaram Eddington de ter manipulado os resultados

¹⁸³ Anãs brancas são estrelas muito densas (embora não as mais densas), tipicamente com massa comparável à do Sol, mas comprimida num volume como o da Terra, de modo que a densidade típica é cerca de 1 ton/cc. Essa compressão ocorre quando uma estrela com massa inicial não superior a 10 massas solares, esgota seu combustível nuclear (hidrogênio, hélio etc.) e colapsa gravitacionalmente. Esse deve ser o futuro do nosso Sol. A massa das anãs brancas não pode exceder cerca de 1,44 vezes a massa do Sol e esse limite é conhecido como *Limite de Chandrasekhar*. Isso implica também em que, ao entrar na fase terminal, as anãs brancas precisam descartar parte considerável de sua massa inicial.

¹⁸⁴ Gooneratne, Sakura. *The White Dwarf Affair: Chandrasekhar, Eddington and the Limiting Mass*, Ph. D. Thesis on Philosophy in the History of Science, University College London, University of London, London, 2005.

para produzir os resultados preditos por Einstein (COLLINS and PINCH, 1993)¹⁸⁵. Agora não é apenas uma crítica, mas uma acusação que envolve conduta ética. Na mesma linha, o já citado pesquisador da *University College London* em História da Medicina, John Waller, considerado um revisionista iconoclasta de heróis ou super-heróis da ciência como Pasteur, Mendel etc., acusou Eddington de manipulações e fraudes (WALLER, 2002b)¹⁸⁶: *Arthur Eddington "proved" Einstein's theory of relativity, and was fortunate enough to be later found correct, even though he suppressed more than two-thirds of the eclipse photographs on which his proof was based.*

Prefiro passar ao largo do julgamento de intenções, pois são inacessíveis, assim como do julgamento da conduta em atos de 100 anos atrás pelo risco de julgamentos anacrônicos face à mudança constante e veloz da valoração atribuída à ciência e à atividade científica, dos referenciais éticos e das posturas, sem falar dos pormenores de contexto que nos escapam. Mas considero válida e bem-vinda a contribuição da SSK enquanto desmascara supergênios ou a aparência de pura racionalidade ou de assepsia da ciência. Contudo, uma argumentação que considere só os fatores sociológicos, ignorando a dinâmica própria do conhecimento científico que se sustenta pelo diálogo constante entre teoria, que é uma malha complexa de conceitos, postulados e generalizações, com outra malha complexa de experimentos, também é inaceitável.

Diante da variedade de abordagens, um meio termo parece salutar. Não a visão puramente benevolente e otimista, nem a visão pessimista, quase de que a ciência não passa de uma ilusão. Nem mitos falsos de super-heróis, nem niilismo científico, mas transparência pública mostrando a ciência e as atividades científicas simplesmente como elas são.

Agradecimentos

Sou muito grato às sempre solícitas bibliotecárias Katia Teixeira dos Santos, do Observatório Nacional e Rosa Maria Silva Santos, do IAG/USP.

¹⁸⁵ COLLINS, Harry and PINCH, Trevor, *The Golem: what everyone should know about science*. Cambridge: Cambridge University Press, Chapter 2. Two experiments that 'proved' the theory of relativity, 1993, 27-55.

¹⁸⁶ WALLER, John, *Einstein's Luck: The truth behind some of the greatest scientific discoveries*. Oxford: Oxford University Press, 3. The eclipse of Isaac Newton: Arthur Eddington's 'proof' of general relativity, Part 1. Right for the wrong reasons, 2002b.



ARTIGOS – ARTICLES

A dimensão geográfica da técnica

Leandro Serra

Doutorando em Direito PUC-RJ, Mestre em Geografia PUC-RJ
leandro.serra@id.uff.br

Como citar este artigo: Pereira, Leandro Serra Silva. “A dimensão geográfica da técnica”. Khronos, Revista de História da Ciência, nº 7, pp. 140-152. 2019. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: Este trabalho tem como objetivo exaltar a dimensão geográfica da técnica. Na introdução, será exposta uma ampla noção de como a aplicação desigual das técnicas são o fundamento da crise que o sistema-mundo capitalista vivencia em suas múltiplas escalas. Na segunda sessão, serão abordadas algumas temáticas pertinentes à filosofia da técnica, ou seja, questões referentes às subjetividades do “fazer técnico”. Por fim, defendemos que as ideologias que permeiam as técnicas e tecnologias são materializadas geograficamente pelas ações dos agentes sociais, que disputam o poder e a reprodução de suas normas e símbolos nos espaços

Palavras-chave: filosofia da técnica; sistemas técnicos; meio técnico-científico-informacional; impactos territoriais.

The geographical dimension of the technique

Abstract: This work aims to exalt the geographic dimension of the technique. In the introduction, a broad notion will be given of how the unequal application of techniques is the foundation of the crisis that the capitalist world-system experiences on its many scales. In the second session, will be approached some themes pertinent to the philosophy of the technique, that is, questions referring to the subjectivities of "technical making". Finally, we argue that the ideologies that permeate the techniques and technologies are materialized geographically by the actions of the social agents, who dispute the power and the reproduction of their norms and symbols in the spaces.

Keywords: philosophy of technique; technical systems; technical-scientific-informational means; territorial impacts.

Introdução

Esta pesquisa bibliográfica parte do pressuposto teórico-metodológico de que vivemos uma de crise dos valores e paradigmas da sociedade contemporânea devido o processo de reorganização societária que o mundo vem passando nos últimos trinta/quarenta anos, que, segundo Porto-Gonçalves (1996), pode ser comparado ao ocorrido no Renascimento (XVI), durante o Século das Luzes e Revolução Industrial (séculos XVIII e XIX). A complexidade da dimensão espacial das relações entre diferentes sociedades que emergiu na Modernidade faz dos estudos geográficos um importante elemento para compreender a representação da ação de sujeitos sociais e a disputa pela instituição de uma ordem de significações, das normas, regras e valores. O autor elege o conceito de desenvolvimento (associado ao crescimento econômico) como central no processo de reorganização societária e construção política para ordenar o mundo. A nação de desenvolvimento a qualquer custo e de recursos naturais infinitos legitimou a dominação predatória, a instrumentalização técnica da natureza e das sociedades semiotizadas como naturais, logo, atrasadas e passíveis de um “des-envolvimento” (PORTO-GONÇALVES, 1996).

Segundo o autor, a passagem da Idade Média para a Moderna, uma revolução espiritual alterou o modo de como a sociedade europeia concebia certos valores e sua relação com a finalidade das técnicas. A burguesia e a ciência (marginalizada na Idade Média) instituíram a centralidade no desenvolvimento das técnicas para aumento de produção e foram importantes para a consolidação das relações capital-trabalho. São importantes processos: a descoberta das leis universais da natureza (átomos, moléculas); e a dessacralização da natureza, que passou a ser tida como passível de manipulação/trabalho para produção de riqueza associada à terra. Neste sentido, o desenvolvimento via processo internacional de divisão técnico-social do trabalho ganha centralidade junto ao investimento massivo na capacidade produtiva técnico-científica. A difusão violenta deste projeto civilizatório estabelece conflitos entre valor de uso e valor de troca na organização social de espaços e sobreposição de interesses territoriais em diversas escalas de poder. (PORTO-GONÇALVES, 1996, p. 32-34)¹.

A ideologia da modernidade demanda uma concepção política da realidade que favoreça a dicotomia sujeito-objeto, a concepção abstrata e isomórfica do espaço e do tempo. Esta abstração considera tempo e espaço como variáveis exógenas do fazer histórico e geográfico, logo, o processo de homogeneização racional se esforça para que os lugares se tornem paulatinamente destituídos de seus sentidos historicamente atribuídos. Ao longo dos séculos, o processo de mundialização da cultura eurocêntrica e de expansão da economia capitalista proporcionou inovações que vieram a se manifestar no campo simbólico e cultural das relações sociais (MOREIRA, 1992)². Os aperfeiçoamentos das técnicas de telecomunicações e de publicidade

¹ PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. Geografia Política e Desenvolvimento Sustentável. Terra Livre, São Paulo, n. 11-12, p. 9-76, 1996.

² MOREIRA, Ruy. Política e técnica neste final de século. Boletim Goiano de Geografia, 12 (1): 29-44, Jan./Dez.1992.

ajudaram a forjar um mundo cada vez mais orientado para a “(est) ética” do consumo; a revolução nos meios de transporte acentuou a tendência estrutural do capitalismo de suprimir o espaço através do tempo. Paralelamente, a revolução gerencial de empresas e a intensificação do fluxo de capital fictício permitiram descentralizar geograficamente as unidades produtivas, propondo uma nova divisão internacional do trabalho marcada pelo desemprego estrutural e pela precarização da vida (Ibid.).

Em artigo científico intitulado “Política e técnica neste final de século”, Ruy Moreira (1992) percebe que, após o desmanche do poderio econômico e militar da URSS, os EUA se firmaram como potência única, todavia — contrapondo o momento de otimismo e a sensação de eternização do sistema — os EUA experimentam (após as crises do petróleo na década de 1970) uma conjuntura de crise e reforma no âmbito do Estado (dita crise fiscal), ao âmbito da cultura técnico-científica do trabalho (dita crise ambiental). Após a crise do petróleo e a consequente desconstrução do Welfare State, o neoliberalismo emerge como a nova forma (ou nova base paradigmática) do Estado capitalista, que altera sua história espacial e sua relação com a técnica através: da paulatina mundialização do processo produtivo capitalista; da regulação mercantil através da privatização de empresas; e do patrimônio construído pelos trabalhadores. A divisão do mundo entre países industrializados e não industrializados é fundada na “homogeneização técnica que uniformiza a heterogênea superfície planetária num padrão único de cultura técnico-científica que é historicamente anterior ao próprio Welfare State.” (MOREIRA, 1992, p. 34).

Trate-se do paradigma da interrelação ciência-técnica gerado no correr do século XVI (Renascimento) ao XVIII (Iluminismo) que tem a Física Mecânica por referência e que no século XVIII-XIX se materializa no sistema de máquina do Revolução Industrial, e desde então evolui aperfeiçoando-se cada vez que aqui e ali uma nova descoberta científica de imediato se cristaliza em novos e avançados artefatos mecânicos. Construindo o mundo à imagem e semelhança dessa sua cultura técnica o capitalismo o erige na forma de uma gigantesca engrenagem. Portanto, como um sistema que unifica harmonicamente na regularidade matemática das leis de Newton desde os corpos do nível macro dos céus aos do nível micro da fábrica. O mundo cujos movimentos históricos o capital pode controlar, reger e sujeitar os fins de sua hegemonia de classe. Mundo que o capital criou ainda sob a forma mercantil ao reduzir progressivamente o trabalho às suas relações mais simples (...). Portanto, mundo da Revolução Industrial que fez do conjunto dos homens e ferramentas um sistema absoluto e disciplinado pela engrenagem mecânica (...) (MOREIRA, 1992, p. 36).

Para o autor, a nova base paradigmática da razão técnica é fundamentada na exigência do horizonte infindo dos recursos e matérias-primas, no consumo e na potencialização técnica; no entanto, depara-se com o esgotamento da capacidade auto germinativa dessa “máquina-

mundo”. Fato que faz a retroalimentação do sistema depender não somente de novos espaços, mas também de uma reinvenção cultural que legitime a expansão do capital em escala mundial. Sendo assim, emerge uma “cultura técnico-científica” que buscará o caráter auto-regenerativo (concepção químico-biológica) do desenvolvimento científico, em detrimento do padrão não-auto-regenerativo (concepção físico-mecânica).

Neste movimento, o autor identifica a ECO-92 como “encontro da reforma neoliberal já em curso desses Estados, com a reforma que se deve o quanto antes iniciar da relação técnica do trabalho”, que é pautada em acordos de grandes corporações privadas com a mediação dos Estados. Neste período de reconceituação da natureza, “o novo existe na forma da microeletrônica, da química fina, da biotecnologia” (MOREIRA, 1992, p. 42) e a biodiversidade surge como importante elemento do discurso para apropriação da “natureza biodiversa” e para a expansão da produção capitalista dos espaços que a detém os recursos. As florestas tropicais tidas como patrimônio universal e o enfraquecimento da rigidez das fronteiras, “é algo mais sofisticado que uma simples internacionalização, porquanto, significa tomar a pesquisa como um direito de todos”, mas não necessariamente a patente industrial da tecnologia criada com base nessa pesquisa (MOREIRA, 1992, p. 42).

A questão da Técnica

Nesta sessão serão expostas concepções sobre o conceito de *técnica*, tendo como objetivo introduzir a temática, para evoluirmos a discussão paulatinamente para a questão da dimensão geográfica da técnica, expressa no conceito de meio técnico-científico-informacional (SANTOS, 2012)³. Não serão feitas distinções radicais entre os termos (técnica e tecnologia) — tendo em vista a relação intrínseca entre os conceitos — e sim, demonstraremos a riqueza da teoria crítica à técnica e à tecnologia.

Álvaro Vieira Pinto (1909-1987) foi um professor de filosofia (Universidade do Brasil, 1950) que além da contribuição intelectual, teve sua história marcada pelo exílio no período do regime militar na década de 1960. Exilou-se, primeiramente na Iugoslávia, posteriormente no Chile, onde trabalhou com Paulo Freire (GONZATTO; MERKLE, 2016)⁴. Em sua obra póstuma intitulada “O Conceito de Tecnologia” (2005) tece longas considerações sobre a bibliografia clássica do conceito de técnica. Direciona crítica às análises clássicas que não abarcam os

³ SANTOS, Milton. *A natureza do espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção*. 4ª ed. 7ª reimpr. São Paulo: EDUSP, 2012.

⁴ GONZATTO, R. F; MERKLE, L. E. Vida e Obra de Álvaro Vieira Pinto: Um levantamento bibliográfico. Revista HISTEDBR On-line, Campinas, n° 69, p. 286-310, setembro, 2016.

significados concretos da questão da técnica, ou seja, que não dão conta da complexidade da “produção material dos sistemas de relações sociais definidas.” (PINTO, 2005, p. 155)⁵. Defende que a correta formulação da pergunta sobre a técnica:

(...) nada tem a ver com eruditas análises, em apoio de uma concepção metafísica e irreal, do tipo Heideggeriano. (...) A pergunta pela técnica tem que ser respondida de acordo com a forma correta em que se impõe anunciá-la: que papel desempenha a técnica no processo de produção material da existência do homem por ele mesmo? (PINTO, 2005, p. 155).

Para o autor, apesar da historicidade da técnica manifestar um conceito legítimo, a técnica “não é o motor do processo histórico”, tampouco deve ser concebida como “força oculta que afasta o homem do simples”, “fenômeno técnico” ou “civilizações tecnológicas”, tendo em vista que ela é inerente à constituição biológica do ser exercida em condições sociais, e inerente à busca pela resolução das contradições existenciais e das adversidades da natureza. O grande número de massas humanas espoliadas por procedimentos, instituições ou equipamentos técnicos, não seria um problema da técnica em si, mas sim dos interesses políticos dos autores das espoliações e da identificação como classe social que “se vale de instrumentos técnicos para a satisfação de seus fins.”. (PINTO, 2005, p. 158).

A técnica fundamentada nas categorias dialéticas (pares contraditórios), e na historicidade de seus procedimentos/métodos demonstra-se necessariamente: contraditória porque é empregada como modo prático pelo qual consegue solucionar uma contradição objetiva assim como é, ao mesmo tempo, conservadora e revolucionária. Em seu caráter estacionário, “aconselha a repetição dos mesmos atos para alcançar os mesmos objetivos”; mas é contraposto pelo aspecto revolucionário que “suscita a superação por novas formas de produção técnica, numa série indefinida, na qual se patenteia a verdade da lei dialética universal da negação da negação.”. A técnica aplicada para as satisfações de um determinado regime de produção possui uma relação de contradição com o modo social de produção a que pertence. Ela é obrigada a se desenvolver quando contribui ao máximo para a consolidação do regime, por isso tende ao “esgotamento de suas possibilidades históricas com a relação às exigências humanas.” (PINTO, 2005, p. 208-209).

A luta pelo reconhecimento de outras epistemologias é semelhante à luta por um novo paradigma técnico/tecnológico/científico que dialogue com as necessidades reais da sociedade civil. Este percurso será atravessado por questões sobre: a técnica e epistemologia; técnica e ética; técnica e sociedade; técnica e ciência. Na abordagem das contribuições clássicas — do século XX e contemporâneas — elaboradas após a crítica marxista no período pós-guerra, destacaremos Marcuse, Habermas, Heidegger e Hanna Arendt. Preliminarmente, ressalta-se que:

⁵ PINTO, Álvaro Vieira. O Conceito de Tecnologia. Rio de Janeiro. Contraponto, 2005.

Do século XVI ao XVIII, parece ser de otimismo a postura adotada com relação à técnica. O contexto histórico de emancipação da burguesia, aliada ao advento do capitalismo e da revolução científica do século XVII, o que culminará no Iluminismo, bem o esclarecem. São exemplos clássicos Francis Bacon (1620), que preconiza “obedecer a natureza” somente para poder dominá-la, o próprio Descartes (1637) e, posteriormente, Diderot. O Século das Luzes traz, em seu seio, a cooperação entre capitalismo e técnica na Revolução Industrial e cria as condições para a crítica posterior a vários de seus procedimentos, que utilizam a técnica não apenas para o domínio da natureza, mas do próprio homem pelo homem. Assim tem lugar a crítica de Rousseau (1753) a uma técnica que, apesar de progredir, não melhora a relação entre os homens. Destarte, o século XIX testemunhará o convívio entre o otimismo positivista de Auguste Comte (1848) – derradeiro continuador da tradição iluminista – e a crítica marxista à técnica alienante. (LIMA, 2007, p. 54)⁶.

As leituras da bibliografia temática indicam a modernidade como período histórico determinante para o destino do Ocidente. Para Heidegger, seriam tendências fundamentais da “essência da técnica” a: projeção de uma nova ética e estética; a desdivinização da existência a partir da transformação da natureza amparada pela física moderna e pelas ciências da matemática da natureza. A tendência técnica seria um processo produtivo que interfere nos processos da natureza, no modo de agir e nos saberes ocidentais; sendo assim, uma orientação de conduta. Logo, o agir técnico faz com que haja pouca distinção entre a essência da técnica e a essência da ocidentalidade (CRITELLI, 2002)⁷.

Apesar do peso histórico dos ideais modernos, Dulce Critelli (2002, p.85-86) afirma que — antes da influência de Descartes para mensuração da realidade (como representação racional do real) através do cálculo com fins de classificação, generalização, previsão e controle dos entes na Idade Moderna — a tendência técnica começou já na Antiguidade, com Platão e Aristóteles. Por isso, volta a uma questão primária da filosofia; o processo metodológico para interpretação de *ente e ser*:

Tudo o que tem manifestação, concreta e tangível, ou abstrata, incorpórea, virtual é ente. Não há discordâncias sobre isto no pensamento filosófico, mas, no que se refere ao ser, as posições divergem e, em verdade, é exatamente essa discussão que acaba por constituir a Filosofia. Segundo Heidegger, desde Platão e Aristóteles teve início uma época no Ocidente cuja tendência foi a de demarcar e firmar um acordo tácito sobre uma interpretação a respeito do ser: que o ser é a noção, o juízo, o conceito do ente. Desde então, ser é tomado e tratado como uma ideia dos entes, de sua identidade, portanto, sua definição. Mas definição que é construída através de um método (indução e dedução) e comprovada logicamente (as provas da identidade, da não-contradição e do terceiro excluído). Portanto, uma definição, ou juízo, produzida cientificamente. É também desde então que

⁶ LIMA, João Epifânio Regis. Considerações sobre a filosofia da tecnologia. 1ª Conferência Brasileira de Comunicação e Tecnologias Digitais da UMEESP. Nov. 2007.

⁷ CRITELLI, Dulce. Martin Heidegger e a essência da técnica. Margem. São Paulo, Noº 16, P. 83-89, Dez. 2002.

ciência quer significar um procedimento através do qual se assegura a veracidade de uma ideia ou conceito. (CRITELLI, 2002, p. 85-84)

Sendo assim, no período moderno, o que se exclama é a igualdade entre *ente* e *ser*. Explicando a questão, a autora traz a distinção entre *ente* e *ser* a partir de um exemplo:

Num exemplo do próprio Heidegger, quando tomamos nas mãos um pedaço de giz, o que seguramos é uma massa branca, quebradiça, etc. Seu ser (ser giz) se dá quando o usamos e não quando falamos dele e o queremos definir. E o mais interessante, exatamente quando o giz é propriamente giz, em uso, é nesse momento que ele vai deixando de ser. Nesse consumir-se do giz é que o giz é giz. Aí ele vai resvalando para o Nada, mas insistindo em seu ser. E quando esse pedaço de giz acabar, onde estará o ser giz? E quando esse giz não estiver à minha frente disponível como essa coisa com que escrevo, mas eu usá-lo como massa para fechar um buraco na parede? Ou quando usá-lo como um dardo que atiro em alguém para chamar sua atenção? O ente giz continua aí, mas seu ser, suas possibilidades de ser se transmutam, somem, alternam-se. Com essa condição do ser de esvaír-se, a técnica moderna não sabe nem pode lidar. Se pudesse, se para esse movimento de velamento-desvelamento do ser (alétheia) o Ocidente tivesse olhos, se se voltasse para ele com efetivo interesse, não teríamos experimentado, por exemplo, na esfera da política, nenhum regime totalitário, cuja possibilidade não passou, mas nos ameaça desde a sua primeira ocorrência. (Ibid. p.87-88).

Hanna Arendt (1958)⁸, em “A Condição Humana” entende esta nova mentalidade — a que rompeu com praticamente todos os padrões da antiguidade a partir da substituição das crenças metafísicas da Grécia Antiga pelas constatações empíricas de uma ciência que pretendia abarcar todos os campos do saber — como responsável por deixar a humanidade cada vez mais alheio ao mundo como seu habitat. A contribuição das descobertas de Galileu (principalmente a invenção do telescópio), possibilitaram que fossem transformadas em fato demonstrável as teorias que atestavam que a terra não era o centro de um universo finito (Nicolau de Cusa, Giordano Bruno, Copérnico e Kepler), e proporcionaram à humanidade a ampliação do sentido da visão, lançando o olhar humano para uma distância nunca antes alcançada, fora do nosso planeta (DEINA; KOMINCK, 2016)⁹.

Nos anos 1960, primeira fase da antropologia social da técnica de Jürgen Habermas, não é defendida uma ruptura total¹⁰ com a racionalidade técnica, pois acreditava-se no resgate à racionalidade como instância emancipatória através da proposição da racionalidade comunicativa

⁸ ARENDT, H. The Human Condition. Chicago, University of Chicago Press, 1958.

⁹ DEINA, Wanderley J.; KOMINEK, Andrea M. V. Sobre o sentido político da ciência e da tecnologia em Hannah Arendt. XI Jornadas Latino-Americanas de Estudos da Ciência e da Tecnologia. UFTPR. Curitiba - PR. Julho, 2016.

¹⁰ Ao contrário de Marcuse, que irá ser abordado posteriormente. “A ação não distorcida da razão instrumental está restrita ao sistema. E sua legitimidade ética, política, estética, é estabelecida por algo externo a si, o mundo da vida.” (ZATTI, 2016, p. 30).

(paradigma da comunicação), pois “o problema vem a ser de ordem cognitiva e política entre os humanos. A Escola de Frankfurt vislumbrava uma “estrutura de ação alternativa”, de compreensão e uso dos objetos técnicos pelos humanos, e não dos objetos técnicos em si mesmos. (GENARO, 2017, p. 295)¹¹.

Portanto, não há uma crítica à razão técnica como tal, mas a crítica à redução da práxis à técnica, da universalização da ação racional com fins para todas as esferas do mundo da vida e à validade excessiva do pensamento científico e tecnológico. A forma racional da ciência e da técnica materializadas em sistemas de ação racional teleológica colonizam o mundo da vida e reduzem e cerceiam a liberdade humana ao invadir espaços legítimos de interação e esferas de decisão. Consequentemente, acaba por constituir uma forma de vida, uma ‘totalidade histórica’ de um mundo vital (GENARO, 2017).

Sua tese se apoia na afirmação de que a Teoria Crítica poderia se transformar em uma reflexão e investigação sobre as estruturas de comunicação sistematicamente deformadas, corrigíveis em tese pela remoção de tais deformações – que sobrevêm devido à colonização excessiva da racionalidade tecnocientífica. O foco de Habermas é, pois, sobretudo em relação ao problema da linguagem na constituição do mundo da vida, mostrando-se crítico não apenas ao utilitarismo positivista, mas também aos limites das filosofias da consciência do marxismo e da fenomenologia. Habermas buscará afirmar, a partir da demarcação de seus lugares próprios na sociedade, a positividade da racionalidade da técnica e da ciência para a “auto-conservação humana”. E, para tal demarcação, ele não se voltará – como habitualmente – aos escritos do jovem Marx, mas aos do jovem Hegel. Por meio desse pensador, Habermas compreende o instrumento como uma das estruturas da dimensão da existência humana.

Em Hegel, o instrumento (a ambiência do trabalho), a família (a ambiência do reconhecimento recíproco) e a linguagem (a ambiência das reflexões e representações simbólicas) compõem as estruturas fundamentais da vida. Três figuras mediadoras do processo de formação do espírito. Dessas, a linguagem seria a forma mais ampla – e, tão logo, pública e política – do agir em sociedade, pois capaz de desenvolver interações (a comunicação) fundadas em intersubjetividades do acordo: uma eticidade. (GENARO, 2017, p.294-295).

Ao buscar a delimitação de um espaço legítimo para a técnica e para a ciência, são apontados tais temas centrais da teoria para compreensão da crítica à racionalidade habermasiana: (a) o positivismo; (b) a tecnocracia; (c) a colonização do mundo da vida; (d) suspeita à filosofia da consciência. (HABERMAS, 2009¹², p.55, apud ZATTI, 2016, p. 31)¹³.

¹¹ GENARO, Ednei. O debate sobre a Teoria Crítica da tecnologia. Revista Ciências Sociais Unisinos. 53(2): 292-299, maio/agosto 2017.

¹² HABERMAS, J. Técnica e ciência como ideologia. Lisboa. Edições. Lisboa, 2009.

¹³ ZATTI, Vicente. A questão da técnica e ciência em Jürgen Habermas. Revista Iberoamericana de Ciência, Tecnología y Sociedad. vol.11, n.31, pp.29-47. 2016.

No começo da década de 1960, Adorno e Habermas põem em questão o fato do positivismo (recusa à reflexão e possibilidade de outras formas de base empírica para a experiência e de critérios de validade diferentes das ciências exatas) e as ciências sociais da sociedade moderna assumirem uma atitude indiferente em relação ao mundo criado pelo homem, através da dedução de leis que possam ser pensadas em analogia com as leis de autonormatividade das ciências naturais. A elevação do método científico das ciências naturais (princípio da interpretação subjetiva dos fatos que não carece de comunicação linguística) como única instância da verdade suspende “a possibilidade de produção de um efeito por parte da personalidade dirigida por ideais, assim como a necessidade de se compreender historicamente na ação política e na intervenção política e social” (HABERMAS, 2011¹⁴, p.51, apud ZATTI, 2016, p. 32).

Sobre o sentido instrumental das ciências sociais empírico-analíticas — que é assegurado por hipóteses geridas para o controle e conduzidas por interesse cognitivo técnico — o autor caracteriza três enfoques analíticos; o fenomenológico, linguístico e hermenêutico:

A fenomenologia demonstra que todas as experiências são interpretadas, há um pano de fundo, um saber pré-científico que constitui a perspectiva do próprio pesquisador. (...) O enfoque fenomenológico salienta o caráter intersubjetivo das relações cotidianas. Tal configuração que se dá no mundo da vida é constitutiva das visões pré-científicas do pesquisador. Nesse ponto Habermas também encontra os limites da abordagem fenomenológica, já que os fenomenólogos partem sempre da experiência de mundo da vida individual, permanecendo nos limites da análise da consciência, não fazendo justiça ao papel central da linguagem na constituição do mundo da vida.

Somente a partir do enfoque linguístico a problemática tradicional da consciência foi substituída pela problemática da linguagem, de tal modo que a crítica transcendental à linguagem substitui a crítica à consciência. Com o enfoque linguístico, passamos a compreender que apenas temos acesso ao mundo social por intermédio da linguagem.

Para o enfoque hermenêutico, as compreensões fenomenológicas e linguísticas caem ambas no objetivismo, na medida em que, o fenomenólogo e o filósofo analítico da linguagem assumem uma atitude teórica, enquanto para a hermenêutica não existe a figura do observador, o que garante a objetividade é a participação refletida. Contudo, Habermas situa os limites de tal enfoque hermenêutico principalmente na incapacidade de ir além da mera interpretação dos fenômenos sociais. (Habermas, 2011, apud Zatti, 2016, p. 34).

¹⁴ HABERMAS, J. (2011): A Lógica das Ciências Sociais, Petrópolis, Vozes.

Buscando entender a sociedade tecnocrata e a expansão das noções de Max Weber e Herbert Marcuse¹⁵, Habermas entende que a racionalidade do método positivista de acesso à verdade — via regras lógico-formais e superestimação do fato como dado objetivo — opera através de mecanismos ideológicos que regem as consciências dos indivíduos na sociedade capitalista, atribuindo à racionalização um significado de “ampliação das esferas sociais submetidas ao critério de decisão racional, ao que corresponde a industrialização do trabalho social com a consequência de que os critérios da ação instrumental penetram também noutros âmbitos da vida.” (ZATTI, 2016, p.35). A emancipação destes mecanismos ideológicos seria o que o autor nomeia de ação comunicativa (emancipação, extensão da comunicação isenta), em contraste com a ação racional teleológica (extensão do poder técnico). Para tal, realiza uma distinção entre dois tipos de ação; o trabalho e a interação:

Por trabalho ou ação racional teleológica entendo ou a ação instrumental ou a escolha racional ou, então uma combinação das duas. A ação instrumental orienta-se por regras técnicas que se apoiam no saber empírico. Estas regras implicam em cada caso prognoses sobre eventos observáveis, físicos ou sociais; tais prognoses podem revelar-se verdadeiras ou falsas.

Por outro lado, entendo ação comunicativa uma interação simbolicamente mediada. Ela orienta-se segundo normas de vigência obrigatória que definem as expectativas recíprocas de comportamento e que têm de ser entendidas e reconhecidas, pelo menos, por dois agentes (...). Enquanto a validade das regras e estratégias técnicas depende da validade de enunciados empiricamente verdadeiros ou analiticamente corretos, a validade das normas sociais só se funda na intersubjetividade do acordo acerca de intenções e só é assegurada pelo reconhecimento geral das obrigações. (HABERMAS, 2009, p. 57-58, apud Zatti, 2016, p. 36).

Habermas entende que desde o início do século XIX, o fomento do Estado à ciência e à técnica como força produtiva atribuiu ao progresso técnico-científico um caráter quase autônomo que determina e controla a evolução social de forma repressiva e despolitizada. Dessa forma, a consciência tecnocrata (eliminação da diferença entre práxis comunicativa e técnica das relações vitais) é a nova ideologia da sociedade moderna, oriunda de um estado evolutivo das forças produtivas que torna permanente a expansão da ação racional teleológica dirigida a fins privados e reproduz o status de legitimidade da dominação tecnológica das relações de produção capitalistas. (ZATTI, 2016, p. 37).

¹⁵ “Weber introduziu o conceito de “racionalidade” para definir a forma da atividade econômica capitalista, do tráfego social regido pelo direito privado burguês e da dominação burocrática.” (...) “Herbert Marcuse afirma que nesses processos que Weber chamou de “racionalização”, não se implanta a racionalidade como tal, mas em nome da racionalidade se estabelece uma dominação política oculta. Para Marcuse, o próprio conceito de razão técnica é ideologia, não só sua aplicação, mas a própria técnica é dominação metódica, científica, calculada e calculante. Portanto, a própria técnica já é um projeto social em que os interesses dominantes estabelecem um projeto para os homens e as coisas. (ZATTI, 2016, p. 35).

Num movimento de abandono da ortodoxia histórico-filosófica da filosofia analítica e buscando desenvolver uma nova antropologia social da tecnologia (que visa embasar o exame à tecnocracia e à redução da razão à dimensão cognitivo-instrumental) o autor direciona sua crítica ao paradigma da filosofia da consciência (moldura para Descartes, Spinoza, Hegel, Kant, Leibniz) indicando uma fissura de um determinado processo social decorrente da subjetivação do todo e dos critérios da verdade do conhecimento dos objetos, ancorados na razão e no domínio do sujeito sobre objetos e as coisas. Amparado pela contrapartida do paradigma da intersubjetividade, Habermas advoga por uma razão operante na prática comunicativa cotidiana e expressa nos sistemas simbólicos, mediada pelos saberes tradicionalmente acumulados e estabelecida pelo agir social; a racionalidade comunicativa. Esta sim seria capaz de trazer a evolução social e a emancipação humana (HABERMAS, 2002¹⁶, p.437 apud ZATTI, 2016, p.12).

A dimensão geográfica da técnica

O período pós II G.M é caracterizado pelo domínio da informatização dos circuitos produtivos, da organização do trabalho, pela racionalidade, artificialidade, universalidade e extrema especialização. O fenômeno de universalização dos objetos técnicos (alheio à descentralização industrial) designou uma ampla importância aos capitais fixos e circulantes. Cada vez mais dotadas de flexibilidade produtiva, locacional e de mão-de-obra, as grandes empresas e corporações do setor financeiro comandam as redes técnicas (que são locais e globais) e a divisão internacional do trabalho através de uma divisão territorial do trabalho que cria uma hierarquia dos lugares e distribui a totalidade dos recursos, que se modifica a cada novo momento histórico (SANTOS, 2003¹⁷ apud VILAS BOAS, 2017¹⁸).

Milton Santos (2012)¹⁹ levanta uma questão: “Como trabalhar a questão da técnica de modo a que sirva como base para uma explicação geográfica?”. Tendo como perspectiva que — “a técnica, ela própria, é um meio”, e que “sozinha, a técnica não explica nada” — ele atenta para a necessidade de uma abordagem abrangente que conceba o espaço geográfico como um conjunto de sistemas de objetos técnicos (difundidos de maneira desigual) e ações dotadas de intencionalidade que determinam, redefinem objetos organizados no mundo e são utilizados segundo uma lógica (assegurada pelo espaço) que se confunde com a lógica da história. Segundo

¹⁶ HABERMAS, J. (2002b): *Pensamento pós-metafísico: estudos filosóficos*, Rio de Janeiro, Tempo Brasileiro.

¹⁷ SANTOS, Milton. *A Natureza do Espaço: Técnica, Razão e Emoção*. 3ª Edição. São Paulo: Edusp (Editora da USP), 2003.

¹⁸ VILAS BOAS, L. G. SANTOS, Milton. *A Natureza do Espaço: Técnica, Razão e Emoção*. 3ª Edição. São Paulo: Edusp (Editora da USP), 2003. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.8, n.21, p. 150-155, set/2017.

¹⁹ SANTOS, Milton. *A natureza do espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção*. 4º ed. 7ª reimpr. São Paulo: EDUSP, 2012.

o autor, a naturalização do objeto técnico cria o meio técnico-científico-informacional, que expande sua pretensa racionalidade hegemônica num mundo permeado pela ideologia da globalização do capital que estimula o grande fluxo de informação, inovação tecnológica e científica numa complexa perspectiva desigual de tempo (SANTOS, 2012). O autor faz valer a noção de Tecnoestrutura que seria o resultado das interrelações (e ações) essenciais do sistema de objetos técnicos com as estruturas sociais e as estruturas ecológicas. Assim como a noção de psicofera que remete à produção ideológica de símbolos que dão sentido para as ações. (Ibid.).

Os "objetos técnicos concretos" são distintos dos "objetos abstratos", típicos das primeiras fases da história humana. O "objeto abstrato" é formado pela justaposição de componentes que exercem, cada qual, uma só função abstrata, ao passo que, no objeto concreto, cada elemento se integra no todo e à medida que o objeto se torna mais concreto, cada qual de suas partes colabora mais intimamente com as outras, tendendo a se reunir em uma mesma forma. (SANTOS, 2012, p. 40)

O uso dos objetos através do tempo mostra histórias sucessivas desenvolvidas no lugar e fora dele. Cada objeto é utilizado segundo equações de força originadas em diferentes escalas, mas que se realizam num lugar, onde vão mudando ao longo do tempo. (SANTOS, 2012, p. 48).

Devido esta complexidade, a análise territorial multidimensional deve entender a multiplicidade e a ideologia das relações de poder conflituosas e heterogêneas (inclusive cotidianas), pois estas “orientam a constituição do eu, do indivíduo, integrando-o à dinâmica espacial através das mais distintas atividades da vida em sociedade.” (SAQUET, 2007, p. 32)²⁰. As distintas variantes das relações de poder são primordiais para a compreensão o uso do espaço e da capacidade de apropriação territorial de determinado grupo ou movimento social (Ibid.). Segundo Haesbaert (2006)²¹, tais relações sociais de poder possuem sua dimensão espacial concreta, assim como uma dimensão simbólica do conjunto de representações sobre o espaço, o “imaginário geográfico”.

Considerações Finais

As noções do histórico do conceito de técnica (e de sua distribuição desigual) são extremamente importantes para entendermos a natureza da crise do modelo de produção capitalista. As revoluções industriais e a velocidade das inovações tecnológicas têm cumprido o papel de introduzir novos métodos de apropriação dos recursos e de transformação da natureza. De-

²⁰ SAQUET, Marcos Aurélio. Abordagens e concepções de território. São Paulo: Expressão Popular, 2007.

²¹ HAESBAERT, R. Concepções de território para entender a desterritorialização. In: SANTOS, Milton; BECKER, B. et. al: Território, Territórios ensaios sobre o ordenamento territorial. Rio de Janeiro: DP&A, 2006, 2. ed.

vido a incapacidade de termos uma técnica neutra, as motivações econômico-políticas dos agentes geram impactos práticos no cotidiano de populações que se encontram no entorno das áreas de interesse do capital. Esses processos se amplificam com a capacidade de troca de informações e de fluência que os sistemas financeiros adquiriram no século XXI. Atualmente, a financeirização do espaço e seus empreendimentos são os maiores vetores das desigualdades socioespaciais e das degradações ambientais.

Neste entrelaçar de materialidades e ações, os sistemas técnicos atuam interruptamente, transformam e conformam os territórios de acordo com as ações e intencionalidade sobre os recursos disponibilizados. O significado das ações é um importante elemento para a análise das relações de poder no território. A progressiva difusão da racionalidade hegemônica adentra de forma autoritária nos territórios, buscando a circulação/reprodução do capital. O ordenamento global, mediado pelo progresso tecnológico e pelo sistema de mercado e financeiro unificado, atribui novos significados ao território e ganha centralidade na esfera política dos países (SANTOS, 2012).



ARTIGOS – ARTICLES

O estudo de Claudio Galeno como fonte de conhecimento da anatomia humana

Camille Bertha Stülp

Graduanda em Fonoaudiologia - UFSC
camille.stulp@gmail.com

Samira Schultz Mansur

Profa. Dra. Depto. Ciências Morfológicas UFSC
samira.mansur@ufsc.br

Como citar este artigo: Stülp, Camille Bertha; Mansur, Samira Schultz. “O estudo de Claudio Galeno como fonte de conhecimento da anatomia humana”. Khronos, Revista de História da Ciência, nº 7, pp. 153-169. 2019. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: A anatomia humana foi estudada formalmente pela primeira vez no Egito e logo se caracterizou por observações diretas e princípios da filosofia, já que a sua compreensão se dá à luz da evolução dos seres. Esta pesquisa objetivou compreender o estudo de Galeno como fonte de conhecimento da anatomia humana, além de descrever a sua biografia com ênfase em suas contribuições à anatomia humana e relacionar seus achados e exegese anatômica frente às descobertas de outros filósofos. Concluiu-se que a compreensão da anatomia exige o resgate social e cultural da Grécia, onde os primeiros filósofos viveram, e que a ideologia de Galeno teve como cerne a sua criatividade e a sua originalidade.

Palavras-chave: Galeno, anatomia humana, história, filósofos.

The Study of Claudio Galen as a Source of Knowledge of Human Anatomy

Abstract: Human anatomy was formally study for the first time at Egypt and was soon characterized by direct observations and principles of philosophy, since that its comprehension comes in the light of evolution being. This research aimed to understand the study of Galen as a source of human anatomy knowledge, besides to describe his biography with emphasis on his contributions to human anatomy and to relate his findings and anatomical exegesis in the face of discoveries of others philosophers. It was concluded that anatomy's understanding requires the social and cultural rescue of Greece, where the first philosophers lived, and that Galen's ideology was based on his creativity and originality.

Keywords: Galen, human anatomy, history, philosophers.

Introdução

Desde os primórdios da humanidade houve tentativas diversas de se entender o corpo humano e sua relação com a mente e a natureza. Entre as civilizações que assim comportaram-se estão a do Egito, Mesopotâmia, Índia, China, as quais estavam familiarizadas com órgãos do corpo humano, tais como cérebro, coração, fígado, pulmões, estômago, intestinos, rins¹. Todavia, foi a Grécia Antiga que proporcionou avanço ao conhecimento e deixou legados fundamentais ao pensar ocidental², ensejando possibilidades à evolução humana em todas as ciências. Em se tratando da biologia, o primeiro conhecimento adquirido foi o da anatomia, devido ao corte dos animais para a alimentação e dos mortos para embalsamento³.

A Antiguidade Clássica, que compreende marcos culturais gregos determinantes a nossa civilização, de alguma forma recebeu ensinamentos de povos mais antigos, os quais impulsionaram descobertas e o aperfeiçoamento de ideias anteriores. Nos poemas épicos atribuídos a Homero - *Ilíada* e *Odisseia* - surgem considerações no que tange a geografia, astronomia, medicina, pintura, arquitetura, arte militar, anatomia, que, no entanto, ainda não eram tratadas como ciências de fato⁴. Ademais, o pensamento grego, bem como a estrutura social e cultural da Grécia, puderam ser acessados por meio dessas obras, compostas na segunda metade do século VIII a.C. e com gêneros literários distintos⁵.

Em *Ilíada*, uma epopeia - diferente do romance de *Odisseia* - citam-se momentos ao longo das batalhas entre gregos e troianos, ora acompanhados por morte, ora por ferimentos em variados segmentos do corpo, que ofereceram noções de localização dos órgãos e, consequentemente, a formulação de estratégias para atingir fisicamente o inimigo de maneira eficaz. Obviamente que a anatomia entendida nessa época limitava-se a confrontos com o inimigo e às melhores formas para eliminar o adversário, o que incluía saber a localização de órgãos vitais, os quais, se atingidos, causariam a morte. Depreende-se que havia um entendimento anatômico, mesmo que restrito e com uma única finalidade, à qual não se acrescentava o detalhamento morfológico do corpo e a compreensão de seu funcionamento.

¹ ROSA, Carlos Augusto de Proença. *História da Ciência: Da Antiguidade ao Renascimento Científico*. 2. ed. vol. 1. Brasília: Fundação Alexandre de Gusmão, 2010.

² CASTRO, Fabiano S; LANDEIRA-FERNANDEZ, J. Alma, Corpo e a Antiga Civilização Grega: As Primeiras Observações do Funcionamento Cerebral e das Atividades Mentais. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, v.24, n.4, p.798-809, 2010.

³ ROSA, 2010, op. cit.

⁴ MALTA, André. Morte e Vida de Homero: Três visões do poeta grego publicadas no século XVIII. *Revista USP São Paulo*, n. 94, p.166-175. 2012.

⁵ PORTO, Marco A. T., MOREIRA, Marcos Fernandes da Silva, SIMÃO, Marne Cristine de Figueiredo. Anatomia e Fisiologia na Idade Trágica dos Gregos. *Revista de Humanidades*, v.1, n. 1, p. 1- 17, 2000; CASTRO; LANDEIRA-FERNANDES, 2010, op. cit.

A anatomia humana foi estudada formalmente pela primeira vez no Egito, em Alexandria - cidade fundada em 331 a.C. por Alexandre Magno, no oeste do delta do Nilo, e obra do arquiteto Denócares de Rodes⁶, logo se caracterizando por observações diretas e princípios da filosofia. As escolas de medicina de Alexandria impulsionaram o estudo da anatomia, por Herófilo, e fisiologia, por Erasístrato, os quais, entre os séculos III e IV a.C., realizaram expressivos avanços nestas áreas, especialmente pela prática da dissecação, a qual não era proibida no Egito⁷, mas foi abandonada em muitos locais até o século XVI⁸. Este fato também ocorreu devido a diversidade cultural nestas escolas, amalhando ideias e tradições macedônicas, egípcias, persas, judias, sírias, gregas, entre outras⁹, viabilizando o progresso da ciência anatômica.

Durante o governo do general Ptolomeu, que esteve no controle da cidade a partir de 323 a.C., a dissecação foi instituída em cursos gratuitos, bem como foram salvaguardados os textos sobre o tema, entre os quais os tratados hipocráticos¹⁰. Incêndios sistemáticos por causas incertas – invasões dos romanos, terremotos, negligências -, que atingiram a biblioteca da escola de Alexandria, destruíram diversos desses tratados¹¹. Vale citar que a escola de Alexandria foi construída sob fundamental contribuição de Demétrio de Falero (350-360 a.C. a 285 a.C.), grego formado pela escola peripatética e que foi o elo para criar um projeto de ramificação do Liceu em Alexandria¹².

Alexandria foi o centro comercial e cultural mais importante da antiguidade e onde estudaram diversos pensadores, entre eles anatomistas e filósofos, tais como Hipócrates, Herófilo, Erasístrato e o médico Claudio Galeno¹³. Segundo Galeno, os ptolomeus dedicavam-se a incrementar suas bibliotecas, por exemplo, era norma legal a doação de uma obra àquele que visitasse Alexandria¹⁴.

A partir deste contexto cultural, é na Grécia Antiga que a filosofia tem origem, cujo objeto propulsor de estudo foi o cosmos, por meio do qual se buscavam explicações naturais acerca do mundo¹⁵. Neste viés, em aproximadamente 585 a.C., o filósofo Tales de Mileto elencou a água como elemento primordial para o processo de observação ampla da natureza e posterior identificação racional de fenômenos, aos quais se incluía o homem e o entendimento do corpo

⁶ BAEZ, Fernando. História universal da destruição dos livros: das tábuas sumérias à guerra do Iraque. Tradução Léo Schlafman. Ediouro, 2004.

⁷ ROSA, 2010, op. cit.

⁸ PEARCE, JMS. The neurology of erasistratus. *Journal of Neurological Disorders*, v.1, n.1, p. 1 – 3, 2013.

⁹ MARTÍNEZ, F.; DECUADRO-SÁENZ, G. Cláudio Galeno y los ventrículos cerebrales. Parte I, los antecedentes. *Neurocirurgia*, v. 19, p.58 – 65, 2008.

¹⁰ BAEZ, 2004, op. cit.

¹¹ BAEZ, 2004, op. cit.; MARTÍNEZ, DECUADRO-SÁENZ, 2008, op. cit.; ROSA, 2010, op. cit.

¹² BAEZ, 2004, op. cit.

¹³ MARTÍNEZ, DECUADRO-SÁENZ, 2008, op. cit.

¹⁴ BAEZ, 2004, op. cit.

¹⁵ PORTO, MOREIRA, SIMÃO, 2000, op. cit.; CASTRO, LANDEIRA-FERNANDEZ, 2011, op. cit.

e da mente¹⁶. Isto, porém, sem olvidar do conhecimento advindo dos filósofos pré-socráticos, cujas considerações sobre enfermidades, saúde e funcionamento do organismo humano foram usadas por médicos do século V a.C.¹⁷.

Galeno foi relevante intérprete de Hipócrates (460-377 a.C) e conciliou as ideias hipocráticas sobre o funcionamento do organismo saudável junto à filosofia de outros pensadores, tais como Platão (428-348 a.C) e Aristóteles (384-322 a.C)¹⁸. Seu conhecimento trouxe notável clareza sobre a morfologia e o funcionamento do organismo, assim como seus tratados foram essenciais para a história e a evolução da área da saúde¹⁹, concomitante ao estabelecimento da anatomia como vanguarda da ciência médica, fato que, com a familiaridade decorrente das dissecações, impeliu os investigadores a repensarem o corpo e seus distúrbios a partir da própria natureza da doença²⁰. Nesse sentido, esta pesquisa objetivou compreender o estudo de Cláudio Galeno como fonte de conhecimento da anatomia humana, bem como descrever sobre a sua biografia com ênfase em suas contribuições a esta ciência e relacionar seus achados e sua exegese anatômica frente às descobertas de outros filósofos.

Biografia de Galeno e suas Contribuições à Anatomia Humana

Cláudio Galeno nasceu em 129 em Pérgamo, na Ásia Menor - atualmente Bergama, na Turquia. Seu pai, Nikon, um famoso arquiteto, após ser visitado em sonho pelo deus da medicina, Esculápio, orientou o filho para a área médica²¹. Sua morte ocorreu possivelmente na mesma cidade, entre 210²²e 216²³.

Galeno iniciou seus estudos cedo, em Pérgamo, os quais incluíram a matemática, a geometria e a filosofia e, aproximadamente com 16 anos, iniciou seus estudos de medicina, tendo escrito seu primeiro tratado em 151 ou 152 (com 21 ou 22 anos), o qual foi constituído por três livros sobre o movimento dos pulmões e do tórax²⁴. Logo em seguida, de 152 a 157, foi estudar em outros centros culturais importantes como Esmirna, Corinto e Alexandria, expandindo seu

¹⁶ CASTRO, LANDEIRA-FERNANDEZ, 2011, op. cit.

¹⁷ Idem

¹⁸ PORTER, Roy. Das tripas coração: uma breve história da medicina. Rio de Janeiro: Record, 2004.

¹⁹ ROSA, 2010, op. cit.; ALDERSEY-WILLIAMS, Hugh. Anatomias: Uma história cultural do corpo humano. Tradução de Waldéa Barcellos. 1 ed. Rio de Janeiro: Record, 2016.

²⁰ PORTER, 2004, op. cit.

²¹ PORTER, 2004, op. cit.; REBOLLO, Regina Andrés. O legado hipocrático e sua fortuna no período greco-romano: de Cós a Galeno. SCIENTIA Studia, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 45 – 82, 2006; TALAMONI, Ana Carolina Biscalquini. Breve histórico da Anatomia: Anatomia, ensino e entretenimento. In: TALAMONI, Ana Carolina Biscalquini. Os nervos e os ossos do ofício: uma análise etnológica da aula de Anatomia [online]. São Paulo: Editora UNESP, p.23-37, 2014.

²² REBOLLO, 2006, op. cit.

²³ PORTER, 2004, op. cit.

²⁴ REBOLLO, 2006, op. cit.

conhecimento e escrevendo tratados de fisiologia e anatomia²⁵. A anatomia foi aprimorada na escola de Alexandria, onde Galeno teve como professor Rúfus de Éfeso (110 a 180) e seu aprendizado foi guiado pelos ensinamentos de Herófilo (335 a 280 a.C.), além de ter sido o local onde obteve a sua base cultural para que colocasse suas teorias anatômicas em prática, diagnosticando e classificando doenças a partir de sinais e sintomas²⁶.

Foi médico de gladiadores em Pérgamo (158-161) e, quando chegou em Roma, seus talentos anatômicos logo disseminaram seus valores, fazendo-o atuar também como médico do imperador Marco Aurélio (161-163) e de seu filho Comodo (169-175)²⁷. Em 176 atingiu o auge de sua fama permanecendo na medicina da corte imperial até 192, quando um incêndio em Roma destruiu significativa parte de seus manuscritos, fazendo-o, em função de sua personalidade, dedicar-se a rescrever alguns, o que resultou na criação de seus mais importantes tratados²⁸.

É importante relatar, conforme cita Baez (2004), a respeito da biblioteca de Pérgamo, a qual foi tão magnífica quanto a biblioteca de Alexandria, assim adjetivada por Vitruvius. Fundada pelo rei Eumênio no século II a.C., a fim de rivalizar com os monarcas de Alexandria, reuniu cerca de 200 a 300 mil pergaminhos, material mais duradouro, usado devido a dificuldade de se obter papiro, já que Ptolomeu recusou-se a exportar o mesmo aos bibliotecários de Pérgamo na tentativa de obstaculizar seus trabalhos. Este fato levou a invenção dos livros de couro de carneiro em Pérgamo, que poderiam ter immortalizado vários ensinamentos, salvo se as bibliotecas não fossem destruídas. Galeno encontrou algumas falsificações nesta biblioteca, provavelmente pela pressa que se teve em organizar e montar o acervo, o que acarretou incongruências filológicas provenientes da extração de escritos que os bibliotecários avaliavam inconvenientes ou da omissão de alguns livros.

A personalidade de Galeno, refletida em seu comportamento, caracterizava-se por elevados princípios morais, autoconfiança, espírito combatente e indignado, mente enérgica e inquisitiva, aliados a vasto aprendizado, lógica impecável e retórica persuasiva²⁹. Estes atributos, junto ao seu profundo conhecimento prático - inclusive com experimentações em si mesmo - como se queimar em vários lugares da sua pele para identificar o melhor remédio para queimaduras - e à expansão de suas obras, garantiram sua autoridade por cerca de 15 séculos³⁰. Igualmente, era visto como egoísta e sua escrita autobiográfica e arrogante, pois fazia duras críticas e

²⁵ REBOLLO, 2006, op. cit.; STANDRING, Susan. A brief history of topographical anatomy. *Journal Of Anatomy*, v. 229, n. 1, p.32-62, 2016.

²⁶ MARTÍNEZ, DECUADRO-SAÉZ, 2008, op. cit.; MATTERN, Susan. The art of medicine Galen and his patients. *The lancet*, v. 378, p. 478 – 479, 2011.

²⁷ PORTER, 2004, op. cit.; REBOLLO, 2006, op. cit.; MATTERN, 2011, op. cit.

²⁸ REBOLLO, 2006, op. cit.

²⁹ PASIPOULARIDES, Ares. Galen, the father of systematic medicine. An essay on the evolution of modern medicine and cardiology. *International Journal of Cardiology*, v. 172, n. 1, p. 47 – 58, 2014.

³⁰ ROSA, 2010 op. cit; PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

ridicularizava opiniões e métodos contrários ao dele³¹. Engajado em manifestações públicas e debates, interessava-se por todos os ramos do conhecimento com habilidade e entusiasmo e, ao sustentar suas conclusões usando sua capacidade lógica e retórica, despertava animosidade entre alguns colegas³².

Para Galeno, o médico deveria dominar a lógica (arte de pensar), a física (ciência da natureza), a ética (norma de conduta), a filosofia - situada no âmago das ciências -, e a confiança do paciente, fato imprescindível para a cura, e não ser um simples prático de doenças baseado no empirismo³³. Ele criticou os médicos que dispensavam quaisquer métodos antes de remediar seus pacientes e ratificava o ensinamento hipocrático de que se deve ajudar o paciente e nunca lhe causar danos³⁴. Entre as doenças descritas por Galeno estão a malária, a peste e a tuberculose³⁵.

Ele não se preocupou somente com estados anormais de funcionamento do corpo, mas em desenvolver teorias sobre o organismo saudável, os quais são adjacentes à filosofia e fundamentadas nos pensamentos de Aristóteles e de Platão, em harmonia com Hipócrates, quem ele considerava de alta sapiência médica³⁶. Para Galeno, muitas das complicações do organismo eram unicamente por motivos emocionais, reconhecendo a importância das emoções para se manter a saúde³⁷. Por exemplo, as principais causas das doenças residiam na ansiedade e no sentimento de raiva – podendo exacerbar a epilepsia ou resultar em insônia, febre, melancolia – juntamente com o desequilíbrio na dieta, no temperamento, no estilo de vida e em fatores ambientais³⁸.

Em seus manuscritos conhecidos como corpo galênico - clássico mundial traduzido em vários vernáculos -, Galeno sistematizou o conhecimento anatômico atestando a relevância que atribuiu à anatomia em seu contexto médico e filosófico³⁹. Foi o autor com mais obras na Antiguidade, sendo que apenas cerca de 130 manuscritos foram preservados, entre aproximadamente 600 obras, com temas intitulados "Introdução a Medicina; Comentários sobre Hipócrates; Ana-

³¹ BESSER, Michael. Galen and the Origins of Experimental Neurosurgery. *Austin Journal of Surgery*, v.1, n. 2, p. 1 – 5, 2014.

³² PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

³³ PORTER, 2004, op. cit.

³⁴ TOTELIN, Laurence M.V. And to end on a poetic note: Galen's authorial strategies in the pharmacological books. *Studies In History And Philosophy Of Science Part A*, v. 43, n. 2, p.307-315, 2012.

³⁵ MATTERN, 2011, op. cit.

³⁶ PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

³⁷ MATTERN, 2011, op. cit.

³⁸ Idem

³⁹ BESSER, 2014, op cit.; PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

tomia e Fisiologia; Diagnóstico, Etiologia e Higiene; Dieta, Farmacologia e Terapêutica; Composição de Medicamentos de acordo com os Tipos; Composição de Medicamentos de acordo com os Locais⁴⁰.

A completude do corpo galênico embasou estudos e descobertas posteriores⁴¹, permitindo que a morfologia grega do corpo humano atingisse o mais alto nível sistemático⁴². Thomas Linacre, fundador do humanismo na Inglaterra entre os séculos XV e XVI, citou que, depois de Hipócrates, Galeno foi o maior benfeitor da saúde humana⁴³.

O estudo da anatomia, para Galeno, possuía objetivos relacionados à prática de quaisquer tipos de cirurgias, ao exame físico do paciente, ao diagnóstico - partindo de sinais e sintomas - bem como à patologia e fisiologia⁴⁴. Ressalta-se que, a seu ver, a compreensão do processo fisiológico é corolário dos estudos anatômicos, uma vez que a forma, a situação e outros detalhes estruturais característicos de órgãos, como textura, densidade, composição, não podem ser separados de suas funções⁴⁵.

Seus trabalhos em anatomia foram baseados em dissecações e vivisseções de animais e seus órgãos, tais como bovinos, macacos, ovelhas, porcos, cabras, coração de elefante, já que em humanos estavam proibidas na sua época⁴⁶ e, igualmente, pelo conhecimento obtido a partir das investigações realizadas por Herófilo e Erasítrato, com a dissecação de corpos humanos⁴⁷. O propósito destas práticas anatômicas era mapear o corpo humano na intenção de descobrir o seu interior e não apenas as partes visíveis para, depois, explicar a função dos órgãos e sistemas⁴⁸.

Em virtude do fato de os estudos práticos de Galeno terem sido fundamentados em animais, ele supôs que os mesmos eram anatomicamente idênticos aos humanos, conduzindo-o a alguns erros. Estes incluíam a ideia de que o fígado tinha cinco lobos, o coração três ventrículos⁴⁹, a formação do sangue ocorrida no fígado, o suco pancreático assemelhava-se à saliva⁵⁰ e de que havia poros dentro das paredes cardíacas que permitiam a circulação do sangue entre ambos os lados do coração⁵¹.

⁴⁰ ROSA, 2010, op. cit.; TOTELIN, 2012, op. cit.; PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁴¹ REBOLLO, 2006, op. cit.; ROSA, 2010, op. cit. PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁴² SOUZA, Sandro Cilindro de. Períodos da Anatomia. Revista de Ciências Médicas e Biológicas, Salvador, v. 10, n.1, p.03-06, 2011.

⁴³ PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁴⁴ PORTER, 2004, op. cit.; PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁴⁵ PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁴⁶ PORTER, 2004, op. cit.; ROSA, 2010, op. cit.; STANDRING, 2016, op. cit.

⁴⁷ STANDRING, 2016, op. cit.

⁴⁸ PORTER, 2004, op. cit.; PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁴⁹ PORTER, 2004, op. cit.

⁵⁰ NAVARRO, Salvador. Breve história de la anatomía y fisiología de una recóndita y enigmática glándula llamada páncreas. Gastroenterol Hepatol., v. 37, n. 9, p. 527-534, 2014.

⁵¹ STANDRING, 2016, op. cit.

Entretanto, ele tinha consciência de algumas diferenças anatômicas entre humanos e animais, como as existentes em determinados músculos⁵². Provavelmente, os músculos, além dos ossos e nervos, foram bastante compreendidos por ele devido a sua condição de médico da escola de gladiadores de Pérgamo⁵³. Os seus erros foram percebidos posteriormente, porém, assim como as suas numerosas contribuições, tiveram elevada importância à evolução do entendimento do corpo humano⁵⁴.

Nesse seguimento, Galeno organizou a distribuição topográfica dos ossos e desenvolveu a anatomia do esqueleto⁵⁵. Identificou a existência de músculos agonistas e antagonistas, descrevendo também a anatomia de músculos tais como o platisma, o orbicular da boca, o orbicular da pálpebra, o poplíteo, os músculos interósseos e lumbricais da mão e do pé, os músculos extrínsecos e intrínsecos da laringe e da língua, bem como de anexos musculares⁵⁶.

As demonstrações públicas de dissecações e de vivisseções de Galeno expõem seu amplo saber anatômico e espetacular habilidade fina proporcionou-lhe respeito e reconhecimento - mas também inimigos⁵⁷. A investigação aprofundada do corpo humano por meio destas práticas atribuiu singularidade à medicina ocidental, uma vez que nesta minuciosidade desvendavam-se os segredos da saúde e da doença, todavia, acabavam por estimular, de certa forma, a visão de partes do corpo em detrimento do todo⁵⁸.

Há de se apontar que Galeno disseminou da Grécia as ideias de Hipócrates e, por isso, teve participação significativa na perpetuação da medicina e do pensamento hipocrático⁵⁹. Ocorre que, entre ambos, houve Platão, Aristóteles, Herófilo, Erasístrato, médicos alexandrinos e romanos, por conseguinte, pode-se considerar o sistema galênico uma síntese criativa e original dos elementos herdados⁶⁰, absorvendo e aproximando do que mais Galeno acreditava⁶¹. Para ele era necessário conciliar os pensamentos antigos com as novas descobertas anatômicas e concepções filosóficas, por isso sua exegese era composta por duas principais partes: o texto de Hipócrates, seguido por seus próprios esclarecimentos e comentários⁶².

⁵² TALAMONI, Ana Carolina Biscalquini. Breve histórico da Anatomia: Anatomia, ensino e entretenimento. In: TALAMONI, Ana Carolina. Os nervos e os ossos do ofício: uma análise etnológica da aula de Anatomia [online]. São Paulo: Editora UNESP, p.23-37, 2014;

⁵³ ROSA, 2010, op. cit.; STANDRING, 2016, op. cit.

⁵⁴ PORTER, 2004, op. cit.; MATTERN, 2011, op. cit.; PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁵⁵ PORTER, 2004, op. cit.; BESSER, 2014, op. cit.

⁵⁶ BESSER, 2014, op. cit.; PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁵⁷ PORTER, 2004, op. cit.

⁵⁸ Idem

⁵⁹ ALDERSEY-WILLIAMS, 2016, op. cit.

⁶⁰ PORTER, 2004, op. cit.

⁶¹ REBOLLO, 2006, op. cit.

⁶² REBOLLO, 2006, op. cit.; PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

O corpo, para Galeno, era constituído por partes significativas como o cérebro, o coração e o fígado, as quais controlavam as cavidades da cabeça, do tórax e do abdome⁶³. Desta forma, os sistemas nervoso (cérebro), arterial (coração) e venoso (fígado) estavam separados e cada um distribuía pelo corpo uma das três pneumas, respectivamente, os espíritos psíquico, vital e natural⁶⁴. O sistema circulatório de Galeno contemplava a interferência de três órgãos (cérebro, coração e fígado) que injetavam no corpo os sopros animal ou psíquico, vital e natural, os quais fluíam por meio de canais dos sistemas nervoso, arterial e venoso, respectivamente.

Dessa forma, o sangue era produzido no fígado pelos alimentos ingeridos (e transformados no estômago) e se distribuía pelo corpo através do sistema venoso; por meio das artérias, o sangue alcançava o cérebro que, por sua vez, transformava-o em sopro psíquico (ou animal) a ser distribuído pelos nervos⁶⁵. A circulação sanguínea funcionava de modo que as veias originavam-se do fígado e as artérias do coração; o sangue do fígado alcançava o ventrículo direito cardíaco, de onde se destinava aos pulmões (pela artéria pulmonar) ou cruzava o coração (por meio poros nos septos) até o ventrículo esquerdo, local em que se misturava com o ar, aquecia-se e seguia à periferia⁶⁶. Galeno descreveu minuciosamente a conexão venosa com o coração e a autonomia do batimento cardíaco e demonstrou que as artérias contêm sangue, não ar⁶⁷, conhecimento acreditado por Alcmaeon (540 a.C.), de Crotona (sudeste da Itália), o qual dizia que as artérias continham pneuma⁶⁸.

Os órgãos supracitados (cérebro, coração e fígado) eram unidos pelos humores - sangue, fleuma, bile negra e bile amarela - e um fluido mais rarefeito - o espírito - o qual explicava a existência da alma e demonstrava uma visão holística do corpo⁶⁹. O corpo, entre saúde e doença, bem como a forma e a constituição corporal e o comportamento humano, estariam submetidos às quantidades destes humores, os quais teriam propósitos específicos. Segundo Porter⁷⁰: o sangue seria fonte de vitalidade - deixava o corpo quente e úmido e pessoas dotadas de sangue teriam a pele rosada, temperamento otimista, seriam animadas, alegres, robustas e impulsivas; a bile amarela era o suco gástrico - deixava o corpo seco e quente e pessoas com mais bile amarela tendiam a ser magras, críminosas e irritadiças; a fleuma incluía todas as secreções incolores do corpo - deixava o corpo úmido e frio e aqueles com mais fleuma no corpo se caracterizavam por serem gordos, pálidos, preguiçosos, inertes e de temperamento frio; e a bile negra era responsável por escurecer outros fluidos - produzia a sensação de frio e secura e pessoas com

⁶³ ALDERSEY-WILLIAMS, 2016, op. cit.

⁶⁴ ROSA, 2010, op. cit. PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁶⁵ ROSA, 2010, op. cit.

⁶⁶ PORTER, 2004, op. cit.; STANDRING, 2016, op. cit.

⁶⁷ ROSA, 2010, op. cit.; BESSER, 2014, op. cit.

⁶⁸ PANEGYRES, Konstantine P., PANEGYRES, Peter K. The Ancient Greek discovery of the nervous system: Alcmaeon, Praxagoras and Herophilus. *Journal of Clinical Neuroscience*, v.29, p. 21-24, 2016.

⁶⁹ ALDERSEY-WILLIAMS, 2016, op. cit.

⁷⁰ PORTER, 2004, op. cit.

bile negra teriam aparência amorenada, seriam sarcásticas, desconfiadas e propensas a ver o lado negro das coisas.

Galeno, em seus estudos experimentais e teóricos, dedicou-se imensamente a desvendar o cérebro, o qual defendia ser o centro da inteligência e do controle do corpo. Era, pois, encefalocentrista, assim como Alcmaeon, Praxágoras, Hipócrates, Herófilo, Erasístrato, Platão, entre outros⁷¹. O filósofo Alcmaeon foi quem primeiramente aproximou a medicina do encefalocentrismo, teoria baseada em Pitágoras, na qual o cérebro é a sede da mente, do espírito e da lógica⁷², bem como da consciência, das sensações e do conhecimento⁷³. Diante disto, Galeno diferenciava-se de Aristóteles e dos Estoicos, uma vez que estes acreditavam no cardiocentrismo, teoria na qual o coração era o órgão sede das retro citadas funções⁷⁴.

Galeno aperfeiçoou o conceito de sistema nervoso central, introduzido por Herófilo, e descobriu as meninges e o líquido cefalorraquidiano circulando nos ventrículos encefálicos⁷⁵. Descreveu o sistema nervoso autônomo⁷⁶. Propôs que a medula espinal é uma extensão do cérebro, descrevendo a sua anatomia e esclarecendo as consequências da lesão medular⁷⁷. Ademais, descobriu que os nervos torácicos e frênicos inervam músculos responsáveis pela respiração⁷⁸, a qual pode ser submetida a controle voluntário e involuntário⁷⁹ e está intimamente ligada a fonação⁸⁰. Em uma de suas demonstrações públicas de vivissecção de animais mostrou, em um porco, o suprimento nervoso para a laringe e a perda da voz quando pequenos nervos (os laríngeos recorrentes) são amarrados⁸¹.

Entendia, igualmente a Herófilo, que nervos são caminhos para a comunicação de movimentos e sensações entre o sistema nervoso central e a periferia (músculos e vísceras), sendo o cérebro a principal fonte de sensibilidade e motilidade para todas as partes do corpo⁸². Seus métodos experimentais nos trabalhos de vivissecção em cérebros de animais e suas observações

⁷¹ CRIVELLATO, Enrico; RIBATTI, Domenico. A Portrait of Aristotle as an Anatomist: historical Article. *Clinical Anatomy*, [s. l.], v. 20, p. 477 – 485, 2007; PANE-GYRES, PANEGYRES, 2016, op. cit.

⁷² PANEGYRES, PANEGYRES, 2016, op. cit.; ZEMELKA, Adam M. Alcmaeon of Croton - Father of Neuroscience? Brain, Mind and Senses in the Alcmaeon's Study. *Journal of Neurology and Neuroscience*, v. 08, n. 03, p.1-5, 2017.

⁷³ CRIVELLATO, RIBATTI, 2006, op. cit.

⁷⁴ ZEMELKA, 2017, op. cit.

⁷⁵ PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁷⁶ MARTINEZ, DECUANDRO-SÁENZ, 2008, op. cit.

⁷⁷ BARBARA, Jean-gaël; CLARAC, François. Historical concepts on the relations between nerves and muscles. *Brain Research*, [s.l.], v. 1409, p.3-22, 2011; PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.; TALAMONI, 2014, op. cit.

⁷⁸ BESSER, 2014, op. cit.

⁷⁹ BARBARA, CLARAC, 2011, op. cit.

⁸⁰ BESSER, 2014, op. cit.; STANDRING, 2016, op. cit.

⁸¹ Idem

⁸² BARBARA, CLARAC, 2011, op. cit. PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

de pacientes com lesão cerebral formaram a base para os conceitos das situações dos lobos do cérebro, renunciando a estimulação cerebral usada até hoje⁸³.

Outras descobertas de Galeno incluíram o fato de os rins (não a bexiga, como se acreditava) produzirem urina⁸⁴ e a descrição do fluxo urinário pelos ureteres até a bexiga⁸⁵. Ademais, descreveu os ductos das glândulas submandibulares e linguais⁸⁶ e identificou o pâncreas como uma glândula, cuja função era proteger os vasos sanguíneos que passam por trás dela⁸⁷.

O ensino e os modelos propostos por Galeno acerca da anatomia e do funcionamento do organismo humano foram aceitos até o Renascimento, período no qual surgiram questionamentos a seus achados especialmente por parte de Vesálio e de Harvey⁸⁸. Ocorre que muitos dos ensinamentos galênicos mantiveram-se mesmo após serem refutados, principalmente no que tange à perspectiva teleológica da função muscular baseada na forma e localização dos músculos⁸⁹.

Andreas Vesalius (1514 a 1564), autor do atlas de anatomia *De Humani Corporis Fabrica*, com descrições e ilustrações do esqueleto, músculos, sistema nervoso, vísceras e vasos sanguíneos, contrapôs vários ensinamentos de Galeno e censurou-o por fundamentar seus estudos no conhecimento de corpos de animais e não de seres humanos, entretanto, a anatomia pós-vesaliana ainda raciocinou predominantemente conforme Galeno⁹⁰. Já William Harvey (1578 a 1657) apontou falhas de Galeno quanto ao funcionamento cardíaco, o que possibilitou a evolução no conhecimento da fisiologia do coração⁹¹. Um dos notáveis esclarecimentos de Harvey, embora tenha sido inicialmente rejeitado, foi quanto a separação definitiva dos sistemas nervoso e cardiovascular⁹². Vale citar que Herófilo já havia apontado a respeito desta individualização de sistemas⁹³.

Exegese Anatômica de Galeno frente a Descobertas de outros Filósofos

⁸³ BESSER, 2014, op cit.

⁸⁴ PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.; STANDRING, 2016, op. cit.

⁸⁵ ROSA, 2010, op. cit.; BESSER, 2014, op cit., PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁸⁶ BESSER, 2014, op cit.

⁸⁷ NAVARRO, 2014, op. cit.

⁸⁸ PORTER, 2004, op. cit.; ROSA, 2010, op. cit.

⁸⁹ BARBARA, CLARAC, 2011, op. cit.

⁹⁰ PORTER, 2004, op. cit.

⁹¹ PORTER, 2004, op. cit.; PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁹² BARBARA, CLARAC, 2011, op. cit.

⁹³ PANEGYRES, PANEGYRES, 2016, op. cit.

Galeno foi o primeiro compilador do conhecimento adquirido anteriormente a ele e dedicou-se especialmente a conciliar a filosofia natural de Hipócrates⁹⁴, seguindo, em sua prática clínica, os princípios hipocráticos ao permitir a cura primeiramente pela ação da natureza, intervindo somente quando ela não se mostrasse eficaz⁹⁵. Entretanto, mesclava esta compreensão às filosofias de Platão e de Aristóteles, o que se tornou público com o hipocratismo galênico⁹⁶. Este durou até o século XV, quando médicos e filósofos, influenciados por humanistas, começaram a exigir obras livres de comentários e interpretações pessoais⁹⁷.

Similarmente, nas obras conhecidas como *corpus hippocraticum* ou corpo hipocrático, estavam presentes os pensamentos do homem grego anteriores a Hipócrates, os denominados pré-socráticos (Sócrates, 470 a 379 a.C.), entre os quais Alcmaeon de Crotona. O corpo hipocrático, embora se refira a Hipócrates, é um conjunto de obras de vários autores reunidas e publicadas pelos copistas de Alexandria, totalizando 153 escritos, dispostos em 72 livros e 59 tratados que agrupam as bases do pensamento médico e filosófico de 420 a 350 a.C., os quais eram usados como um manual na orientação teórica da aprendizagem médica, esta que era voltada à oralidade⁹⁸. Assim, a medicina grega se estabeleceu por volta do século V a.C. em virtude da nova perspectiva da escola liderada por Hipócrates⁹⁹.

Importante relatar que os ensinamentos médicos eram tradicionalmente transmitidos de pai para filho ou discípulo até os períodos helenístico e romano e, a partir de então, uma nova tradição surgiu nas cidades de Alexandria, cujos representantes eram Herófilo e Erasístrato, e de Pérgamo, com Galeno¹⁰⁰. Todavia, o conhecimento de Hipócrates continuou a influenciar o pensamento médico ocidental e suas obras foram primeiramente sistematizadas e glosadas por Herófilo, mas principalmente por Galeno¹⁰¹, o qual criticou alguns intérpretes de Hipócrates por terem tido excessiva liberdade com o texto, eliminando lições antigas em substituição a suas próprias ideias¹⁰². Vale citar que após a partida de Hipócrates da escola de Cós para Tessália (norte da Grécia), em cerca de 419 e 416 a.C., seu genro Políbio ficou à frente da mesma, zelando por manter a transmissão de conhecimento de forma tradicional¹⁰³.

Hipócrates de Cós (459-377 a.C.), considerado o "pai da medicina", era oriundo de família médica e formou-se na escola de Cós, na qual o ensino entendia a doença como a desarmonia entre o corpo e a natureza e onde o aprendizado era técnico, baseado na arte manual,

⁹⁴ REBOLLO, 2006, op. cit.

⁹⁵ PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

⁹⁶ REBOLLO, 2006, op. cit.

⁹⁷ Idem

⁹⁸ PORTO, MOREIRA, SIMÃO, 2000, op. cit.; REBOLLO, 2006, op. cit.; ROSA, 2010, op. cit.

⁹⁹ CASTRO, LANDEIRA-FERNANDEZ, 2010, op. cit.

¹⁰⁰ PORTO, MOREIRA, SIMÃO, 2000, op. cit.; REBOLLO, 2006, op. cit.

¹⁰¹ Idem

¹⁰² REBOLLO, 2006, op. cit.

¹⁰³ PORTO, MOREIRA, SIMÃO, 2000, op. cit.; REBOLLO, 2006, op. cit.

com formação teórica, prática e itinerante - conforme a escola peripatética -, com noções de filosofia natural e retórica, semiologia, farmacologia, cirurgia e rudimentos de anatomia¹⁰⁴, já que a dissecação, que permitia o aperfeiçoamento anatômico, não fez parte da medicina hipocrática. A desmitificação da doença, a procura de suas causas naturais, o registro cuidadoso, consciente e objetivo da evolução dos sintomas da enfermidade e do respectivo tratamento, foram as principais e decisivas contribuições de Hipócrates e de seus discípulos da escola de Cós à medicina¹⁰⁵.

Os trabalhos de Hipócrates marcaram a busca pelas causas das doenças com fundamentações naturais, lógicas e racionais, a partir de teorias advindas da natureza e esquecendo o pensamento de que havia uma origem divina das moléstias¹⁰⁶. Suas obras foram usadas como manuais de ensino em uma época em que a moralidade passou a ser substituída por escritos¹⁰⁷.

Segundo os conceitos hipocráticos, à atuação médica importava o conhecimento da natureza do corpo e de suas alterações nas doenças, a fim de reconhecê-las, identificá-las e tratá-las, bem como a formação moral e intelectual do médico, a sua conduta no atendimento clínico e seu domínio no uso de instrumentos e técnicas de intervenção¹⁰⁸. Assim, os três princípios gerais que guiavam o médico hipocrático – o qual atuava a partir de sua experiência sensorial para raciocinar e intervir manualmente, dedicando-se a sua arte sem almejar fama ou fortuna, tampouco curas milagrosas -, eram: ser útil ao doente (apresentavam-se como amigos fieis, consolando os pacientes angustiados), abster-se dos casos incuráveis (comprometiam-se a não prejudicar os pacientes reconhecendo as limitações frente àquilo que é necessário na natureza) e atacar terapêuticamente as causas da doença¹⁰⁹.

Em todas as civilizações antigas, o marco da investigação funcional do organismo era a análise de elementos do mundo exterior, como o ar e a comida, e de líquidos corporais, como o sangue, estabelecendo relação entre eles¹¹⁰. Neste sentido, para a filosofia hipocrática o corpo era constituído por quatro humores, sangue, fleuma, bile amarela e bile negra, e a saúde estaria associada ao equilíbrio entre eles, contrariamente ao desequilíbrio manifestado por alguma doença¹¹¹. Este entendimento foi similar ao disseminado e aperfeiçoado por Galeno, o qual adicionou à teoria dos humores de Hipócrates, a análise do temperamento e comportamento humanos.

¹⁰⁴ Idem

¹⁰⁵ PORTER, 2004, op. cit.

¹⁰⁶ PORTER, 2004, op. cit.; REBOLLO, 2006, op. cit.; ROSA, 2010, op. cit.

¹⁰⁷ REBOLLO, 2006, op. cit.

¹⁰⁸ PORTER, 2004, op. cit.; REBOLLO, 2006, op. cit.; ROSA, 2010, op. cit.

¹⁰⁹ PORTER, 2004, op. cit. REBOLLO, 2006, op. cit.

¹¹⁰ PORTO, MOREIRA, SIMÃO, 2000, op. cit.

¹¹¹ REBOLLO, 2006, op. cit.; CASTRO; LANDEIRA-FERNANDEZ, 2010, op. cit.; ROSA, 2010, op. cit.; MATTERN, 2011 op. cit.; PASIPOULARIDES, 2014, op. cit.

Platão (428 a 348 a.C.) era um dos filósofos que Galeno mais respeitava, tendo fundado em Atenas, em 368 a.C., a Academia, sua escola. A afinidade entre Platão e Galeno apareceu por creditarem ao cérebro a sede do pensamento e da sensibilidade, sendo, ambos, encefalocentristas¹¹². De Platão, Galeno aproximou-se também em aspectos tais como a teoria platônica das três formas de vida, a psíquica, a animal e a vegetativa¹¹³. Para Platão havia três espécies espirituais no corpo humano, sendo apenas uma delas imortal, a qual se localizava na cabeça e tinha domínio sobre o restante do corpo (forma de vida psíquica); a outra espécie, irracional, situava-se no tórax e era a sede de sentimentos como medo, raiva, esperança (forma de vida animal); a terceira, era a espécie espiritual, sem razão, opinião ou inteligência, a sede das paixões, desejos e inconsciência (a forma de vida vegetativa)¹¹⁴. Esta teoria não foi totalmente original, uma vez que Demócrito (contemporâneo de Platão) havia feito a distinção entre o espírito racional e irracional e algumas características importantes desta visão tripartida derivaram da especulação de Pitágoras¹¹⁵.

Galeno foi fortemente influenciado por Aristóteles (384 a 322 a.C.), filósofo nascido em Estagira e que realizou ilustrações do corpo humano, as quais são as primeiras figuras anatômicas que se tem conhecimento. Ocorre que não executou dissecações em humanos, acompanhando desta forma a tradição grega da anatomia e fisiologia¹¹⁶. Acreditava na existência de uma alma vegetativa responsável pela nutrição e pela reprodução, pertencente às plantas e aos animais; uma alma sensitiva e motora, nos animais; e uma alma racional, consciente e intelectual, apenas nos homens¹¹⁷.

Aristóteles interessou-se por hábitos e doenças da vida animal criando a anatomia comparada e, ao pensar por analogia, suas conclusões se estenderam a circunstâncias da vida animal¹¹⁸. Igualmente a Galeno, buscava a natureza para formulação de suas teorias e, partindo de observações pessoais, estabelecia princípios ou leis naturais¹¹⁹. Ocorre que a influência de Aristóteles em Galeno deu-se especialmente em sua atenção à taxonomia, ciência que denomina, descreve e classifica os organismos em grupos, de acordo com suas semelhanças e diferenças.

¹¹² PORTO; MOREIRA; SIMÃO, 2000, op. cit.; CRIVELLATO, RIBATTI, 2007, op. cit.

¹¹³ ROSA, 2010, op. cit.

¹¹⁴ CRIVELLATO, RIBATTI, 2006, op. cit.

¹¹⁵ Idem

¹¹⁶ ROSA, 2010, op. cit.

¹¹⁷ CRIVELLATO, RIBATTI, 2006, op. cit.; ROSA, 2010, op. cit.

¹¹⁸ ROSA, 2010, op. cit.

¹¹⁹ Idem

Entretanto, diferentemente de Galeno, Aristóteles acreditava que o coração ocupava a mais alta hierarquia no corpo humano, sendo o centro da razão, dos princípios da vida, da geração de calor do corpo, de sangue e a origem das veias¹²⁰. Ele quem forneceu definitiva autoridade a teoria cardiocêntrica¹²¹.

Herófilo e Erasítrato, assim como Galeno, foram das novas tradições médicas de Alexandria e Pérgamo, sendo, ambos, também considerados os mais importantes representantes da escola lógica ou dogmática, formulando explicações lógicas e racionais para as causas da saúde e da doença¹²². As primeiras dissecações foram associadas à Herófilo, que parece ter dissecado cadáveres humanos em público, e a seu contemporâneo Erasítrato, que fez experimentos com animais vivos e talvez seres humanos¹²³. Posteriormente, Galeno e seus contemporâneos realizaram dissecações e vivisseccões em animais.

Herófilo (335 a 280 a.C.), nascido na Calcedônia (Ásia Menor), é considerado o fundador da Anatomia. Foi aluno de Praxágoras e o primeiro a examinar e descrever a estrutura do sistema nervoso, diferenciando-o do sistema cardiovascular, a diferenciar os nervos sensoriais dos motores, o cérebro do cerebelo, a medir a pulsação do sangue pelo corpo¹²⁴, a confirmar o achado de Alcmaeon de que as artérias têm as paredes mais espessas do que as veias¹²⁵. Segundo Galeno, Herófilo descobriu sete pares de nervos cranianos¹²⁶. Seus escritos foram perdidos em um dos incêndios na biblioteca de Alexandria, em 48 a.C., porém, os mesmos tornaram-se conhecidos devido ao testemunho de Galeno, que os teria manuseado¹²⁷.

Erasítrato (304-250 a.C.), nascido em Chio (Grécia), foi essencial à fisiologia, embora tenha se dedicado igualmente à anatomia, prosseguindo os estudos de Herófilo e também de Aristóteles em anatomia comparada. Avançou em relação às descobertas referentes à diferenciação entre os nervos sensitivos e motores e sobre o cérebro, mostrando a comunicação entre os ventrículos encefálicos, tal como entre o terceiro e o quarto ventrículos¹²⁸. Comparou as circunvoluções do cérebro humano com o de outros animais e observou que as complexidades das formações anatômicas, em especial o córtex, relacionavam-se diretamente com a inteligência¹²⁹.

¹²⁰ PORTO; MORERIA; SIMÃO, 2000, op. cit.; CRIVELLATO, RIBATTI, 2006, op. cit.; ROSA, 2010, op. cit., TALAMONI, 2014, op. cit.

¹²¹ CRIVELLATO, RIBATTI, 2006, op. cit.

¹²² REBOLLO, 2006, op. cit.

¹²³ PORTER, 2004, op. cit.

¹²⁴ PANEGYRES, PANEGYRES, 2016, op. cit.

¹²⁵ STANDRING, 2016, op. cit.

¹²⁶ Idem

¹²⁷ ROSA, 2010, op. cit.

¹²⁸ STANDRING, 2016, op. cit.

¹²⁹ ROSA, 2010, op. cit. STANDRING, 2016, op. cit.

Descreveu as válvulas cardíacas e apontou que o coração assemelhava-se a uma bomba muscular¹³⁰. Iniciou a investigação anatômica em condições patológicas, evidenciando alterações produzidas nos órgãos pelas doenças, e refutou explicações sobrenaturais para os fenômenos biológicos¹³¹.

O espírito animal foi também descrito por Erasístrato na denominada teoria da nutrição, na qual as veias do fígado continham um espírito natural que alimentava o corpo, enquanto as artérias carregavam um espírito vital até os pulmões (pensava-se que as artérias continham ar, já que pareciam vazias durante a dissecação de corpos humanos)¹³². O espírito vital era conduzido ao coração e, por meio de veias, alcançava o corpo; o espírito vital alcançava o cérebro pelas artérias carótidas, nas quais ele se tornava espírito animal¹³³. Erasístrato compreendia que esses espíritos estavam situados nas cavidades do cérebro enviando comandos motores ao corpo pelo trânsito descendente à medula espinal e, por conseguinte, permitia-se a contração muscular¹³⁴.

A anatomia, com Herófilo, e a fisiologia, com Erasístrato, alcançaram importantes avanços através do uso sistemático da dissecação, a qual estava desvendando um novo mundo, o interior do corpo humano e de seus órgãos, já que o mapeamento aprimorado das estruturas antecipa-se a uma compreensão correta das funções. Entretanto, suas descobertas científicas não teriam prosseguimento, uma vez que a medicina, na época, deveria limitar-se a cura dos pacientes e era adjacente ao ressurgimento de uma tendência de considerar a biologia irrelevante¹³⁵.

Considerações Finais

Galeno revelou e descreveu diversas estruturas e sistemas do corpo humano, bem como aprimorou a explicação de alguns conhecimentos relatados por anatomistas e fisiologistas anteriores a ele. Suas observações práticas foram realizadas a partir de vivissecções e dissecações em animais, já que em humanos eram proibidas, e, por analogia, ele compreendia o organismo humano.

Os entendimentos disseminados por Galeno remetem a filósofos entre os quais se destaca Hipócrates, tendo sido o principal glosador das ideias hipocráticas. Platão, Aristóteles, Herófilo e Erasístrato tiveram também notória importância às reflexões e conclusões galênicas.

¹³⁰ STANDRING, 2016, op. cit.

¹³¹ ROSA, 2010, op. cit.

¹³² BARBARA, CLARAC, 2011, op. cit.; STANDRING, 2016, op. cit.

¹³³ BARBARA, CLARAC, 2011, op. cit.

¹³⁴ Idem

¹³⁵ ROSA, 2010, op. cit.

Galeno extraiu e modificou o conhecimento de acordo com suas vivências e produziu uma síntese coerente da anatomia e da fisiologia tendo como cerne a filosofia.

Há que se destacar sua ampla experiência no atendimento de numerosos e diferentes casos de pacientes, aos quais ele tinha como premissa a ética, a ideia de amizade, sensibilidade e percepção cuidadosa de seus sinais e sintomas. Os ensinamentos de Galeno a respeito da saúde e da doença eram baseados, respectivamente, no equilíbrio ou desequilíbrio dos humores do organismo e na relação do corpo com a natureza. A intervenção médica, para Galeno, deveria ocorrer somente quando a natureza não se mostrasse eficaz.

Por estabelecer comparações entre espécies distintas, foi refutado por alguns estudiosos, mas somente no período do Renascimento, tendo permanecido como autoridade na área médica por cerca de 15 séculos. Seus erros, em decorrência do estudo prático em animais, foram altamente relevantes à evolução da área de saúde, impulsionando a reflexão acerca de seus equívocos e contribuindo para desvendar a correta anatomia e funcionamento do corpo humano.

Sua personalidade baseada em elevados princípios morais e espírito reflexivo e argumentativo, aliada a seu extenso conhecimento prático e teórico, possibilitou-o escrever diversos tratados sobre saúde e doença, relevantes para a ciência de sua época e para pesquisas posteriores, aos quais se adicionava a análise cuidadosa e sensível do tratamento com o paciente.



ARTIGOS – ARTICLES

As memórias econômicas de Domingos Vandelli sobre o carvão combustível no fim do século XVIII

Ricardo Dalla Costa

Prof. Dr. Centro de Ciências Sociais Aplicadas - UENP
dallacosta@uenp.edu.br

Como citar este artigo: Costa, Domingos Vandelli. “As memórias econômicas de Domingos Vandelli sobre o carvão combustível no fim do século XVIII”. Khronos, Revista de História da Ciência, nº 7, pp. 170-183. 2019. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: A partir do estudo das Memórias Econômicas de Domingos Vandelli, e em especial, um estudo de caso sobre o carvão mineral para fins de combustível, apresenta-se uma vertente do final do século XVIII português, no que diz respeito às expedições no Reino à procura de um produto que pudesse reduzir as importações, e ao mesmo tempo, na análise do uso de turfa ou carvão de terra como substitutos nos momentos de grande escassez do carvão mineral daquele período. Por fim, o uso do betume como subproduto comercial.

Palavras-chave: História da ciência, Domingos Vandelli, memórias econômicas, carvão.

The economical memories of Domingos Vandelli on combustible charcoal at the end of the 18th century

Abstract: From the study of the Economic Memories of Domingos Vandelli, and especially, a case study of mineral charcoal for combustion purposes, present an end of the 18th century Portuguese, not that it respects the expeditions of the Kingdom in product that could reduce imports, and at the same time, in the analysis of the use of peat or charcoal as substitutes in times of great shortage of mineral coal of that period. Finally, the use of bitumen as a commercial by-product.

Keywords: History of science, Domingos Vandelli, economic memories, charcoal.

A importância do carvão mineral¹

As memórias do paduano Domingos Vandelli (1735-1816) proporcionam um interessante contexto sobre o ambiente português no fim do século XVIII. Em se tratando do estudo sobre o carvão como combustível, pesquisou-se nas Memórias Econômicas da Academia Real das Ciências de Lisboa para o adiantamento da Agricultura, das Artes, da Indústria em Portugal e suas Conquistas (tomos I e II), e, nas Memórias de Vandelli, publicadas no códice 807, volume 24 do Arquivo Nacional do Rio de Janeiro (ANRJ).

Ao investigar o carvão mineral, percebem-se assuntos de grande interesse à história da ciência, à história econômica e sua relação entre Estado e a ciência moderna que caminhavam juntos².

O século XVIII foi um intermediário das grandes navegações, do aprofundamento da transformação (química), da exploração (naturalistas e comerciantes), do uso do carvão mineral na combustão e na propulsão dos grandes motores, na primeira fase industrial e nos fenômenos da queima.

Agrega-se também que o carvão mineral foi o catalizador da Revolução Industrial do fim do século XVIII devido à alimentação das máquinas a vapor (inclusive navios e locomotivas) e altos fornos na produção do ferro.

A invenção da máquina de James Watt (1736-1819) forneceu meios para uma extração do carvão em condições de difícil acesso e reestruturou o planejamento industrial, pois, a partir desse momento, era possível extrair carvão das minas sob a água, com a ajuda de uma máquina a vapor e as fábricas poderiam se estabelecer ao lado das minas, com custo mais barato e acesso rápido ao seu principal insumo e, ao mesmo tempo, reduzir drasticamente a dependência das florestas.

O carvão mineral era o principal combustível da época e servia às fábricas de cervejaria, de destilação, de tinturaria, de tanoarias, de olarias e cerâmicas, de vidro e espelho, de cal e, principalmente, da fundição de metais, como pregos, ferragens, material bélico, peças e ferramentas para compor outras máquinas. Também havia o setor das indústrias secundárias que fabricavam objetos diversificados para complementar o segmento.

A esse respeito, inicia-se este estudo com a “Memoria sobre a necessidade d’humã viagem philosophica feito no Reino, e depois nos seus Dominios”. A importância das expedições

¹ As citações conservam a ortografia, pontuação e sintaxe original da fonte.

² MUNTEAL FILHO, Oswaldo. Memórias, reformas e acadêmicos no império luso-atlântico: domínio territorial, poder marítimo e política mercantilista. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro*, Rio de Janeiro, 163 n. 416, 2002, p. 39-40.

na metrópole que resultava numa “descrição física, e econômica de todo o reino (...) e depois passando aos seus domínios, e estados ultramarino”³.

Essa memória fornece o levantamento via observação e registro úteis àquele momento em que Vandelli destacou os cinco pontos essenciais: a análise da terra, a lenha e carvão, o conhecimento dos metais, o conhecimento das plantas e a análise das águas medicinais⁴. Do segundo ponto tem-se:

2º Como as lenhas são um objeto de tanta importância, e cuja falta começa a ser tão sensível nesta capital, daqui se infere a necessidade que há um maduro exame sobre o estado dos nossos bosques, e matas, e sobre o modo de se melhorarem, e formarem outras de novo, aproveitando para isso todos os terrenos que se acharem aptos, não se poupando contudo diligência alguma na interessante indagação das minas de carvão fóssil, de que temos não equívocos indícios em muitos lugares do reino, e com especialidade nos vizinhos à costa do mar desde Peniche até à Figueira⁵.

A necessidade de se achar carvão mineral em solo lusitano ia ao encontro do fomento das fábricas e da redução das importações. Para isso, contava-se com expedições que tinham no seu auge as investigações oriundas da necessidade de um inventário dos recursos naturais no Reino e em suas colônias (as viagens filosóficas) e na identificação de potenciais recursos utilizáveis e comercializáveis. Os primeiros naturalistas (brasileiros) estavam sob a orientação do professor Domingos Vandelli.

A Turfa

A turfa é uma decomposição lenta de vegetais misturados à terra, em ambiente próprio e úmido, que poderia ser usado tanto como fertilizante⁶ quanto combustível alternativo ao carvão mineral e era conhecido como carvão de terra e se fazia bom uso como matéria energética, na Holanda, no século XVIII.

³ VANDELLI, Domingos. Memória sobre a necessidade d’uma viagem philosophica feita no Reino, e depois nos seus Domínios. Biblioteca da Academia Real das Ciências de Lisboa, MS Azul, 17/41, 1796a, p. 389-91.

⁴ Neste particular Vandelli ilustrava a necessidade de se construir os mapas de aritmética política como forma de conhecer melhor o patrimônio do Reino. Vide em: VANDELLI, Domingos. Memória de Domingos Vandelli sobre o controle das finanças do Reino de Portugal, propondo meios de se aumentar a arrecadação e o registro da receita e despesa; cód. 807, 24, 1 (Arquivo Nacional do Rio de Janeiro). 1797. Título original do manuscrito: “Economia das Finanças”.

⁵ VANDELLI, Domingos. Memória sobre a necessidade de uma viagem filosófica feita no reino, e depois nos seus domínios. In: *Aritmética Política, Economia e Finanças: 1770-1804*. Coleção de Obras Clássicas do Pensamento Económico Português, vol. 8. Lisboa: Banco de Portugal, 1994, p. 22.

⁶ VANDELLI, Domingos. Memória sobre a Utilidade dos Jardins Botânicos a Respeito da Agricultura, e Principalmente da Cultivação das Charnecas. In: *Diccionario dos termos techinos de Historia Natural*. Coimbra: Real Officina da Universidade, 1788.

Nas palavras do professor, “tal especie de combustivel he composta de fragmentos de hervas, folhas, e plantas apodrecidas, transmutadas em huma massa bituminosa. A força do fogo da melhor Turfa supéra a do carvão de cepa, e sobre”⁷.

Ele informou ao Provedor de Setúbal e à Casa do Infantado a importante descoberta em solo português da turfa devido a sua utilidade frente à escassez da lenha:

He verdade porém, que nas minas em Portugal por falta de lenha não se poderão aproveitar com utilidade, até que se não tire maior quantidade de carvão de pedra das minas de Buarcos, e se aproveitem as de Porto de Mós, e Ourem, ou se cuide em augmentar, e regular as matas, como o nosso Socio o Doutor Alexandre Ferreira tem indicado na sua Memoria⁸.

A carestia de lenha para fins de combustivel imprime-lhe outro registro da importância de se extrair a turfa:

A Carestia de lenha, e o excessivo preço do carvão, que cada dia se irá augmentando pela diminuição que sua factura produz dos Bosques, e Montados, obriga, em beneficio do Povo, ter-lhe prompto hum combustivel, para que não experiemente falta, nem seja lesado com extraordinarios preços⁹.

Também, a insuficiência da lenha elevava os preços do carvão mineral praticado pelos monopolistas, e, não contente com essa situação, o autor sugere a pesquisa, exploração e análise do solo na procura da turfa como um combustivel substituto ao carvão mineral:

Nesta há huma breve descrição geografico-fisica da Comporta, a qual consta de dois bancos, ou camadas de pura Turba, e de outro da mesma mistura com areia, ou argilla. (...) A sua escavação he fácil, e sua condução por agoa pouco custosa. Atendendo a carestia de Lenha, e carvão, q^e. cada dia se augmenta pela desmasiada povoação desta Capital, e o grande numero das suas Fabricas, será de grande utilidade aproveitar-se desta rica

⁷ VANDELLI, Domingos. Aviso Sobre a Turfa, ou Carvão de terra, que se vende a 400 reis cada sacca. Oficio defendendo a exploração e o uso da turfa como combustivel em substituição ao carvão de lenha (Acervo da Fundação Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro). 06 out. 1796b.

⁸ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre algumas Produções Naturais deste Reino, das quaes se poderia tirar utilidade. In: *Memórias Econômicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo I, 1789a, p.181-2.

⁹ VANDELLI, Domingos. Aviso Sobre a Turfa, ou Carvão de terra, que se vende a 400 reis cada sacca. Oficio defendendo a exploração e o uso da turfa como combustivel em substituição ao carvão de lenha (Acervo da Fundação Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro). 06 out. 1796b.

mina de Turba da Comporta, o cujo uso fácil¹⁰. se introduzirá ensinando-se o modo, e construção das Fornalhas, e Foguareiros¹⁰.

A necessidade do combustível era de urgência, pois se fazia necessidade da turfa como combustível substituto à lenha e ao carvão mineral. Em outro momento, na Memória denominada “Turfa ou Carvão de terra da Comporta”¹¹. Assim Vandelli expõe:

Sem prejudicar em modo algum no terreno cultivado da Comporta, nos Brejos incultos da mesma se fiz a escavação da Turba, e no chamado *Outeiro da Leiva*, se achou hum banco da dao Turba da grossura de maes de quinze palmos, o qual se estende maes de Legoa em comprimento com diferentes grossuras¹².

De forma similar, ele ratifica a importância da descoberta do novo combustível, pois “a turfa, ou turba, de que os Holandezes se servem em lugar de lenha, e de carvão, se acha em grande quantidade perto de Setubal na Comporta”¹³. Também em outra memória, o professor mostra a importância do carvão de terra em outras nações:

A Turfa se reduz a carvão do mesmo modo como a lenha. Em Hollanda, Irlanda, nos Suissos, em todos os Paizes, aonde se aproveitão das Minas de Turfa, se servem della para as cozinhas, para engomar, para as Fábricas de Tinturaria, para distilar aguas-ardentes, para os fórnos de Pão, de Louça, de Vidro, e mesmo para a fundição dos Metaes, e para as forjas¹⁴.

¹⁰ VANDELLI, Domingos. Carta de Domingos Vandelli remetendo informação ao provedor da Comarca Setúbal sobre as minas de turfas em Comporta; cód. 807, 24, 44 (Arquivo Nacional do Rio de Janeiro). 20 jul.1796h.

¹¹ VANDELLI, Domingos. Memória de Domingos Vandelli sobre a escavação de turfa em Comporta, visto a sua utilidade para a Casa do Infantado e a população de Lisboa e arredores; cód. 807, 24, 43. (Arquivo Nacional do Rio de Janeiro). 20 jul. 1796g.

¹² VANDELLI, Domingos. Memória de Domingos Vandelli sobre a escavação de turfa em Comporta, visto a sua utilidade para a Casa do Infantado e a população de Lisboa e arredores; cód. 807, 24, 43. (Arquivo Nacional do Rio de Janeiro). 20 jul. 1796g. Grifos do original.

¹³ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre algumas Produções Naturais deste Reino, das quaes se poderia tirar utilidade. In: *Memórias Econômicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo I, 1789^a, p. 182.

¹⁴ VANDELLI, Domingos. Aviso Sobre a Turfa, ou Carvão de terra, que se vende a 400 reis cada sacca. Ofício defendendo a exploração e o uso da turfa como combustível em substituição ao carvão de lenha (Acervo da Fundação Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro). 06 out. 1796b.

A descoberta revolucionária o mercado do carvão, pois, a turfa tornava-se substituto perfeito trazendo vantagens como a queda no preço, afastando a carestia e conservando os bosques. O professor demonstrava, por meio de cálculos, o custo e o lucro da empreitada atestada aos benefícios da Real Fazenda, da Casa do Infantado e, principalmente, ao povo.

Pela conta do Provedor da Comarca de Setubal cada saca importa R 191. A qual vendendo-se a 480 rs o Povo ganha 170. Custando a saca de carvão de Sobro 650. É assim huma saca de Turba deixa de Lucro deduzidas despeza de R 94 na estancia, 195.

De maneira q^ª. em 300\$000 sacas, que se considera o ordinario consumo de Lisboa, não computando muitas Fabricas, q^ª. em lugar de Lenha usarão Turba, o Lucro sará mães, ou menos, de R 58:500\$000. Mas p^ª. obter-se tal Lucro, que a inexaurivel Mina promette, são necessarios três, ou quattro annos athé reduzir-se a escavação abundante, e regular¹⁵.

O autor ratifica a importância da turfa a favor dos interesses da Casa do Infantado, para fomentar as fábricas e para o povo português.

Ele mesmo manifestou interesse nessa exploração: “sendo pois o meu principal fim de fazer util ao Publico, e a Ser^{ma}. Caza do Infantado esta minha descuberta, e p^ª. que pelo futuro se recebem as utilidades, e Lucros propostos, eu me offereço dar principio a esta nova Negociação com as seguintes condições”¹⁶.

Agrega-se também:

Respeito as avultadas vantagens, q^ª. esta escavação pode dar a Ser^{ma}. Caza do Infantado pelo calculo, q^ª. prezentei com algumas condições pela sua administração, me lembro agora, q^ª. tal administração se podera fazer por conta da med^ª. Ser^{ma}. Caza, com toda a economia, seguindo o plano, q^ª. proporrei, deposes ter recebidas todas as contas das despezas, e vendida a Turfa, q^ª. esta escavada na Comporta, e neste Almazem, ficando assim tudo o Lucro p^ª. a Ser^{ma}. Caza do Infantado, porq^ª. não quero, q^ª. em tempo algum se sponha, q^ª. eu por interesse particular fiz a proposta de semelhante escavação, quando meu unico fim, não he outro, q^ª. o Publico se aproveite desta minha Descuberta, e retire os maiores lucros a Ser^{ma}. Caza do Infantado¹⁷.

¹⁵ VANDELLI, Domingos. Memória de Domingos Vandelli sobre a utilização da turfa frente ao carvão e a entrega da escavação em Comporta a administrador que entre com o capital e divida os lucros coma Casa do Infantado, função que se propõe a assumir sob determinadas condições; cód. 807, 24, 42. (Arquivo Nacional do Rio de Janeiro). 11 ago. 1796f.

¹⁶ VANDELLI, Domingos. Memória de Domingos Vandelli sobre a utilização da turfa frente ao carvão e a entrega da escavação em Comporta a administrador que entre com o capital e divida os lucros coma Casa do Infantado, função que se propõe a assumir sob determinadas condições; cód. 807, 24, 42. (Arquivo Nacional do Rio de Janeiro). 11 ago. 1796f.

¹⁷ VANDELLI, Domingos. Turfa. Ofício defendendo a exploração e o uso da turfa como combustível em substituição ao carvão de lenha; MS 66 (Acervo da Fundação Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro). 06 out. 1796c.

Quando o novo produto entrou no mercado em substituição a um outro, automaticamente despertou as atenções dos monopolistas, e nesse particular, o confronto de interesses estava em jogo e os carvoeiros lançavam-se de manobras na tentativa de esterelizar a descoberta denunciada na memória intitulada “Turba” tal prática.

Mas como esta especulação mercantil dos Carvoeiros he o seu ultimo esforço p^a. ver se no principio por falta de prompto consumo pela abundancia de Carvão, se extingue esta nova Negociação de Turba, não tendo com que prover Lisboa por todo o Inverno, de suf^{te}. quantidade de Carvão, nem podelo dar ao attual preço, assim não me esmoreço com esta manobra grosseira, que foi util ao Publico, não havendo ainda sufficiente Turba contrahida p^a. tudo o ordinário consumo¹⁸.

Na defesa do novo combustível, Vandelli propõe sete ações governamentais na escavação e comercialização da turfa numa segunda memória também denominada de “Turba”, como:

1º. Impedir-se, q^{de}. se não descredite a verdadeira Turba da Comporta com a venda da Terra preta (Humus depauperata) (...) 2º. Tilhado ou Armazém p^a. conservar a Turba no inverno (...) 3º. Que não haja embaraço algum na venda da Turba, e que seja izenta de todos os Direitos, ou contribuição na sahida de Setubal, e entrada de Lisboa. 4º. Que não sejam presos os Trabalhadores no tempo da escavação, se não q^{de}. por delitos graves. 5º. Authridade ao Provedor de Setubal p^a. se lhe darem das Terras vizinhas, q^{de}. não são da sua jurisdição os trabalhadores necessarios. 6º. Que se possa embargar algum Barco Cavilheiro, sendo preciso, p^a. o transporte da Turba. 7º. Por ser a Mina da Turba nova descuberta, fique como qualquer outro estabelecim^{to}. de *nova invenção* debaixo da Inspeção da Real Junta do Comercio¹⁹.

Os esforços do autor levaram ao sucesso nas escavações do carvão e terra remessa após remessa devido à aceitação do público. Assim,

¹⁸ VANDELLI, Domingos. Memória de Domingos Vandelli sobre a manobra dos carvoeiros para o aumento do preço do carvão, e solicitando do príncipe solução quanto à extração da turfa em Comporta, para o que vem adiantando recursos; cód. 807, 24, 40. (Arquivo Nacional do Rio de Janeiro). 17 ago. 1796d.

¹⁹ VANDELLI, Domingos. Memória de Domingos Vandelli sobre ações governamentais necessárias a boa produção de turfa em Comporta; cód. 807, 24, 41. (Arquivo Nacional do Rio de Janeiro). 11 ago. 1796e. Grifos do original.

As escavações da Turfa, as quaes o tempo deo lugar, forão sufficientes p^a. ascustumar muitas Pessoas a uso della, de maneira q^e. Logo se vendeo a primeira Buscada, e p^a. a segunda concorre m^{ta}. gente p^a. comprala.

A introdução ou consumo da Turfa era a coisa mais difficil deste negocio, e já está vencida²⁰.

Nesse momento, o uso do novo combustível, em paralelo com o carvão mineral, proporcionaria uma reviravolta na área comercial a favor da redução das importações e nas despesas do Reino, mas, infelizmente, como o jogo de força pende para o lado mais forte, os monopolistas fazem do Estado e do povo reféns.

Em outro trecho, Vandelli retorna à defesa, principalmente quando esse combustível se destina às residências em Portugal, como escrito na “Memória sobre o carvão etc.” que defende a redução na tributação sobre esse gênero como um bem de primeira necessidade.

Eu propuz, que seria útil ao Povo alliviar de Direitos o Carvão, e Lenha, considerando este generos, como de primeira necessidade. Mas sobre isso se deve considerar. 1º Que qualquer diminuição, ou abolição de Tributo sobre estes generos, e principalm^{te}. do Carvão, se antes não he concedida a liberdade a qualquer pessoa de trafficar neste genero, será esta de pura utilidade dos Monopolistas, e de nenhum ao Povo, ao qual a diminuição, q^e. já S. Mag^{de}. fez da terceira parte de direitos sobre o Carvão, em lugar de servir de beneficios, lhe servio de prejuizo pelo augmento de preço, q^e. depoes os Monopolistas alcançarão do Senado²¹.

A comparação refere-se a outros bens como cacau e anil que tinham isenção de direitos, e outros, como açúcar, café, chá, pimenta, canela e cravo que tinham os direitos reduzidos; contudo, Vandelli encabeça uma lista de produtos que, por sua vez, também deveriam sofrer redução ou isenção da tributação, como

O Azeite, q^e. se consome no Reino mereceria ser Livre, e tãobem as Carnes (ainda, q^e. alguns Economistas não as considerem da primeira necessidade). As fruttas, Lenha, Carvão, e todas as qualidades de viveres tanto do paiz, e das Colonias, como os Estrangeiros, e emfim todas as primeiras materias estrangeiras, como Linho, Ferro, Cobre, Chumbo, Estanho, e

²⁰ VANDELLI, Domingos. Turfa. Ofício defendendo a exploração e o uso da turfa como combustível em substituição ao carvão de lenha; MS 66 (Acervo da Fundação Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro). 06 out. 1796c.

²¹ VANDELLI, Domingos. Memória de Domingos Vandelli sobre a diminuição ou extinção de tributos sobre gêneros de 1ª necessidade, principalmente o carvão; cód. 807, 24, 59. Título original: Memória sobre o carvão etc. (Arquivo Nacional do Rio de Janeiro). c.1796i.

Drogas p^a. a Medicina, e Tintureria, além daquellas, que geralm^{te}. se concedem Livres as Fabricas²².

Para compensar a redução dos direitos destes produtos, bens supérfluos ou de luxo sofreriam aumentos de preço, como por exemplo, os vinhos e aguardentes consumidos nas tavernas, assim como nas reuniões de lazer as cartas de jogo e o tabaco. O equilíbrio seria alcançado e uma medida econômica de cunho fiscal e social validaria a política.

Por fim, a descoberta da turfa revelou um uso não maléfico à saúde, pois,

O cheiro do fumo da Turfa antes de estar bem acceza não he pernicioso, como o he aquelle de carvão de cepa, ou sobre, que em lugar fechado produz a morte.

Em Hollanda as Senhoras mais delicadas, e todos os Artífices usão da Turfa, e não soffrem algum incommo. A sua cinza he excellente para fertilizar as terras, e outros usos economicos²³.

Vandelli argumentou várias explicações favoráveis ao uso da turfa a favor da sociedade portuguesa, começando pela necessidade de um produto acessível e barato, e depois, no âmbito da saúde do povo, contra a exploração dos monopolistas e a favor da Real Fazenda e da Casa do Infantado.

O Betume como subproduto do carvão mineral

O uso do carvão mineral, no fim do século XVIII, despertou grande cobiça como combustível nas forjas, fornos, altos-fornos e maquinários a vapor na relação carvão/minério, com maior consumo na fabricação do ferro e aço, nos transportes (navio e trem) na fundição de outros minérios (cobre, ouro, prata, antimônio), fábricas de cal, louças, vidro e espelho, laboratórios químicos e fins domésticos.

²² VANDELLI, Domingos. Memória de Domingos Vandelli sobre a diminuição ou extinção de tributos sobre gêneros de 1^a necessidade, principalmente o carvão; cód. 807, 24, 59. Título original: Memória sobre o carvão etc. (Arquivo Nacional do Rio de Janeiro). c.1796i.

²³ VANDELLI, Domingos. Aviso Sobre a Turfa, ou Carvão de terra, que se vende a 400 reis cada sacca. Ofício defendendo a exploração e o uso da turfa como combustível em substituição ao carvão de lenha (Acervo da Fundação Biblioteca Nacional, Rio de Janeiro). 06 out. 1796b.

A esse respeito mostramos que Vandelli classificou o carvão mineral dentre tantas matérias-primas no reino mineral.

Em hum paiz pois donde ha pouca quantidade de lenha, se devem aproveitar para as Fabricas as ricas Minas de Carvão de Pedra (c), que ha em Cezimbra, Nossa Senhora do Cabo, Obidos, Porto de Mós, Ourem, Leiria, Espit, S. Fins, e daquela de Buarcos, que actualmente se extrahе, além de muitos Páos fosseis bituminizados ao pé de Monte Mór Velho na Carpinheira, Aveiro, Louzã, Tras os Montes, e de muita Turba (d) na Comporta ao pé de Setubal²⁴.

A riqueza proporcionada pelas minas era a solução ao terreno arenoso e pedregoso em Portugal que refletia a escassez de madeira nos setores de construção civil, náutico e para combustível e, nesse último, a necessidade urgente de exploração de minas de carvão mineral.

O professor também registrou, nessa incursão, a exploração da mina de Buarcos nas quais encontrou caparrosa, pedra-ume e minério de ferro, mas, nas proximidades, achava-se “litantrazes ou carvão de pedra”²⁵.

Contudo, o carvão extraído “que agora serve para a fundição do ferro, e para fazer cal”²⁶ não se podia usar diretamente sem um tratamento, isto é, “o qual purificando-o com o methodo Inglez para servir-me delle no Laboratorio Chymico, extrahi petroleo, ou naphta, e hum oleo crasso, que pode servir de breo”²⁷.

Uma vez ‘purificado’ o carvão, seria usado nas fábricas e, nesse particular, Vandelli descreveu a importância da descoberta da mina de carvão e a sua finalidade:

A grossura da veia tem perto de cinco palmos, e se augmenta mais profundando-se na terra: e se até agora este carvão não he assás bituminoso, e contém ainda muitos pyrites, para poder servir nas forjas, he por não se ter ainda chegado a bastante profundidade, e bem se tem conhecido, que profundando-se mais a escavação o shisto se bituminiza, e pouco a pouco desaparece, como se tem visto na camada exterior da mesma veia, que agora está quasi toda bituminizada, quando no principio era simples pedra,

²⁴ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre as Produções Naturaes do Reino, e das Conquistas, primeiras materias de diferentes Fabricas, ou Manufacturas. In: *Memórias Económicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo I, 1789c, p. 232. Vide nota de rodapé da fonte: “(c) Litantrax. (d) Humus tuxfa”.

²⁵ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre algumas Produções Naturais deste Reino, das quaes se poderia tirar utilidade. In: *Memórias Económicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo I, 1789a, p. 180.

²⁶ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre algumas Produções Naturais deste Reino, das quaes se poderia tirar utilidade. In: *Memórias Económicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo I, 1789a, p.180.

²⁷ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre as Produções Naturaes do Reino, e das Conquistas, primeiras materias de diferentes Fabricas, ou Manufacturas. In: *Memórias Económicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo I, 1789c, p. 232. Vide nota de rodapé da fonte: (a).

e assim profundando-se mais se tirará sempre melhor e livre de pyrites, até chegar aquelle perfeito, capaz de servir para as forjas sem escoriar o ferro²⁸.

A descoberta de novas minas de carvão não proporcionava o uso imediato devido ao enxofre e outros materiais tóxicos que se encontravam nele que necessitava de tratamento para a eliminação das impurezas para que o ferro não ficasse quebradiço e tampouco prejudicasse a saúde dos trabalhadores; daí a importância da purificação do carvão pelo método inglês.

O estudo sobre o carvão ganha dimensão quando o paduano escreveu:

Não havendo abundancia de Lenhas neste Reino, he necessario aproveitar aquelles combustiveis, que a Natureza tão largamente subministra; com são os Carvões de Pedra de Buarcos, Samfins, Spit, Porto de Móz, N. Senhora do Cabo, Setuval, e os Páos Bituminosos de Lousã, Aveiro, Carapinhira, Ourem, Carvoeira (a); além da Turba, ou Turfa da Comporta, e de muitos lugares paludosos do Reino²⁹.

O professor advertia para o não uso direto dos carvões sem antes um tratamento para eliminação do enxofre, pois, uma vez queimado, exala substâncias perigosas à saúde dos homens, como o ácido sulfúrico e os paus betuminosos, contêm venenos devido ao arsênico³⁰.

Um relato sobre árvores betuminosas foi escrito por Vandelli a Lineu (Carl Lineo, 1707-78) em 19 de novembro de 1765, na seguinte passagem: “Por volta do meio-dia, a cidade e o campo lisboeta são inundados pelo rio Tejo, que forma um porto amplo, profundo e belo de: [...] árvores subterrâneas, negras e betuminosas”³¹.

Assim, esses paus e árvores betuminosos poderiam ser usados desde

desenxofrallo, ou purificallo com methodo Inglez (...) consiste em formar hum monte de Carvão, cobrindo-o com barro amassado, ou fazendo hum forno particular com tijolos, deixando sómente algumas aberturas na base,

²⁸ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre algumas Produções Naturais deste Reino, das quaes se poderia tirar utilidade. In: *Memórias Econômicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo I, 1789a, p.180.

²⁹ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre o modo de aproveitar o Carvão de Pedra, e os Páos Bituminosos deste Reino. In: *Memórias Econômicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo II, 1790, p. 434. Vide nota de rodapé da fonte: “(a) Presentemente se achou junto a Sobral hum veio destes Páos Bituminosos, segundo a noticia dada a Academia por José Egidio Alvares de Almeida”.

³⁰ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre o modo de aproveitar o Carvão de Pedra, e os Páos Bituminosos deste Reino. In: *Memórias Econômicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo II, 1790, p. 434.

³¹ VANDELLI, Domenico; LINNE, Carl von. De Vandelli para Linneu. De Linneu para Vandelli: Correspondência Entre Naturalistas. In: CAMARGO-MORO, Fernanda de et al. *O Gabinete de curiosidades de Domenico Vandelli*, v. 2. Rio de Janeiro: Dantes Editora, 2008, p.76.

e huma summidade; dando-se-lhe fogo pela parte inferior, e deixando arder o Carvão pelo espaço de tempo que a sua qualidade, e a experiencia tem mostrado necessario para tal purificação: sahindo deste modo pela parte superior hum fumo denso³².

O processo era utilizado para purificar o carvão mineral, uma vez que também liberava, pela parte superior, um óleo denso com forte odor ao que o professor denominou de “Petroleo preto, ou Maltba”, que tinha grande utilidade para “defender os Navios do funesto bicho *Teredo navalis*, a que chamamos *guzano*; e os metaes com elle envernizados se defendem das injúrias do tempo”³³.

Complementa-se que

o betume *asfalto*, ou *malta*, se pode achar pegado em algumas pedras ou em cima das águas, em algum lago, como em Angola. Com este asfalto preparado com *pissasfalto* em França e em outras partes se têm crenado vários navios, observando-se que assim resistem mais tempo ao estrago dos vermes³⁴.

O autor também registrou a utilidade desse subproduto em algumas nações:

Com este Asfalto se faz o Pissasfalto, com o qual se crenão os Navios; e assim as suas madeiras se conservão por mais tempo incorruptas dos bichos (*i*): Em França com hum Asfalto se tem crenado muitos Navios. Os venezianos tambem do Asfalto que tirão do Levante se servem para o mesmo uzo³⁵.

Em outra memória econômica, Vandelli expôs de modo análogo, a importância desse subproduto do carvão ou betume para proteger os navios. Assim:

³² VANDELLI, Domingos. Memoria sobre o modo de aproveitar o Carvão de Pedra, e os Páos Bituminosos deste Reino. In: *Memórias Econômicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo II, 1790, p. 435.

³³ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre o modo de aproveitar o Carvão de Pedra, e os Páos Bituminosos deste Reino. In: *Memórias Econômicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo II, 1790, p. 435-6. Grifos do original.

³⁴ VANDELLI, Domingos. Viagens filosóficas ou dissertação sobre as importantes regras que o filósofo naturalista, nas suas peregrinações deve principalmente observar. 1779. In: CAMARGO-MORO, Fernanda de et al. *O Gabinete de curiosidades de Domenico Vandelli*, v. 1. Rio de Janeiro: Dantes Editora, 2008, p. 118-9. Grifos do original.

³⁵ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre algumas Produções Naturaes das Conquistas, as quaes ou são pouco conhecidas, ou não se aproveitão. In: *Memórias Econômicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo I, 1789b, p. 203. Grifos do original. Vide nota de rodapé da fonte: “(*i*): *Teredo navalis*?”. Grifos do original.

Para carenar os navios, e defendelos do funesto gusano (a), que os destroe serve o Asfalto (b), que se acha em Angola, com o qual se faz o Pissasfalto: e para impedir tambem o estrago do dito gusano, poderia servir a pedra elastica, ou especie de Amianto fragil, que a pouco se descobriu nas Minas de Goiazes, pondo as laminas da dita pedra entre o forro dos navios³⁶.

Vários países se preocupavam em proteger suas embarcações contra os gusanos, que eram pequenos moluscos ou vermiformes que perfuravam os cascos dos barcos de madeira. E, ao que tudo indica, o óleo extraído do carvão mineral, pelo método inglês, servia para muitos fins, mas, especialmente, para proteger as embarcações das ações da maresia, dos fungos, da ferrugem e principalmente do bicho gusano.

O uso do betume estava relacionado com a conservação dos navios uma vez que era o principal meio de transporte de cargas a longa distância. O óleo denso tornou-se um subproduto do carvão de grande utilidade; daí o valor comercial introduzido pelos ingleses.

Considerações Finais

Destacou-se, nesse trabalho, o carvão mineral como combustível no fim do século XVIII mostrando a importância de alguns registros vandellianos publicados na Academia Real das Ciências de Lisboa e manuscritos sobre o aproveitamento dos recursos minerais que estavam subaproveitados e não seria possível um estudo direcionado a esta pesquisa se não fosse observado às expedições nas minas de carvão.

A descoberta do carvão nas minas portuguesas foi um avanço considerável, mas não o suficiente para atender a demanda interna e reduzir a dependência externa. Assim, a turfa foi substituto perfeito no curto prazo em que urgia maior necessidade e boa aceitação pelo público tornando-se viável sua extração até que se descobrissem novas minas e se tirasse o máximo desse insumo.

Com avanço nos treinamentos para uma viagem filosófica em Portugal e nos seus domínios, Vandelli escolheu como primeira expedição uma mina de carvão, e com seu uso descobre a existência de impurezas que deveriam ser tratadas para consumo seguro.

O método utilizado consistia em queimar o carvão para eliminar as impurezas, e nisso, um óleo denso e negro ou um betume asfáltico saía por um sumidouro e que mais tarde seria

³⁶ VANDELLI, Domingos. Memoria sobre as Produções Naturaes do Reino, e das Conquistas, primeiras materias de diferentes Fabricas, ou Manufacturas. In: *Memórias Econômicas da Academia Real das Ciências de Lisboa*, tomo I, 1789c, p. 232. Grifos do original. Vide em notas de rodapé da fonte: “(a) teredo navalis; (b) bitumen maltha”.

utilizado na proteção contra vermes e ações da natureza que desgastavam as embarcações. Esse subproduto tornou-se importante fonte de recursos e, ao mesmo tempo, disponibilizou o carvão 'puro' para uso nas fábricas (fornos, fundições, máquinas) e residências.



ARTIGOS – ARTICLES

Pimenta Bueno e uma visão ampla sobre a origem do câncer no início do século XX

Carlos Henrique Fioravanti

Doutor em Política Científica e Tecnológica pela Unicamp
chfioravanti@gmail.com

Como citar este artigo: Fioravanti, Carlos Henrique. “Pimenta Bueno e uma visão ampla sobre a origem do câncer no início do século XX”. *Khronos, Revista de História da Ciência*, nº 7, pp. 184-191. 2019. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em dd/mm/aaaa.

Resumo: O médico paraense Alfredo Leal Pimenta Bueno (1886-?), professor na Faculdade de Medicina de Belo Horizonte, hoje integrada à Universidade Federal de Minas Gerais, apresentou uma visão ampla e original sobre a origem do câncer em uma série de 19 artigos publicados em 1927 e 1928 na revista *Brasil Médico*. Integrando química, física, físico-química, bioquímica, genética, citologia, patologia, histologia e fisiologia, ele analisou como o câncer poderia surgir, até mesmo sem qualquer causa conhecida ou aparente, fazer as células perderem suas funções específicas e regredirem ao estado embrionário, quando são pouco diferenciadas entre si, e constituir uma síndrome, que poderia se manifestar localmente, em um órgão ou tecido mais sensível. Por limitações conceituais e instrumentais de sua época, ele não pôde ir além na confirmação ou retificação de suas conclusões, mas muitas de suas conclusões estavam corretas, como o acúmulo de ácidos – a acidose – no interior da célula tumoral. A compreensão aprofundada dos mecanismos hereditários mais profundos só seria possível depois da descoberta da estrutura da molécula de DNA, um dos alvos principais das mutações que favorecem o crescimento de tumores, em 1953.

Palavras-chave: Origem do câncer, história da medicina, história da oncologia, Alfredo Leal Pimenta Bueno.

Pimenta Bueno and a broad view on the origin of cancer in the early twentieth century

Abstract: Pará physician Alfredo Leal Pimenta Bueno (1886-?), Professor at the Belo Horizonte Medical School, now part of the Federal University of Minas Gerais, presented a broad and original view of the origin of cancer in a series of 19 articles published in 1927 and 1928 in the magazine *Brasil Médico*. Integrating chemistry, physics, physicochemical, biochemistry, genetics, cytology, pathology, histology, and physiology, he analyzed how cancer could arise, even without any known or apparent cause, to cause cells to lose their specific and regressive functions. to the embryonic state, when they are poorly differentiated from each other, and constitute a syndrome, which could manifest locally, in a more sensitive organ or tissue. Due to conceptual and instrumental limitations of his day, he could not go further in confirming or correcting his conclusions, but many of his conclusions were correct, such as the accumulation of acids - acidosis - within the tumor cell. Further understanding of the deeper hereditary mechanisms would only be possible after the discovery of the structure of the DNA molecule, one of the main targets of mutations that favor tumor growth in 1953.

Keywords: origin of cancer, history of medicine, history of oncology, Alfredo Leal Pimenta Bueno.

O câncer é uma doença que independe de uma causa específica e faz as células perderem suas funções específicas e regredirem ao estado embrionário, quando são pouco diferenciadas entre si. É também o resultado do acúmulo de ácidos – uma acidose – no interior da célula, com o conseqüente aumento da condutibilidade elétrica, que prejudica o funcionamento normal do organismo. O acúmulo de água é uma conseqüência da acidose nas células tumorais, como nas embrionárias¹. Encadeando fenômenos biológicos até chegar a conclusões como essas, o médico paraense Alfredo Leal Pimenta Bueno (1886-?), professor de física médica na Faculdade de Medicina de Belo Horizonte, hoje integrada à Universidade Federal de Minas Gerais, apresentou o câncer de modo amplo, examinando-o do ponto de vista da embriologia, da bioquímica e do funcionamento celular, primeiramente em um livro publicado em 1926 e logo depois em uma série de 19 artigos publicados em 1927 e 1928 na revista *Brasil Médico*.²

¹ BUENO, Alfredo L. P. Contribuição para o estudo da pathogenia, da physio-pathologia e da therapeutica do cancer, do ponto de vista da doutrina da Trophodynamica Funcional. *Brasil Médico*, v. 29, p. 719, 1927 e v. 47, p. 1319.

² Encontrei os artigos e o livro nas bibliotecas das faculdades de Medicina e de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP) em 2012 como parte da pesquisa complementar ao livro *A Molécula Mágica*.

Numa época em que a prioridade eram a prevenção e o tratamento³, Pimenta Bueno foi um dos raros médicos brasileiros a pensar e escrever intensamente sobre as possíveis origens do câncer, em busca de uma visão crítica e integrada dos fenômenos responsáveis por seu surgimento e evolução. Quando necessário, ele não hesitava em questionar os pressupostos conceituais estabelecidos por médicos europeus. Um exemplo de contestação se refere a um trecho de um livro de Brachet (apenas o sobrenome é citado), o *Tratado de Embryologia dos Vertebrados*, de 1921, uma das raras referências detalhadas:

O eminente Brachet confunde conscientemente organização do protoplasma com sua composição physicochimica; e si isso, á primeira vista, parece uma banalidade, todavia não o é de facto; compreende-se que qualquer modificação na composição physico-chimica da cellula importa, *desde logo e consequentemente*, na modificação da organização do protoplasma⁴.

Os artigos contém longas argumentações e citações em francês ou em italiano de livros sobre embriologia, citologia, fisiologia, física, química e bioquímica, mas seus autores – predominantemente europeus – são citados apenas pelo sobrenome, como Masson, Wolf, Roussy, Bainbridge, Stanley, Ball, Roy, Barbaci, Loeb, Delage, Goldschmidt, Canoy, Lebrun, Van Durme, Rückert, Menetrier, Pantin, Geylard, Portier, Woglom, Ritchie, Gauducheau, Chambers, Reiss, Garner, MacDougal, Czaja, Pearsal, Priestlev, Vant’Hoff, Vries, Friedman e Schönfeld. Às vezes os autores são citados com as iniciais dos nomes, como A. Mayer, G. Schaeffer e E.F. Terroine, ou pela nacionalidade, como o italiano Rondoni. Poucas obras são citadas, como o livro *Biochimica* de Rondoni e o *Biochimica* de Lamblino. O médico gaúcho Mário Kroeff é o único brasileiro mencionado; Pimenta Bueno cita uma estatística sobre a transmissão de sífilis que Kroeff apresentou no 1º Congresso Brasileiro de Higiene, em outubro de 1923⁵.

Algumas causas – ou indicações de causas – do câncer eram bem antigas. O médico inglês Sir Percival Pott observou em 1775 que um tipo de câncer de pele era mais comum entre os limpadores de chaminés, mas por 150 anos ninguém fez nada com essa observação. A revolução industrial aumentou a exposição dos trabalhadores a produtos cancerígenos como o alcatrão e piorou a situação⁶. No início do século 20 já se sabia que algumas substâncias químicas causavam câncer, mas as moléculas isoladas que pudessem ter esse efeito não tinham sido identificadas. Em um estudo pioneiro, dois pesquisadores japoneses, Katsusaburo Yamagiwa e Koichi Ichikawa, induziram em 1914 a formação de tumores passando repetidamente alcatrão sobre a pele de orelhas de

³ PORTUGAL, Olympio. O problema do cancer. *O Estado de São Paulo*, 11 nov. 1909, p. 1 e TEIXEIRA, Luiz A. O controle do câncer no Brasil na primeira metade do século XX. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 17, supl. 1, p. 13-31, 2010.

⁴ BUENO, A.L.P. Contribuições... *Brasil Médico*, v. 49, p. 1286-7, 1927.

⁵ BUENO, A.L.P. Contribuições... *Brasil Médico*, v. 36, p. 924, 1927

⁶ WEINSTEIN, Bernard. Current concepts on mechanisms of chemical carcinogenesis. *Bulletin of the New York Academy of Medicine*, v. 54, n. 4, p. 366-383, 1978.

coelhos, confirmando as observações de Pott⁷. Só 15 anos depois do experimento dos dois japoneses é que o benzaantraceno foi identificado como o princípio ativo do alcatrão capaz de induzir câncer⁸.

As origens mais profundas do câncer começavam a ser pensadas, principalmente na Europa. O biólogo alemão Theodor Boveri (1862-1915) propôs, em 1914, que alterações no número de cromossomos poderia resultar em células anormais⁹. A busca por um agente causador do câncer mobilizou também os médicos brasileiros. Em 1887, o médico Domingos José Freire Jr., professor de química orgânica na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, anunciou que tinha descoberto o agente microbiano causador do câncer, a partir de amostras de tumores de pacientes inoculadas em animais, que depois apresentaram tumores similares aos das pessoas. As análises dos tecidos dos animais confirmavam suas conclusões, bastante similares às que o médico alemão Ernest Scheurlen apresentou pouco depois, naquele mesmo ano. Começou então um acirrado debate para ver quem de fato tinha o primeiro a descobrir o tal micróbio, o que garantiria um lugar na história, talvez ao lado de Pasteur e Koch; a descoberta era reivindicada também pelos médicos franceses Gustave Nepveu e Gustave Rappin e pelo italiano Giuseppe Sanarelli¹⁰. Freire reivindicou a prioridade da descoberta do chamado bacilo do cancro em um comentário publicado em janeiro de 1888 na *Gazeta Médica da Bahia*. Logo depois, em maio de 1888, um artigo da *Gazeta Médica da Bahia* equiparava os resultados de Scheurlen aos de Rappin, obtidos anos antes, e considerava o trabalho de Freire, mas reconhecia que os micróbios eram todos muito parecidos entre si e as evidências ainda não eram suficientes para se concluir algo definitivo¹¹.

Um livro e 19 artigos

As informações sobre a vida pessoal e a trajetória profissional de Pimenta Bueno são escassas. Neto de José Antonio Pimenta Bueno, 1º marquês de São Vicente (São Paulo, 1803; Rio de Janeiro, 1878) e filho de Joaquim Baptista Pimenta Bueno (Rio de Janeiro, 1850; Belém, 1896) e de Leocádia Pereira Leal Pimenta Bueno (Recife, 1859; 1903), Pimenta Bueno nasceu provavelmente em 1886 em Belém, no Pará, para onde seu pai tinha se mudado.¹² Ele se formou em medicina em 1913 e dois anos depois começou a trabalhar como professor concursado de física médica

⁷ YAMAGIWA, Katsusaburo e ICHIKAWA, Koichi. Experimental study of the pathogenesis of carcinoma. *Cancer Research*, v. 3, p. 1-21, 1918

⁸ BRANCH, Arnold. Factors in Carcinogenesis. *The Canadian Medical Association Journal*, v. 41, n. 6, p. 589-90, 1939.

⁹ MANCHESTER, Keith L. Theodor Boveri and the origin of malignant tumours. *Trends in Cell Biology*, v. 5, p. 384-7, 1995 e BIGNOLD, Leon P. *et al.* Hansemann, Boveri, chromosomes and the gametogenesis-related theories of tumours. *Cell Biology International*, v. 30, p. 640-4, 2006.

¹⁰ COSTA, Rui M. P. Entre a teoria parasitária e a oncologia experimental: uma proposta de sistematização da ciência oncológica em Portugal, 1889-1945. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 19, n. 2, p. 409-429, 2012 e BENCHIMOL, Jaime L. Domingos José Freire e os primórdios da bacteriologia no Brasil. *História, Ciências, Saúde – Manguinhos*, v. 2, n. 1, p. 67-98, 1995.

¹¹ FREIRE, Domingos. Reclamação da prioridade da descoberta do bacilo do cancro. *Gazeta Médica da Bahia*, v. 19, n. 7, p. 331-333, 1888 e O micróbio...1888.

¹² Em uma convocatória da Junta Permanente de Alistamento Militar do Distrito Federal publicada no Diário Oficial da União (DOU) de 3 de junho de 1930, o nome de Pimenta Bueno consta na Classe 1886,

na Faculdade de Medicina de Belo Horizonte, hoje integrada à Universidade Federal de Minas Gerais. Um dos sinais de sua crescente inquietação intelectual é o aparelho que ele criou para medir pressão arterial, um *Sphygmo-oscilometro mano-metrico*, do qual requisitou uma patente em 1922. O médico e escritor mineiro Pedro Nava lembrava-se que Pimenta Bueno, seu professor no curso de medicina, “falava bem, numa voz clara e era senhor de dicção invejável”¹³.

Seus textos científicos preservaram a retórica da sala de aula. Em seu livro de 1926, Pimenta Bueno apresentava o resultado de dez anos de estudos e anunciava: “Eu pude chegar a uma serie de conclusões originaes, tendo por base principios geraes de physiologia normal e pathologica” (BUENO, 1926, p. 5-6). Eram as *correlações hemáulicas*, expressão que ele havia criado para designar as reações orgânicas, vistas como um conjunto de atos fisiológicos sinérgicos, decorrentes das variações da circulação sanguínea em cada tecido, em resposta a estímulos nervosos ou hormonais – a expressão era também o título do livro de 76 páginas, impresso no Rio de Janeiro, mas não há sinais de que tenha sido adotada por outros além dele próprio.

Pimenta Bueno via qualquer atividade do organismo como “um phenomeno de energetica”, que implicava um desequilíbrio de energia ou “transformação de um certo potencial em energia actual ou dinamica, portanto em uma degradação energética”; o material energético seriam as substâncias nutritivas que abastecem o organismo para necessidades imediatas ou futuras; de modo mais amplo, o equilíbrio do organismo dependeria da circulação sanguínea, que transporta os nutrientes. Para ele, os fenômenos orgânicos seguiam um princípio da termodinâmica, o da conservação de energia: a quantidade de energia que circula em um sistema de corpos em equilíbrio como o organismo é constantemente a mesma; a célula não poderia criar nem destruir energia, era apenas um transformador de energia¹⁴.

O livro de 1926 observa que os tumores lançam na circulação sanguínea os resíduos de seu metabolismo, que aceleram a atividade celular, culminando na caquexia, a perda involuntária de peso e de ânimo que caracteriza o câncer. E apresentava as bases conceituais que ele adotou para entender o surgimento, a evolução e a expressão de tumores nos 18 artigos publicados em 1927 e 1928 na *Brasil Médico* sob o título de *Contribuição para o estudo da pathogenia, da physio-pathologia e da therapeutica do cancer, do ponto de vista da doutrina da Tropho-dynamica Funcional*, que somam 128 páginas.¹⁵

indicando que seria esse seu ano de nascimento, já que os homens no Brasil são convocados aos 18 anos (DOU, 1930). Uma nota no jornal O Pará indica que ele passou a infância em Belém, onde provavelmente nasceu, já que seus pais viviam lá: “DESASTRE. Um filho da sra. Dona Leocadia Pimenta Bueno, de nome Alfredo, estando a brincar em companhia de outros meninos, com bombas, uma rebentou-lhe no rosto, ferindo-lhe o olho esquerdo. É grave o seu estado” (Desastre, 1899).

¹³ NAVA, Pedro. Chão de ferro, São Paulo: Ateliê Editorial, 2001, p. 334.

¹⁴ BUENO, A.L.P. Correlações Hemaúlicas (Do ponto de vista da doutrina da Tropho-dynamica funcional). Rio de Janeiro, Livraria Editora Leite Ribeiro Freitas Bastos, Spicer & Cia, 1926, p. 8-9 e 28.

¹⁵ Um dos artigos de 1928, que remete aos anteriores, intitula-se “Sobre Certos Phenomenos Moleculares de Contacto Solido-Liquido”. *Brasil Médico*, v. 47, p. 1317-1323.

Um rigor crítico e às vezes cáustico transborda de seus textos. No primeiro artigo, ao apresentar seu plano de entender as origens e a evolução do câncer, ele incitava médicos e cientistas a serem mais ousados, alertando-os que não bastava acumular fatos, produzir tumores em animais de laboratório, escrever “enxertos de volume igual ao de um elephante” e saber diferenciar os tipos de tumores: “É necessário poder animar os factos recolhidos pela observação com o divino sôpro da sabedoria, construindo sobre elles as leis e os principios que, afinal, são a crystallização de nosso proprio saber sobre as cousas naturaes...” Pimenta Bueno reconhecia que a medicina ainda não contava com todos os conceitos necessários para examinar as origens do câncer, mas se sentia à vontade para enfrentar esse desafio exatamente por pensar de modo independente: “jamais reve-renciei as ideias e os conceitos pela sua origem; jamais bajulei servilmente, na inconsistencia da preguiça ou da inercia intellectual, nem os maioraes da Sciencia nem as conclusões alheias, fossem ellas de que origem fossem...” Em seguida ele lembrava “tambem os outros podem cair em erro...”¹⁶.

Seu propósito inicial era entender como os agentes biológicos (microrganismos), químicos, físicos ou ambientais atuavam no organismo de modo a acionar os mecanismos que conduziram os tecidos ao câncer. Vendo que não havia uma causa específica, ele relatou: “Os canceres independem do agente provocador”. O câncer, ele concluiu, poderia surgir até mesmo sem qualquer causa conhecida ou aparente¹⁷, nesse ponto concordando com a noção de que poderia haver uma predisposição do organismo, a chamada diátese. Ele enfatizava o uso integrado dos conceitos de química, física, físico-química, bioquímica, biologia, patologia, fisiologia e histologia para se ter uma visão ampla, e não unilateral, do câncer. Sua atenção focava-se ora no funcionamento celular, ora em todo o organismo.

Pimenta Bueno reconhecia que, nas células tumorais, os cromossomos estavam desorganizados e apresentavam uma atividade mais intensa que nas células normais¹⁸. Uma relação entre câncer e hereditariedade começava a emergir na Europa. Em seu tratado sobre tumores (de 1866, em dois volumes), o médico francês Paul Broca refez o percurso histórico do conceito de câncer – desde o médico romano Cláudio Galeno, que associava o surgimento de tumores ao estado de melancolia – e apresentava sua hipótese de que os tumores poderiam se formar muitos anos antes de os primeiros sintomas se manifestarem. Segundo Broca, a predisposição do organismo para certas doenças poderia produzir o primeiro câncer, que produz infecção, que por sua vez produz os tumores secundários, caquexia (profundo abatimento) e morte. Para mostrar a possibilidade de o câncer ser transmitido em uma mesma família, um fenômeno que muitos médicos consideravam apenas coincidência, Broca listava as 16 mortes causadas por câncer de mama em cinco gerações da família de sua esposa entre 1788 e 1856. O conceito era importante, mas o exemplo não: os

¹⁶ BUENO, Alfredo L. P. Contribuição para o estudo da pathogenia, da physio-pathologia e da therapeutica do cancer, do ponto de vista da doutrina da Trophodynamica Funcional. *Brasil Médico*, v. 15, p. 332, 1927

¹⁷ Idem, p. 334-5.

¹⁸ Idem, p. 439.

casos não haviam sido documentados, o câncer de mama é relativamente comum – seu aparecimento em uma linhagem familiar pode ser ao acaso – e os portadores de genes causadores de câncer de mama podem nunca desenvolver a doença, dificultando as análises¹⁹. Pouco depois, no Rio de Janeiro, o médico Hilário de Gouvêa ofereceu uma evidência mais consistente de uma causa genética hereditária do câncer ao rastrear e identificar uma forma rara de câncer hereditário de retina chamada retinoblastoma em uma mesma família²⁰.

Nos artigos seguintes, Pimenta Bueno examinou o câncer como uma síndrome, que poderia se manifestar localmente, em um órgão ou tecido mais sensível, de modo espontâneo ou induzido, por exemplo, por uma irritação. O crescimento das células tumorais dependeria do metabolismo dos órgãos e dos sentidos, mais exatamente do excesso de nutrição local, a chamada hiperemia, o aumento da quantidade de sangue em um tecido²¹. Ao ver que doenças como a catarata, a perda da transparência do cristalino do olho, poderiam ser causadas pelos mesmos agentes físicos, como o calor, raios ultravioleta ou raios X, ele concluiu que o câncer resultava da destruição de proteínas celulares, “um processo verdadeiramente lytico”, como ele dizia, causado pela hiperidratação dos tecidos (de fato, como se verificou muitas décadas depois, o crescimento das células tumorais implica, de fato, a destruição das células normais, essencialmente por espalhamento de substâncias ácidas e de fatores de contenção de crescimento das células saudáveis vizinhas às tumorais, aparentemente não por acúmulo de água). A partir desse raciocínio, Pimenta Bueno chamou a catarata de câncer do cristalino, onde até aquele momento ainda não havia sido identificado nenhum outro tipo de tumor²², mas hoje se sabe que a catarata não está ligada ao câncer.

Conclusões

Pimenta Bueno desenvolveu uma visão aprofundada, original e abrangente sobre a origem do câncer, que merece ser detidamente examinado por historiadores da ciência, médicos e cientistas. Por limitações conceituais e instrumentais de sua época, ele não pôde ir além na confirmação ou retificação de suas conclusões, mas muitas de suas conclusões estavam corretas. O bioquímico alemão Otto Warburg, embora não tenha sido mencionado nos artigos da *Brasil Médico*, tinha descrito em 1924 os mecanismos próprios de produção de energia (glicose) adotados pelas células tumorais, resultando em resíduos ácidos que, ao se espalharem, prejudicam as células saudáveis²³.

¹⁹ BROCA, Paul P. *Traité des tumeurs*. 1st ed. Paris: Asselin; 1866 e KRUSH, Anne J. Contributions of Pierre Paul Broca to Cancer Genetics. *Transactions of the Nebraska Academy of Sciences and Affiliated Societies*. Paper 316, 1979.

²⁰ MUKHERJEE, Siddhartha. Imperador de todos os males - Uma biografia do câncer. Cia. das Letras, SP, 2012 e MONTEIRO, Álvaro N. e WAIZBORT, Ricardo. The accidental cancer geneticist: Hilário de Gouvea and Heredity Retinoblastoma. *Cancer Biology and Therapy*, v. 6, n. 5, p. 811-3, 2007.

²¹ BUENO, A.L.P. Contribuições.... *Brasil Médico*, v. 18, p. 442, 1927.

²² BUENO, A.L.P. Contribuições.... *Brasil Médico*, v. 20, p. 468, 1927.

²³ WARBURG, Otto *et al.* Ueber den Stoffwechsel der Tumoren; *Biochemische Zeitschrift*, Vol. 152, pp. 319-344, 1924 e WARBURG, Otto. On the Origin of Cancer Cells. *Science*, v. 123, n. 3191, p. 309-14, 1956.

Em seu livro de 1935 sobre câncer, o médico paulista Antonio Prudente, responsável pela criação do Hospital do Câncer de São Paulo, um dos primeiros centros de atendimento nessa área, em funcionamento desde 1953 na capital paulista, também mencionou a acidose como uma característica dos tecidos tomados por células tumorais²⁴. Nos Estados Unidos, Robert Gatenby apresentou em 1995 sua hipótese de que a intensificação da síntese de glicose em células tumorais poderia gerar acidez – e, por causa do excesso de íons hidrogênio (H⁺), os tumores se tornariam eletricamente positivos²⁵. A acidez poderia modificar o equilíbrio bioquímico do tumor, selecionar as células tumorais, deixando apenas as mais resistentes, eliminar as células sadias próximas e permitir às células tumorais migrarem para outras regiões do organismo.

A compreensão dos mecanismos genéticos e hereditários do câncer só seria possível depois da descoberta da estrutura da molécula de DNA, um dos alvos principais das mutações que favorecem o crescimento de tumores, em 1953.

²⁴ PRUDENTE, A. O câncer – precisa ser combatido. São Paulo, Calvino Filho, 1935 e IORI, Cristina e NASSIF, Eliana L. Antonio Prudente: Turning Dreams into Reality. *Applied Cancer Research*, v. 25, n. 2, p. 93-10, 2005.

²⁵ GATENBY, Robert. The potential role of transformation-induced metabolic changes in tumor-host interaction. *Cancer Research*, v. 55, n. 18, p. 4151-6, 1995.



ENTREVISTA – INTERVIEW

Os inventos e a pintura de Leonardo da Vinci

Mario Taddei

Fundador do Museu Leonardo3, entrevistado por Leila Kiyomura, do Jornal da USP em 09/04/2019.

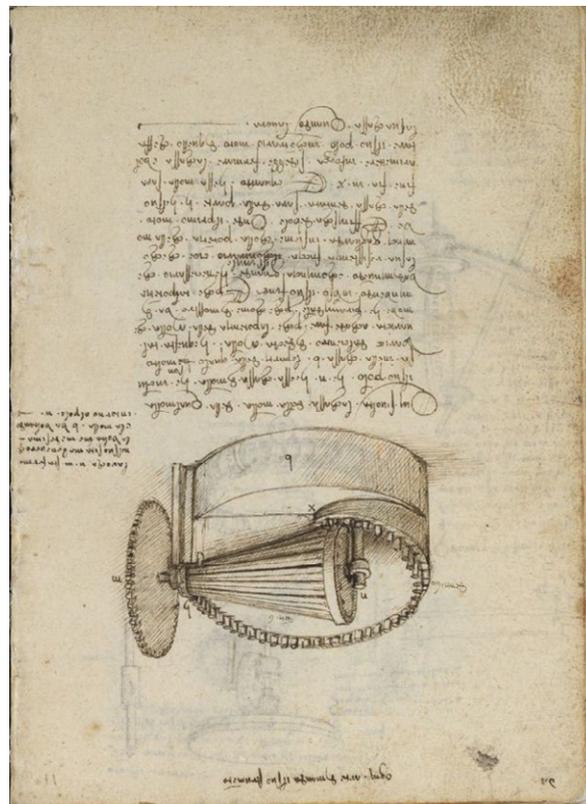


Desvendar cada linha das incontáveis páginas escritas por Leonardo da Vinci é o caminho que o pesquisador Mario Taddei vem trilhando há 15 anos para buscar o verdadeiro gênio da arte e da ciência. Uma busca que resultou em diversos livros, exposições e a fundação do Museu Leonardo 3, em Milão. Foi a história da pesquisa e da descoberta desses manuscritos que abriu o 2º Congresso de História da Ciência e da Técnica: *Desafios Contemporâneos* realizado de 8 a 10 de abril de 2019, no Anfiteatro Nicolau Sevcenko, no prédio de Geografia e História da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH) da USP. O evento foi organizado pelo Centro de História da Ciência (CHC) da USP, contando com a colaboração do Instituto de Estudos Avançados (IEA), também da USP.

Mario Taddei vem construindo, na forma original, os inventos do cientista como a asa voadora ou ornitóptero, as máquinas militares, os equipamentos de mergulho, submarinos, entre outros 200 projetos de Leonardo da Vinci.

Em entrevista exclusiva para Leila Kiyomura, do *Jornal da USP*, o pesquisador observa que a produção do célebre pintor é muito pequena diante dos inventos do cientista. Porém, reconhece: “Apenas o tratado de pintura publicado após a sua morte contribuiu grandemente para a história da arte. Mas se ele tivesse publicado seus estudos mecânicos e científicos, hoje já estaríamos em Marte”.

No decorrer deste ano, os 500 anos da morte de Leonardo da Vinci serão reverenciados. Para Mario Taddei, o mais importante é continuar apresentando o trabalho do pintor cientista como uma referência para as novas gerações. “Uma arte e ciência para que as nossas crianças e jovens possam entender que, com estudo e paixão, todos podem se tornar Leonardo da Vinci.”



Como o senhor analisa a criatividade de Leonardo da Vinci como artista e cientista?

Mario Taddei – Leonardo é universalmente conhecido como o maior artista de todos os tempos, mas quantas pinturas ele realizou em sua vida? Se pensarmos sobre isso, fez muito pouco. No entanto, ganhou notoriedade como o maior gênio de todos os tempos. E ele é realmente um grande gênio, o inventor de incríveis máquinas e precursor de tudo o que temos hoje: avião, carro, tanque, paraquedas, metralhadora, helicóptero e é

apontado até mesmo como o inventor da bicicleta. Isto é divulgado em inúmeras exposições e livros que estão espalhados por todo o mundo. Mas infelizmente tudo isso é falso. Inicialmente, eu também acreditei em todas essas coisas. Mas quando comecei a estudar e pesquisar os manuscritos de Leonardo, fui me deparando com a verdade, que pode ser terrível, porém, fascinante e importante. Leonardo copiou as máquinas famosas que foram atribuídas à sua autoria. Para dar dois exemplos muito simples, basta pensar no desenho do homem inscrito em um círculo e um quadrado, o conhecido “O Homem de Vitruvius”. Esta ilustração foi criada a partir do conceito do arquiteto Marcos Vitruvius Polião. Leonardo copiou e documentou o seu conceito. Porém, agora ninguém lê mais os documentos. Todos confiam no sentimento comum e no que é dito em livros estúpidos, documentários e exposições horríveis.

Os manuscritos então derrubam o mito do gênio revolucionário? Há outros exemplos que o senhor destacaria?

Mario Taddei – Outro exemplo é a máquina que usei quando criança em um museu. Ou seja, um parafuso inclinado que girava em uma bacia de água. Muitos atribuem a invenção a Leonardo, mas na realidade é o parafuso de Arquimedes, que viveu entre 287 e 212 a.C. Leonardo estudou o parafuso e desenhou uma nova versão. A bicicleta é, em seguida, um escárnio colossal, foi desenhada em 1800 por alguém dentro do código do Atlântico e muitos acreditavam que era do pintor inventor.

Então qual é a verdadeira face do inventor?

Mario Taddei – A coisa incrível que me levou a “revolucionar” os estudos sobre Leonardo é que, uma vez superados esses famosos e falsos assuntos, ainda existem cerca de 6.000 manuscritos reveladores. Depois de copiar as primeiras 20/30 máquinas famosas de autores e livros medievais e renascentistas, Leonardo apaixonou-se por ciência e mecânica e começou a inventar e desenvolver novas máquinas e novos conceitos. No entanto, estes são difíceis de interpretar porque Leonardo não criou belos desenhos que são compreensíveis para todos. Meu trabalho por mais de 15 anos tem sido buscar e pesquisar este novo Leonardo, muito mais fascinante e importante do que todos acreditam saber. O segredo de Leonardo, o verdadeiro é, portanto, o de ter estudado e copiado muito. Um trabalho que o levou à paixão e dedicação às novas descobertas. Em Milão, em 1482, ele torna-se o grande artista e cientista, utilizando a natureza como a grande ferramenta da criatividade.

Quando e por que o senhor decidiu construir as invenções de Leonardo da Vinci?

Mario Taddei – Comecei a construir as máquinas simples e triviais de Leonardo quando jovem, copiando aquelas feitas em museus, quando, mais tarde, percebi que o verdadeiro Leonardo esconde suas máquinas reais em manuscritos difíceis de interpretar. Porém, continuei montando suas máquinas com o firme propósito de entender se esses trabalhos e, acima de tudo, a construção direta de suas máquinas são os caminhos para entender seriamente as anotações que ele nos deixou. O próprio Leonardo escreveu e nos ensinou que não há conhecimento sem experiência. Portanto, é através da experimentação prática da construção das máquinas que busco encontrar o verdadeiro espírito de Leonardo. A prática e a experimentação direta na pintura e na construção de máquinas são os instrumentos de investigação para chegar aos manuscritos do cientista. De outro modo, a verdadeira história de Leonardo ficaria à mercê apenas de livros e textos filosóficos que ele tanto odiava e evitava.



Como o senhor analisa o impacto dessas invenções?

Mario Taddei – Se Leonardo realmente tivesse inventado um helicóptero, um avião e um carro, hoje o mundo inteiro deveria muito dinheiro com direitos autorais para Leonardo! Na realidade, infelizmente, todos os seus estudos permaneceram escondidos em seus cadernos e em seus códigos e não contribuíram muito para a história da ciência

porque nunca foram publicados. Apenas o tratado de pintura publicado após a sua morte contribuiu grandemente para a história da arte. Mas se ele tivesse publicado seus estudos mecânicos e científicos, hoje já estaríamos em Marte. No entanto, algumas máquinas e experiências de Leonardo deram o estímulo e o conhecimento para criar outras máquinas. A história lembra, por exemplo, seu leão robô, que inspirou outros robôs ano após ano. É assim que a história funciona.

Quais são as contribuições da trajetória de Leonardo da Vinci para o conhecimento atual?

Mario Taddei – Como expliquei, Leonardo não pôde publicar seus estudos e muito se perdeu. Suas pinturas e o tratado de pintura são a base da arte dos séculos seguintes. Mais do que um inventor de máquinas, Leonardo é um homem que inspirou e impressionou gerações inteiras. Hoje, sua importância é fundamental para incentivar os jovens a estudar e usar a criatividade como ele fez. “Uma arte e ciência para que as nossas crianças e jovens possam entender que, com estudo e paixão, todos podem se tornar Leonardo da Vinci...”

Como o senhor conseguiu reconstruir essas invenções?

Mario Taddei – Minha pesquisa é baseada principalmente no uso de tecnologia digital. Depois de estudar livros, tratados e observar os originais, o trabalho vai para o computador, onde posso fazer os modelos e experimentos de Leonardo em um ambiente virtual. Criei uma espécie de carpintaria virtual infinita, um laboratório virtual onde é possível construir máquinas e ver se elas funcionam antes mesmo de ir ao laboratório. Uma vez que os modelos em animação e funcionamento 3D são realizados, é mais fácil fazer o modelo de madeira real no laboratório. A realização prática do modelo é fundamental, mas, muitas vezes, percebemos como algumas coisas realmente funcionam e outras não. O feedback contínuo entre realidade e virtual permite que você ajuste e experimente até chegar a um protótipo em um curto espaço de tempo.

Há quanto tempo você está pesquisando e quem está patrocinando este trabalho?

Mario Taddei – Na verdade, pesquiso Leonardo da Vinci desde criança, e aos poucos, livro a livro, fiz centenas de máquinas e milhares de modelos tridimensionais. Inicialmente escrevi livros para outras editoras e organizei exposições com outros autores importantes. Carlo Pedretti, por exemplo, me ensinou a ler Leonardo diretamente. Então, depois de ter fundado a empresa Leonardo3 com Edoardo Zanon e Massimiliano Lisa, conseguimos realizar primeiro uma exposição e depois um museu no centro de

Milão, na Piazza Scala. Trata-se do Museu Leonardo³, onde é possível observar um Leonardo nunca visto antes, incluindo todos os estudos, fatos e milhares de manuscritos. E hoje, além do museu, temos algumas exposições itinerantes que viajam pelo mundo para trazer essa nova visão para todos. Nunca recebi nenhum financiamento e foi muito difícil no começo, mas sem jamais desistir. Hoje, tudo o que fazemos é financiado pelas mesmas exposições e pelo nosso museu com apenas a participação dos visitantes. O mais importante para mim é inspirar as novas gerações. Revelar os inventos e o pensamento que Leonardo deixou. Uma arte e ciência para que as nossas crianças e jovens possam entender que, com estudo e paixão, todos podem se tornar Leonardo da Vinci.



EXPEDIENTE KHRONOS, REVISTA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA

Reitor: Vahan Agopyan
Vice-Reitor: Antonio Carlos Hernandes

CHC – Centro Interunidades de História da Ciência

Diretor: Gildo Magalhães
Vice-diretor: João Francisco Justo Filho

Comissão Editorial:

Gildo Magalhães dos Santos Filho
Flávio Ulhoa Coelho
João Francisco Justo Filho
José Roberto Machado Cunha Silva
Mayra Laudanna
Sara Albieri

Conselho Editorial:

Amâncio Cesar Santos Friaça (USP – IAG)	André Argollo (UNICAMP)
André Mota (USP – FM)	Antônio Carlos Cassola (USP – ICB)
Flavio Ulhoa Coelho (USP – IME)	Francisco Assis Queiroz (USP – FFLCH)
Francisco Rômulo Monte Ferreira (UFRJ)	Gerda Maisa Jensen (USP – IB)
Gildo Magalhães dos Santos Filho (USP – FFLCH)	Ivã Gurgel (USP – IF)
João Francisco Justo Filho (USP – POLI)	José Roberto Machado Cunha da Silva (USP – ICB)
Maria Amélia Mascarenhas Dantes (USP – FFLCH)	Márcia Regina Barros da Silva (USP – FFLCH)
Mayra Laudanna (USP – IEB)	Roni C. D. de Menezes (USP – FE)
Rui Moreira (Universidade de Lisboa)	Sara Albieri (USP – FFLCH)

Comitê de Publicação:

Editor responsável:	Gildo Magalhães dos Santos Filho
Editor gerente:	Lauro Fabiano de Souza Carvalho
Assessoria editorial:	Camille Cardoso Danielle Rodrigues Amaro Henrique Carvalho Iwamoto Mariana Luis de Mello Raiany Oliveira
Secretária:	Adriana Antunes Casagrande de Luca
Secretário:	Gustavo Antonio de Carvalho

Contato: Revista Khronos – CHC/USP
Av. Prof. Lineu Prestes, 338 – Térreo
Cidade Universitária – São Paulo – SP
CEP 05508-900
e-mail khronos.revista@gmail.com
Sítio do CHC: <http://chc.fflch.usp.br/>
Sítio da Khronos: <http://www.revistas.usp.br/khronos>
telefones (11) 3091-3776 – 3091-2063

Capa deste número: autoria de Camilie Cardoso, a partir da ilustração *Sculptura Aes* (1591), de Johannes Stradanus, Museu Boijmans, disponível em
<<https://www.boijmans.nl/en/collection/artworks/118920/sculptura-in-aes>>.