

Suzilene D. L. Campos
Elane C. Soares

**ENSINO DE
CIÊNCIAS
NATURAIS NA
INTERFACE
COM A RELIGIÃO**

**Subsídios teóricos e
historiográficos**



Ensino de Ciências Naturais na Interface com a Religião

Suzilene D. L. Campos
Elane C. Soares

ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS NA INTERFACE COM A RELIGIÃO

Subsídios teóricos e historiográficos

Copyright (c) Suzilene Damazio de Lara Campos/Elane Chaveiro Soares, 2021.

A reprodução não autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº9.610/98.

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

CAMPOS, Suzilene Damazio de
Lara; SOARES, Elane Chaveiro.
**Ensino de Ciências Naturais
na interface com a Religião:
subsídios teóricos e
historiográficos.** Programa de
Pós Graduação em Ensino de
Ciências Naturais, UFMT,
Cuiabá – MT: 2021.

ISBN:

1. Ensino de Ciências Naturais 2.
História da Ciência 3. Ciência e
Religião 4. Conhecimento e Crença
Religiosa

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
PARTE I SOBRE HISTÓRIA DA CIÊNCIA	
1 HISTÓRIA DA CIÊNCIA: aspectos introdutórios e utilidade para o Ensino de Ciências Naturais	10
PARTE II EPISÓDIOS DA CIÊNCIA: RECONTANDO A HISTÓRIA	
2 A CIÊNCIA NA IDADE MÉDIA E NO RENASCIMENTO	29
3 A REVOLUÇÃO COPERNICANA E O CASO GALILEU	43
4 O MECANICISMO DE ROBERT BOYLE E ISAAC NEWTON	52
5 CRIAÇÃO, EVOLUÇÃO E O CASO SCOPES	61
6 A CIÊNCIA NO SÉCULO XX: O CASO DA NOVA FÍSICA	69
7 A DESCOBERTA E O MAPEAMENTO DO DNA HUMANO	77
PARTE III CONSIDERAÇÕES PARA A PRÁTICA PEDAGÓGICA	
8 E AGORA, COMO ENSINAREMOS?	87
GLOSSÁRIO	91
ÍNDICE REMISSIVO	94

APRESENTAÇÃO

Este livro paradidático é um produto educacional construído a fim de atender um dos requisitos exigidos pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais da Universidade Federal de Mato Grosso (PPGECN / UFMT) e está estruturado em três partes principais.

A primeira parte é destinada à apresentação da História da Ciência (HC) como área de conhecimento específica, bem como, dos métodos e processos usados na área para produção de conhecimento. Nesta parte, também são expostos alguns conceitos importantes em HC e que aparecem no decorrer das discussões propostas no livro.

Na segunda parte, apresentamos alguns episódios da HC em que os campos da Ciência e da Religião se relacionaram de algum modo. A seleção desses episódios foi feita mediante o estudo de referenciais teóricos sobre o tema bem como, a partir da análise dos Projetos Pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Biologia, Física e Química, em cujas bibliografias indicadas foram selecionados e analisados livros a fim de escolher os episódios históricos abordados neste livro paradidático.

Estes episódios, recontados aqui, foram dispostos seguindo a ordem cronológica de acontecimentos, deste modo, propiciamos ao leitor uma jornada panorâmica, desde o estabelecimento dos fundamentos da Ciência Moderna (ainda na Idade Média) até a corrida para decifrar o DNA humano (que teve seu início no final do século 20 e seu término no início do século 21).

Na terceira parte, por fim, buscamos ajudar professores em formação, bem como aqueles que já atuam profissionalmente, na maneira de utilizar este produto. Para tanto, é feita uma breve orientação de como utilizar o conteúdo compilado neste livro.

Ao propormos um produto que contemple o ensino de ciências naturais na interface com a religião, por intermédio de aspectos teóricos da HC, questões acerca do contexto religioso e científico brasileiro podem surgir. Nesse sentido, é fundamental que consideremos a pluralidade de formas de interpretar a relação ciência e religião. Dentre os diversos modelos que elucidam essa relação, a tipologia quádrupla de Ian Barbour¹ – que engloba as perspectivas do conflito, da integração, do diálogo e da independência entre os campos da ciência e religião – é uma das mais conhecidas. Modelos como esses nos ajudam a entender formas distintas de interpretação do referido relacionamento, no entanto, nenhum deles pode ser proposto como suficiente para elucidar de modo satisfatório e definitivo a relação ciência e religião. O historiador da ciência John Hedley Brooke, por exemplo, defende a tese de que a complexidade ilustra melhor a relação supracitada.

¹ Os modelos elucidados por Ian Barbour são apresentados pedagogicamente por Nóbrega e Soares (2021) no E-book *Ciência e Religião no Ensino de Ciências Naturais: Pode isso?*, disponível em: <https://f3286f62-e14d-4952-ad27-eac5c2feb473.usrfiles.com/ugd/f3286f_46ffaa3afe784cb897cf0ff89e9ff6df.pdf> Nessa obra, dentre outras coisas, as autoras salientam a possibilidade de associação entre os campos da ciência e da religião, discutindo tais modelos.

Um último destaque refere-se à atenção dada para Europa Ocidental no que tange ao aspecto religioso e, conseqüentemente, à religião cristã e sua relação com a ciência. Essa atenção encontra respaldo nos escritos de Peter Harrison que entende a relação ciência e religião cristã como paradigmática.

Nosso intuito principal é proporcionar subsídios teóricos e historiográficos, que possam ser usados no ensino de ciências naturais. Embora tenhamos consciência de que a temática ciência e religião possa ter um público vasto, nosso foco primário está em professores de ciências naturais em formação, seja ela inicial ou continuada. Nesse sentido, a forma de referenciar os fragmentos textuais utilizados, foi escolhida com o intuito de servir como coordenadas para que o leitor possa, caso queira, aprofundar-se nos assuntos apresentados neste livro. Não temos a pretensão de esgotar a temática nem de vencer debates. Almejamos, simplesmente, apresentar perspectivas interessantes e relevantes para o professor em formação e demais interessados pela temática.

Desejamos a todos uma boa e proveitosa leitura!

*“Não é reprovável a ciência ou qualquer
outro conhecimento das coisas, pois é boa
em si e ordenada por Deus;”*

Thomas de Kempis

PARTE I

SOBRE HISTÓRIA DA CIÊNCIA

HISTÓRIA DA CIÊNCIA: aspectos introdutórios e utilidade para o Ensino de Ciências Naturais

Para iniciarmos nossa jornada pela História da Ciência (HC) é importante compreendermos alguns aspectos característicos dessa área de conhecimento. E é justamente isso que buscamos propiciar aos leitores neste capítulo introdutório. Nosso objetivo, por ora, é o de apresentar o que é a História da Ciência, como ela surgiu e se desenvolveu, de que modo e por quem ela é feita, e, por fim, qual a importância da HC para o Ensino de Ciências. Esperamos que, com esses esclarecimentos iniciais, os demais capítulos possam ser compreendidos mais facilmente, possibilitando a apropriação do conhecimento contido neste livro. Vamos à leitura?

HISTÓRIA DA CIÊNCIA, O QUE É ISSO?

A primeira característica a ser enfatizada, para compreendermos o que é a História da Ciência (HC) como área de conhecimento específica, é que não basta que juntemos o que sabemos sobre **História** ao que sabemos sobre **Ciência** para termos ideia da dimensão da HC. A princípio, podemos nos atentar ao perfil interdisciplinar que a área possui. Lembrando que, dizemos que algo é interdisciplinar quando existe o estabelecimento de relações entre duas ou mais disciplinas, ou ramos do conhecimento, na construção desse algo. Neste caso em questão, ao dizermos que a HC é interdisciplinar queremos dizer que ela, bem como o conhecimento por ela produzido, emerge da relação estabelecida, ou da interface existente, entre diferentes disciplinas e áreas do conhecimento. Tendo isso em mente, agora podemos ir em busca do que é a HC. Vejamos abaixo uma definição ampla para ela que nos permitirá explicar várias questões interessantes para o nosso propósito:

História da Ciência é o estudo da(s) forma(s) de elaboração, transformação e transmissão de conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, em diferentes épocas e culturas.

Percebemos que essa definição de HC é bastante abrangente. Sendo assim, se a destrincharmos, conseguiremos explorá-la melhor, e isso facilitará nossa compreensão. Vamos por partes, para não nos perdermos. Em primeiro lugar, podemos perceber que a HC se trata de um tipo específico de **estudo**. Em segundo lugar, percebemos que esse estudo busca compreender a **maneira que o conhecimento** - sobre a natureza, as técnicas e as sociedades – **é elaborado, transformado e transmitido**. E, em terceiro lugar, vemos que esse estudo busca compreender a elaboração, transformação e transmissão do referido conhecimento, **tendo em vista diferentes épocas e culturas**.

Note que, o segundo e o terceiro pontos nos permitem identificar ao menos três esferas disciplinares, e são essas esferas disciplinares que constituem a HC (Fig. 1). O segundo ponto se refere à esfera epistemológica; e, o terceiro se refere às esferas histórica e sociológica. Cada uma dessas esferas (ou áreas) disciplinares envolvidas na HC possui um objeto de estudo. A epistemologia – que pode ser compreendida como um dos ramos da filosofia que estuda o conhecimento humano – tem como objeto **a(s) formas de elaboração, transformação e transmissão de conhecimentos**. Esses estudos, além de tratarem da elaboração do conhecimento científico, tratam da comparação dos diversos conceitos da ciência. A epistemologia também se encarregará de estudar as condições e os limites de validade do conhecimento científico.

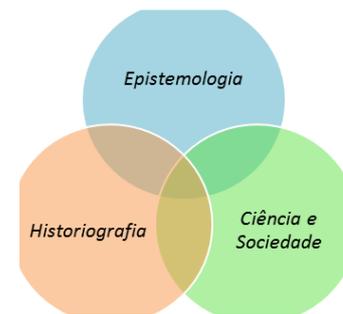


Fig. 1

O objeto de estudo da História, por sua vez, é o conjunto de conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, em **diferentes épocas**. Esse conjunto de conhecimento abrange todo conhecimento científico elaborado ao longo do tempo.

Já o objeto de estudo da sociologia é o conjunto de conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, em **diferentes culturas**. Em outras palavras, o estudo sociológico leva em conta os **aspectos contextuais** em que se dá a construção do conhecimento científico. Ou seja, o estudo sociológico considera os diversos aspectos da sociedade, desde o aspecto político e econômico até mesmo o aspecto religioso.

MAS, DE ONDE VEIO A HISTÓRIA DA CIÊNCIA? COMO ELA SURTIU?

Uma característica interessante da HC é o fato dela ter nascido ligada à Ciência Moderna (nos séculos 16 e 17). E é justamente deste período e contexto que ela vem. Em capítulos posteriores trataremos mais detidamente sobre o surgimento e consolidação da Ciência Moderna

Ocidental. Todavia, o que nos importa agora é entender porque o advento da Ciência Moderna originou a HC.

Os séculos 16 e 17 foram marcados por debates calorosos em torno da formação da Ciência. Foi nesse período que ocorreu a tão mencionada **Revolução Científica**, ocasião em que Copérnico propôs um sistema cosmológico diferente daquele que predominava em sua época. Não se preocupem com isso agora, pois trataremos de modo mais detalhado sobre o copernicanismo no capítulo 3. Mas, no momento, esse episódio nos interessa porque ele nos ajuda a compreender em qual contexto surge a HC. É sabido que as discussões ocasionadas por conta das propostas copernicanas foram muitas, isso implicou numa série de querelas científicas (ou não). É nesse contexto de discussões fervorosas que a HC emerge. Devido a isso, a HC se apresentava como uma espécie de justificativa para a Ciência que estava sendo construída.

Uma das questões centrais do referido período girava em torno das fontes de conhecimento utilizadas para a construção da ciência. Ou seja, quais fontes deveriam ser exploradas para a construção do conhecimento científico? A resposta à essa pergunta não era unânime,

[...] alguns achavam que a Ciência deveria retomar os conhecimentos clássicos. – por pensadores que vão de Tales de Mileto e Aristóteles – e passaram para a civilização helenística e o mundo romano (daí que alguns estudiosos chamem esse período de clássico greco-romano). Já outros pensavam que o melhor seria acabar com os conhecimentos clássicos, começar da estaca zero e ouvir da própria natureza o que ela teria a contar.

ALFONSO-GOLDFARB, 1994, p. 10.

Essa tensão entre os defensores do conhecimento clássico e os defensores do conhecimento moderno, na época em que a Ciência Moderna dava seus primeiros passos, motivou os envolvidos no processo a usarem histórias (ou estórias) para justificar suas respectivas ideias e correntes de pensamento. Ou seja, aqueles que defendiam o uso do conhecimento clássico, para a construção da ciência, adotavam uma visão continuísta do desenvolvimento científico. Já os defensores do conhecimento moderno adotavam uma visão descontinuísta. Essa tensão manifesta, ao menos veladamente, uma das duas querelas características da HC. Trata-se do debate entre o **continuismo** e o **descontinuismo**. No entanto, conforme a Ciência foi ganhando credibilidade, o debate foi se esvaindo (entre os séculos 18 e 19), e, conseqüentemente, a necessidade de a Ciência ser justificada deixou de existir. Sendo assim, durante algum tempo, a HC passou a se apresentar como uma espécie de crônica da Ciência simplesmente, e era utilizada para auxiliar seu ensino demonstrando o que fora **certo** e **errado** durante o desenvolvimento científico, sendo que era considerado como **certo** tudo aquilo que havia contribuído para a constituição da Ciência daquele momento, e **errado** tudo aquilo que havia atrapalhado.

Somente no século 20, após as sérias transformações e abalos **internos** (decorrentes das questões científicas propriamente ditas, como o advento da nova física) e **externos** (decorrente das questões socioculturais, como o desencanto com a ciência no pós-guerra) é que a HC foi revisitada. Essa retomada do interesse pela HC ocorreu devido ao perfil que a própria área sempre possuiu. Como vimos acima, a HC é caracterizada pela interdisciplinaridade. Deste modo, quando a ciência foi abalada no século 20, toda gama de conhecimento necessário, para investigar e discutir as questões suscitadas pertencia, não apenas à Ciência propriamente dita, mas à filosofia (epistemologia), à sociologia (Ciência e Sociedade), à história (historiografia), etc.

Foi também no século 20 que a HC foi institucionalizada. E, conjuntamente à sua institucionalização, houve a realização de eventos acadêmicos específicos da área, bem como a criação de cursos e periódicos especializados. (Beltran, Saito, Trindade, 2014, p. 14). Foram criadas também associações, com o intuito de fortalecimento da área. A mais antiga dessas associações é a *History of Science Society*² (HSS) [Sociedade de História da Ciência], fundada em 1924 por George Sarton (1884 - 1956) e Lawrence Joseph Henderson (1878 - 1942) em Washington DC. A HSS foi criada com o objetivo de garantir o futuro da *Ísis*, uma revista internacional de História da Ciência fundada por George Sarton na Bélgica em 1912. No âmbito nacional temos a *Sociedade Brasileira de História da Ciência*³ (SBHC), fundada em 1983 com o objetivo de promover e divulgar estudos sobre História das Ciências e seus campos afins. A SBHC é filiada a duas outras associações científicas, sendo elas a *International Union of History and Philosophy of Science – Division of History of Science and Technology* (IUHPS/DHST) [União Internacional de Filosofia e História da Ciência – Divisão de História da Ciência e Tecnologia] e a *Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência* (SBPC).

Outro aspecto interessante que podemos destacar é que, apesar da HC se desenvolver no interior da Ciência, ela sempre esteve mais próxima da filosofia do que da história propriamente dita. Até meados do século 20, a História da Ciência tinha pouco dos métodos e procedimentos da história. E quando, finalmente, passou a usá-los, a HC já tinha seus próprios defeitos e qualidades. Conforme a HC se desenvolvia, foi combinando os elementos – assimilados, filtrados e adaptados – da história àqueles das várias ciências humanas, tais como a Sociologia e a Antropologia. (Alfonso-Goldfarb, 1994. pp. 8,9). Gradativamente, foram criados métodos e processos que possibilitaram a História da Ciência adaptar a variedade de conhecimentos vindos dessas áreas diversas, o que permitiu a formação de um campo original de pesquisa, que possui vida própria e mantém comunicação constante com as áreas mencionadas. Com a constituição de

² Para conhecer mais sobre a HSS [Sociedade de História da Ciência] visite: <https://hssonline.org/about/history-of-the-society/>

³ Para conhecer mais sobre a SBHC [Sociedade Brasileira de História da Ciência] visite: <https://www.sbh.org.br/site/capa>

uma área de conhecimento específica, surge então a figura do **historiador da ciência**, do qual falaremos um pouco mais adiante.

COMO SE FAZ HISTÓRIA DA CIÊNCIA?

Para entendermos como se faz História da Ciência é interessante que falemos sobre alguns conceitos específicos da área. Alguns desses conceitos já foram mencionados anteriormente, como é o caso do **continuismo** e do **descontinuismo**. Agora, no entanto, tentaremos nos aprofundar um pouco mais em alguns aspectos conceituais da HC e também no ofício de **historiador da ciência**.

Vocês devem estar lembrados de que, quando falamos sobre o surgimento da HC destacamos o fato dela ter nascido ligada à Ciência Moderna. Já sabemos que a HC surgiu como uma espécie de justificativa para a ciência que estava emergindo nos séculos 16 e 17. E que, naquele contexto, o debate entre qual a melhor fonte de conhecimento para a atividade científica era um dos mais fervorosos. Inicialmente, com a proposição do novo modelo astronômico de Copérnico, o conhecimento científico se configurava como um conhecimento que rompera com a visão ptolomaica. Nesse sentido, podemos dizer que a substituição do modelo geocêntrico (modelo astronômico que diz que a terra é o centro do universo) pelo modelo heliocêntrico (modelo astronômico que diz que o sol é o centro do universo) manifestava uma descontinuidade no conhecimento científico. No entanto, conforme a Ciência foi ganhando espaço e credibilidade, essa noção foi sendo deixada de lado.

Há autores que defendem a tese de que a forma como a HC era escrita no auge da Ciência Moderna tendia para uma perspectiva continuísta, sendo que esta foi a perspectiva predominante por muito tempo. Foi a partir de estudos de Gaston Bachelard⁴ (1884-1962) que a ideia de que o desenvolvimento da ciência se dá de modo contínuo passou a ser questionada. Pois, Bachelard (Fig. 2) percebeu que existe a ocorrência de supostas rupturas no percurso de construção da ciência.

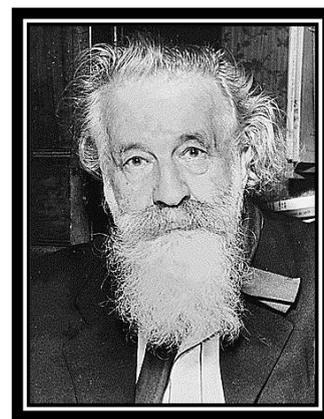


Fig. 2

⁴ Gaston Bachelard foi cientista, filósofo e poeta francês. Sobre sua perspectiva epistemológica é interessante observar que, embora ele tenha rompido com a ideia continuísta e cumulativa da ciência, ele ainda tinha a ideia de progresso científico enraizada em seu pensamento devido a sua adesão ao positivismo. (Beltran; Saito; Trindade, 2014).

Outro epistemólogo importante para compreendermos o debate entre **continuismo** e **descontinuismo** é o físico e historiador da ciência norte americano Thomas Samuel Kuhn (1922-1996). Seu livro *A estrutura das revoluções científicas* (1962)⁵ é uma das obras de divulgação científica mais lidas de todos os tempos, e nela Kuhn (Fig. 3) externa um pouco sobre seu pensamento acerca da ciência, a partir de uma perspectiva histórica. Para ele as teorias científicas são transitórias e não verdades definitivas. Ao enfatizar aspectos históricos e sociais, a argumentação de Kuhn serviu para criticar a historiografia tradicional de sua época. A proposta de Kuhn dizia basicamente que, no decorrer da história da ciência, ocorrem revoluções científicas, e isso é manifesto pela mudança de paradigmas científicos, o que implica num conhecimento científico não linear e não cumulativo, mas sim um conhecimento cuja construção é marcada por crises, rupturas e revoluções.

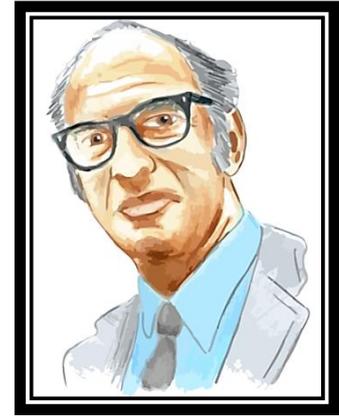


Fig. 3

Ele [Kuhn] explicou essa estrutura com grande cuidado, atribuindo um nome útil a cada nó da estrutura. [...] Tal é a estrutura das revoluções científicas: **ciência normal** com um **paradigma** e dedicação para **solucionar quebra-cabeças**; seguida de sérias **anomalias**, que conduzem para uma **crise**; e finalmente resolução da crise por meio de um **novo paradigma**.

HACKING IN KUHN, 2013, P. 13, 14.

A sequência desses *nós* mencionada na citação acima pode ser entendida como a seguinte: **1) Ciência Normal; 2) Resolução de quebra-cabeças; 3) Paradigmas; 4) Crises; e, 5) Revolução**, que implicará num novo paradigma. A partir dessa sequência de *nós* podemos explorar alguns termos chaves que nos ajudarão a compreender a epistemologia de Kuhn. Vejamos brevemente o que alguns desses termos significa:

A **Ciência Normal** trata-se da fase em que a ciência gira em torno dos conhecimentos consolidados, não sendo aberta a novas interpretações teóricas. Trata-se de uma ciência que possui um determinado protocolo a ser seguido. A **Resolução de quebra-cabeças** é a principal atividade da ciência normal e é norteada por regras de um determinado paradigma. Esses quebra-cabeças, ou problemas, podem ser teóricos ou experimentais. O **Paradigma** é o que define o campo de trabalho e orienta a pesquisa do cientista. Ele é constituído de suposições teóricas gerais, leis e técnicas reconhecidas e adotadas por uma determinada comunidade científica. A **Comunidade científica**, por sua vez, é o agrupamento de praticantes de uma ciência específica,

⁵ O professor Luiz Peduzzi nos diz que, “O livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* [...] é um marco dentro da história e da filosofia da ciência. Nesta obra, Kuhn critica de um lado, a filosofia empirista-indutivista da ciência e de outro, a historiografia tradicional, que atribui à produção do conhecimento um desenvolvimento linear e cumulativo.” (PEDUZZI in SILVA, 2006, p. 65)

que são unidos devido a elementos comuns contidos na educação e aprendizagem desses praticantes. As **Crises** são Pré-condição para emergência de novas teorias. Elas ocorrem diante de anomalias, quando o paradigma dominante, que norteia a atividade da ciência normal, não consegue resolver os problemas postos. As **Anomalias** são eventos que contrariam as regularidades e a ordem estabelecida pelo paradigma dominante. A **Ciência Extraordinária** é a ciência produzida durante o período de crise, onde o paradigma dominante perde sua credibilidade e tem seus fundamentos e metodologia revistos pelos cientistas. A crise cessa quando um novo paradigma emerge do período concernente à ciência extraordinária e proporciona uma nova base para a ciência normal. A **Incomensurabilidade**⁶ é a característica existente entre paradigmas constituídos sobre visões de mundo diferentes. Ou seja, a incomensurabilidade impossibilita sobreposição de paradigmas, o que leva a substituição de um por outro; e, por fim, temos a **Revolução Científica** que para Kuhn são episódios de desenvolvimento não cumulativos, onde ocorre a substituição total ou parcial de um paradigma antigo por um novo, incompatível com o anterior.

Uma curiosidade interessante acerca da obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn é que ela foi escrita durante a Guerra Fria (1945 – 1991), período de tensão geopolítica entre os Estados Unidos da América (EUA) e a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas (URSS). Para entendermos melhor o contexto em que Kuhn escreve sua obra é interessante que recordemos um pouco sobre esse fato histórico. A *Guerra Fria* teve início logo após o fim da 2ª Guerra Mundial em 1945. E, até o fim desse segundo conflito mundial, os EUA e URSS eram aliados. Essas duas potências haviam lutado lado a lado contra Alemanha Nazista. No entanto, a demonstração de poderio bélico manifesta pelos EUA, com o lançamento das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki, em agosto de 1945, despertou a chamada corrida armamentista, período cujo EUA e URSS disputavam quem detinha a melhor tecnologia em armamentos.

O termo Guerra Fria foi dado ao período devido não ter havido confronto físico entre as duas potências envolvidas, pois o conflito se dava no âmbito ideológico e geopolítico. Mas o fato é que, a corrida armamentista gerou um clima de tensão em todo o mundo. A ameaça de uma guerra nuclear era real e o medo decorrente dela atingia toda a sociedade. Até mesmo a cultura popular manifestava esse medo, e podemos perceber isso na canção *A Hard Rain A-gonna Fall* de Bob Dylan, cantada pela primeira vez em 1962, ano em que *A Estrutura* de Thomas Kuhn foi publicada. Enfim, percebam que a Ciência que outrora era vista como aliada e até mesmo a salvadora da humanidade, já não era mais vista com o mesmo entusiasmo na segunda metade do século 20.

⁶ O conceito de incomensurabilidade kuhniano é considerado um dos aspectos mais controversos de sua filosofia. Por causa desse conceito Kuhn geralmente é categorizado como adepto do relativismo científico.

No entanto, grande parte do material de HC disponibilizada aos professores está defasada, pois se baseia na historiografia do início do século 20, período em que a área se institucionalizou. Como vimos anteriormente, nesse período a HC se restringia às narrativas e, cabe destacar agora que, era fortemente influenciada pela visão positivista da ciência. A visão positivista da ciência baseia-se na filosofia de Augusto Comte (1798-1857), que foi o autor do positivismo e segundo sua linha de pensamento,

[...] acreditava que a história podia ser dividida em três estágios: o religioso, o filosófico e, claro, por último, o glorioso estágio científico. Essas seriam as etapas do desenvolvimento humano nas quais o conhecimento teria se tornado cada vez mais preciso e modelar.

ALFONSO-GOLDFARB, 1994, p. 62.

Por causa dessa influência, a HC tinha como intuito explicar o progresso do pensamento. Um dos principais nomes da HC em seus primórdios, George Sarton (1884-1956), ajudou a propagar através de suas obras uma perspectiva de progresso linear da Ciência. Sarton foi um químico e historiador belga e é considerado como o fundador da disciplina história da ciência. Como vimos um pouco acima, foi ele quem fundou a primeira sociedade de história da ciência (HSS) e a revista periódica *Ísis*.

Sarton compreendia, a partir de sua concepção de ciência, que a finalidade da HC era “de estabelecer a gênese e o desenvolvimento das ideias e dos fatos científicos considerando todas as modificações e influências trazidas pelo progresso da civilização.” (Beltran; Saito; Trindade, 2014, p. 33). Para ele todo conhecimento que não houvesse perdurado até a ciência de sua época era considerado como erro e, por esse motivo, não deveria ser considerado pela HC. A alquimia, a astrologia e a magia natural, por exemplo, foram descartadas da HC, independentemente de sua importância para o passado. Essa perspectiva historiográfica é associada ao modelo historiográfico continuísta e resulta em anacronismos⁷, pois nesse modelo a ciência tende a olhar o passado e selecionar apenas o que permaneceu, indicando que todo conhecimento passado tinha o objetivo de chegar à ciência atual. O continuísmo dominou o cenário por muito tempo, tornando-se hegemônico durante o início do século 20. Somente a partir de 1930 que o modelo continuísta começou a ser abalado. (Beltran; Saito; Trindade, 2014, p. 35). Como mencionado anteriormente, o abalo do modelo continuísta foi ocasionado tanto por questões internas da ciência quanto por questões externas a ela.

Além de Sarton, outros nomes também se manifestaram sobre a HC, já mencionamos Gaston Bachelard (1884-1962) – que percebeu a ocorrência de rupturas no desenvolvimento

⁷ Algo é anacrônico quando manifesta um erro cronológico. Isso é expresso pelo desalinamento ou falta de consonância e ou correspondência com uma determinada época. Ou seja, quando alguma coisa que pertença a uma determinada época é erroneamente retratada noutra época.

científico e se manifestou sobre isso em sua obra *A formação do espírito científico* – mas também temos o físico, filósofo e historiador da ciência russo Boris Hessel (1893-1936), que elaborou estudos sobre o desenvolvimento da ciência sob a ótica social e política. Sua comunicação oral de *As raízes sociais e econômicas do “Principia” de Newton*, proferida no 2º Congresso Internacional de História da Ciência, ocorrido em 1931 em Londres, teve grande repercussão. A partir dos estudos de Boris Hessel uma nova historiografia foi firmada. Até então, a historiografia tradicional, consolidada por Sarton, além de ser continuísta era internalista, no entanto, a partir de Hessel a historiografia externalista passou a ganhar notoriedade. É aqui nos interessa explorar mais dois conceitos importantes em HC, esses conceitos são os conceitos de **externalismo** e **internalismo**. Sobre as correntes historiográficas derivadas desses conceitos temos o seguinte contraste: a corrente externalista

[...] está preocupada em entender como os fatores externos à ciência podem influir nesta. Ela seria o oposto ao internalismo, a corrente tradicional. Pois esta se preocuparia com os problemas históricos internos à ciência, ou seja, a evolução de seus conceitos e sua teoria, independente da sociedade ou do meio em que são produzidos.

ALFONSO-GOLDFARB, 1994, p. 77.

A historiadora da ciência Ana Maria Alfonso-Goldfarb reconhece a importância do debate entre as correntes internalista e externalista, uma vez que isso forneceu a HC perspectivas novas, o que permitiu que a ciência pudesse ser vista a partir de novos ângulos. (Alfonso-Goldfarb, 1994, p. 77).

Outra observação interessante acerca das correntes internalista e externalista diz respeito aos pressupostos subjacentes a cada uma delas. A **corrente internalista** pressupõe uma ciência autônoma, neutra, com dinâmica própria e independente da sociedade, o que requer que seu estudo seja realizado em função de seus próprios objetos. A **corrente externalista**, por sua vez, pressupõe a ciência como uma atividade humana, cuja compreensão se dá de modo melhor quando o estudo da ciência é realizado levando em conta o contexto social, político e econômico da época. (Beltran; Saito; Trindade, 2014, p. 37).

À essa altura poderíamos nos perguntar: qual a melhor corrente? E a resposta para essa indagação é: evitemos os extremos! O equilíbrio é o melhor caminho e isso é o indicado por diversos estudiosos do assunto. Afinal de contas, tanto uma quanto a outra corrente são incompletas. (Mendoza In Alfonso-Goldfarb, Beltran (Org.), 2004, p. 103). A adoção de extremos empobrece a compreensão da dinâmica científica. (Martins In Alfonso-Goldfarb, Beltran (Org.), 2004). Sendo assim, o mais sensato é que ambas as perspectivas sejam consideradas, uma vez que, se por um lado os aspectos internos da ciência devem ser

minuciosamente estudados, por outro lado, esse estudo não deve ser alheio às conexões sociais, econômicas, políticas e religiosas. (Beltran; Saito; Trindade, 2014, p. 38).

QUEM FAZ HISTÓRIA DA CIÊNCIA?

Se a HC é feita, logo é necessário alguém que a faça. Nesse sentido, a figura do historiador da ciência é uma consequência lógica. Agora vamos tentar entender um pouco sobre essa atividade. Por exemplo, uma peculiaridade interessante desse ofício decorre da própria natureza da HC, uma vez que

O ofício do historiador da ciência não é constituído pela soma de diferentes formações, mas sim pela **abordagem interdisciplinar** exigida pelo objeto próprio da História da Ciência.

BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014, p. 29.

A **abordagem interdisciplinar** como requisito para o ofício do historiador da ciência é compreensível, devido ao próprio perfil da HC. Não é necessário que o historiador possua formação em todas as áreas que fazem parte da gama de saberes que constitui a HC, no entanto, é importante que o historiador da ciência domine, além dos aspectos relativos às ciências naturais, aspectos metodológicos e epistemológicos das áreas que se relacionam com a Ciência.

Como vimos no início deste capítulo, o objeto de estudo da história em HC se constitui de **conhecimentos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, em diferentes épocas**. Convém nos indagar, portanto: como o historiador tem acesso a conhecimentos de épocas passadas?

Primeira coisa que temos que entender é sobre as diferentes fontes que os historiadores podem utilizar. Essas fontes de pesquisa do historiador podem ser categorizadas em dois grupos. Elas podem ser categorizadas como: **1) fontes primárias**, também chamadas de originais, podendo ser textos, imagens e documentos da cultura material; e, **2) fontes secundárias**, que se referem a trabalhos de autores sobre textos originais, como os comentários, por exemplo.

Além das fontes de pesquisa, cada historiador possui uma **perspectiva historiográfica**. A palavra historiográfica deriva de historiografia que pode ser compreendida como a forma de escrever a história. É a perspectiva historiográfica que determinará o tipo de produto do historiador da ciência. Para entendermos como a perspectiva historiográfica influencia na história produzida pelo historiador, tomaremos como exemplo o debate Drapper-White-Walsh, que foi abordado pelo historiador da ciência americano Allen G. Debus (1926-2009).

Em seu artigo *Ciência e História: o nascimento de uma nova área*, Debus analisa o período que vai desde o final do século 16 até a metade do século 20. Sua análise foi feita com o intuito de

demonstrar a diferença existente entre os tipos de histórias da ciência escritas antes e depois daquilo que conhecemos como **revolução científica**, ocorrida no século 17.

A análise de Debus nos permite perceber como as crenças científicas dos autores influenciavam suas visões históricas. Em outras palavras, para Debus, há um propósito na escrita do historiador e, geralmente, esse profissional atua como propagandista, ainda que não tenha consciência disso. (Debus in Alfonso-Goldfarb; Beltran, 2004, pp. 14, 15). Tendo em vista o objetivo deste livro paradidático – que tem como finalidade abordar a HC e suas contribuições para o ensino de ciências naturais na interface com a religião – a abordagem de Debus é muito relevante. Pois, por meio dela, poderemos perceber como a consideração dada à religião em escritos historiográficos é um bom exemplo para entendermos como a crença do historiador pode influenciar na história por ele produzida. Vejamos inicialmente quem são os protagonistas do debate supracitado.

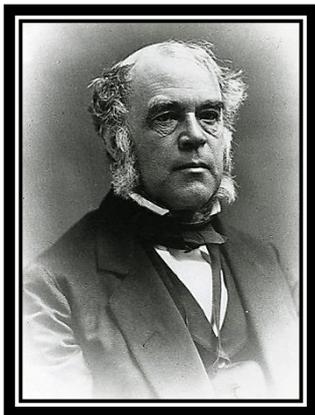


Fig. 4

John William Drapper (1811-1882) foi um cientista, filósofo, médico, químico, historiador e fotógrafo estadunidense, nascido na Inglaterra. Ele ficou conhecido como estudante de fotografia e participante no famoso debate, ocorrido no ano de 1860 em Oxford, em que T. H. Huxley (1825 - 1895) e o bispo Samuel Wilberforce (1805 - 1873) discutiram a teoria darwinista. Drapper (Fig. 4) também foi um discípulo de Augusto Comte e se dedicou ao estudo da história. Sua obra *History of the Conflict Between Religions and Science* (1874) [História do Conflito Entre Religião e Ciência] foi um dos

livros mais lidos do século 19.

Andrew Dickson White (1832-1918) foi um educador, político, escritor e historiador americano, que ficou conhecido principalmente por duas realizações, primeiro por ter sido co-fundador da Universidade de Cornell, da qual foi o primeiro presidente; e, segundo, por ter sido autor da obra *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom* (1895) [A História da Guerra da Ciência com a Teologia na Cristandade]. Essa obra de White (Fig. 5) foi publicada em dois volumes e se encontra em impressão ainda no século 21. (Groothuis in Copan et al, 2018, p. 638)

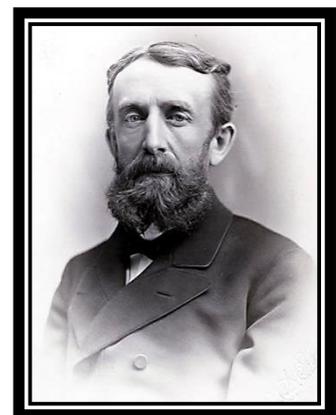


Fig. 5



Fig. 6

James Joseph Walsh foi um médico, historiador medievalista e autor americano. Seu livro mais famoso foi o *The Thirteenth, The Greatest of Centuries* (1907) [O Décimo Terceiro, o Maior dos Séculos] e até a década de 1960, era uma das leituras obrigatórias nas faculdades católicas. De acordo com o historiador Raymond Schroth, Walsh (Fig. 6) viu na Idade Média a integração da fé e do intelecto, e a sabedoria daquela época oferecia princípios sobre os quais um novo mundo poderia ser construído.⁸

Debus observou que as obras de Drapper e White manifestavam claramente uma perspectiva historiográfica pautada na ideia de que a relação entre ciência e religião sempre foi conflituosa. Isso porque, os escritos de ambos, ilustram claramente a **tese do conflito**. Entretanto, é válido ressaltar que a tese do conflito representa apenas um dos **diversos modelos**⁹ que tentam explicar a interação entre ciência e religião. Para Debus, o tom de hostilidade da obra de Drapper é motivado por sua intolerância ao **Conselho do Vaticano** de 1869-1870. A obra de White, por sua vez, atacava a **leitura dogmática das Escrituras**. Resumindo, Drapper direcionava suas críticas à Igreja Católica e White direcionava sua crítica a Igreja Protestante¹⁰, para este, o iluminismo foi um período de conflito entre razão e mistério. Diante dessas duas obras polêmicas, Walsh – que também foi um medievalista, e ficou famoso por seus escritos sobre a verdade do catolicismo e o impacto da Igreja na Civilização Ocidental – apresenta uma alternativa ao modelo defendido por Drapper e White. (Debus in Alfonso-Goldfarb; Beltran (orgs.), 2004, pp. 25-28).

As obras de Drapper e White são reconhecidas por diversos historiadores da ciência como problemáticas. Nancy Pearcey e Charles Thaxton – que escreveram um excelente livro com o título de *A alma da ciência*, já traduzido para o português – classificam tais livros como sendo marcos do surgimento de um novo tipo de literatura, que tinha como objetivo revelar a hostilidade que a religião demonstrava contra a ciência. No entanto, as obras “são consideradas

⁸ <https://www.patheos.com/blogs/mcnamarasblog/2009/02/james-j-walsh-neurologist-and-medievalist.html>

⁹ Dentre esses modelos ainda temos o **modelo de independência**, que consideram os campos da ciência e da religião pertencentes a domínios diferentes, o que impossibilita a interação entre eles. O **modelo de complementariedade**, que entende que a interpretação da natureza pode se dar à partir da complementação da ciência pelo conhecimento religioso. O **modelo de fusão**, que advoga uma junção entre ciência e religião. Enfim, o modelo de conflito é apenas um dos diversos meios de se tentar explicar a interação entre ciência e religião. O historiador da ciência John Hendley Brooke, por exemplo, defende a tese de que a complexidade ilustra melhor a relação entre ciência e religião. Uma vez que “as generalizações populares sobre esse relacionamento, sejam expressas em termos de guerra ou paz, simplesmente não resistem a uma investigação séria.” (BROOKE, 1991, p. 438)

¹⁰ Os princípios da Reforma Protestante podem ser resumidos nas cinco Solas, sendo essas: **Sola fide** (somente a fé), **Sola scriptura**, (somente a Escritura), **Solus Christus** (somente Cristo), **Sola gratia** (somente a graça), **Soli Deo gloria** (glória somente a Deus). Dentre estas a *Sola Scriptura* advoga a supremacia da Bíblia.

pela maioria dos historiadores de hoje como sendo seriamente distorcidas por causa dos propósitos polêmicos dos seus autores.” (Pearcey; Thaxton, 2005, p. 18). E o professor Alister McGrath observa que “esses dois livros refletem fortemente o ponto de vista histórico positivista.” (McGrath, 1999, p. 62). Que, como vimos anteriormente, é pautado no pensamento de Augusto Comte, cuja filosofia categoriza o conhecimento científico como superior.

A partir desse exemplo (debate Drapper-White-Walsh) fica mais fácil compreender o que alguns autores querem dizer quando falam sobre o **caráter discursivo presente na historiografia**, ou em narrativas da HC **historiograficamente orientadas**. Em síntese, isso significa dizer que “as narrativas históricas não são neutras e são influenciadas por diferentes fatores ligados não só a formação, mas também à concepção de ciência daquele que escreve a história.” (Beltran; Saito; Trindade, 2014, p. 31).

Agora que já sabemos um pouco mais sobre História da Ciência, como ela surgiu e se consolidou, bem como de que modo e por quem ela é feita, resta-nos tentar entender qual a sua relevância para o ensino de ciências naturais. E, para finalizar esse capítulo introdutório, abordaremos exatamente isso. Tentaremos entender porque o estudo da HC é importante e como ele pode favorecer os futuros professores de ciências naturais.

ENFIM, QUAL A IMPORTÂNCIA DA HC PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS?

Falar em Ensino de Ciências Naturais sem considerar a formação daqueles que irão possibilitar esse ensino parece ser insuficiente. Tendo isso em mente, consideraremos aqui a importância da HC na formação de professores de Ciências Naturais. Lembrando que, ainda que este livro paradidático tenha sido redigido com o anseio de alcançar a todos que se interessem pela temática (Ciência e Religião), nosso foco preferencial é o profissional que exercerá a importante tarefa de ensinar Ciências Naturais.

Nesse sentido, é interessante nos atentarmos a utilidade que a HC pode apresentar a essa classe de profissionais e como ela pode facilitar sua prática docente, e, em especial, quando essa prática se depara com questões que se relacionam de algum modo com a religião. Mas, iremos por partes. Inicialmente tentaremos entender alguns aspectos positivos da HC para o ensino, em seguida consideraremos a questão religiosa. Vejamos então, em que sentido a HC pode contribuir para a prática docente?

Um bom professor de uma disciplina científica deve combinar uma competência científica (dominar o conteúdo que vai lecionar) com uma competência didática. A HC pode contribuir para esses dois aspectos da formação de um professor, de modo significativo.

Para o professor e historiador da ciência Roberto de Andrade Martins, a HC pode contribuir para o ensino de ciências tanto sob o ponto de vista didático, quanto sob o ponto de vista da própria competência científica. Didaticamente falando, a HC confere aspectos sociais, humanos e culturais, ao ensino, servindo para compensar aspectos estritamente técnicos de uma aula de ciências. Ela também pode ser usada para motivar os alunos ao estudo, uma vez que as informações sobre a vida do cientista e a dinâmica da construção do conhecimento científico torna a aprendizagem mais interessante. A HC também é útil para nos ajudar a compreender determinados temas científicos, isso porque, alguns conceitos científicos aceitos pela comunidade podem se apresentar pouco intuitivos para quem está aprendendo ciências. Muitos dos conceitos que são usados hoje vêm de uma longa evolução e discussão. E, até chegar aonde chegaram, alguns termos que já foram abandonados pela comunidade científica se confundem com a linguagem do senso comum, e acabam fazendo parte do acervo conceitual dos alunos. Sendo assim, será mais fácil para o professor compreender as dificuldades e resistências de seus alunos na aprendizagem de novos conceitos quando conhecer concepções antigas, que geralmente são desconsideradas pelos livros textos.

Outra vantagem da HC do ponto de vista de didático é a possibilidade que ela nos dá de ter contato com conhecimentos já esquecidos e nem sempre mencionados pelos materiais didáticos usados. Por exemplo, o estudo histórico nos apresenta uma série de aparelhos e experimentos que, além de serem simples, são instrutivos e facilmente improvisados. Já no que diz respeito à competência científica, a HC pode contribuir fornecendo uma fundamentação adequada para a Ciência, pois se baseia em determinados fatos e argumentos que foram observados, propostos e discutidos em determinadas épocas. Para que se tenha a compreensão de resultados científicos complexos é necessário certo conhecimento histórico, pois sem ele só haverá a memorização e repetição de dados. Ou seja, o ensino de ciências que tem como base uma fundamentação histórica de qualidade tende a ser promissor, pois evita a simples doutrinação estudantil.

E, além disso, estudos apontam que o uso da HC nos ajuda a compreender a própria Natureza da Ciência (NdC), o que impede a adoção de visões deformadas do conhecimento científico. Sobre a NdC, uma observação interessante foi feita por Gil Perez et al. (2001) e nela percebemos que, embora a obtenção de uma formação científica pressuponha a aquisição de uma imagem adequada do conhecimento científico – e, conseqüentemente, a aptidão em transmiti-lo – o fato é que isso nem sempre ocorre. O ensino recebido nos meios de formação científica, incluindo o de nível superior, ainda engloba algumas visões deformadas da ciência, o que pode acarretar aos estudantes a construção de uma concepção empiricoindutivista e atórica de ciência que por sua vez, é rígida, aproblemática e ahistórica, de cunho exclusivamente analítico. Uma ciência de perspectiva acumulativa e de crescimento linear, de prospecção indutivista e elística,

com uma imagem descontextualizada e socialmente neutra que não considera “as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma imagem deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções”, conforme destaca Gil-Pérez et al. (2001).

A busca pela superação dessas visões inadequadas da NdC ainda é defendida por diversos pesquisadores da área do ensino em ciências. Para esses, o objetivo de superá-las deve estar presente nos diferentes níveis educacionais. E a HC aparenta ter um papel importante nessa busca, isso porque

O estudo e discussão de episódios da História da Ciência podem propiciar aos estudantes, reflexões a respeito de como os cientistas trabalham, suas motivações, suas interações com a comunidade científica e com a sociedade em geral, entre outros aspectos. Podem, enfim, ajudar os estudantes a vislumbrarem um pouco da complexidade da Ciência, mas também auxiliar seus alunos a entenderem o que o conhecimento científico tem de peculiar e característico – e que o fizeram ser valorizado a ponto de ser incluído na educação básica para a cidadania.

PORTO IN SANTOS; MALDANER, 2019, p. 150.

Ao propiciar reflexões a respeito da conduta adotada pelos cientistas – no que tange suas motivações e interações com a comunidade científica e com a sociedade em geral – a questão religiosa entra em cena, visto que a religião faz parte da realidade social.

No que se refere à relação entre Ciência e Religião no ensino de ciências, dois fatos foram percebidos. Em primeiro lugar, notamos que alguns pesquisadores afirmam que a religiosidade – em especial a de matriz protestante¹¹ – pode influenciar negativamente a aprendizagem das ciências. Tal observação pode ser verificada em trabalhos recentes como o de El-Hani e Sepúlveda (apud Santos e Greca, 2011), Dorvillé e Selles (2016), Riceto e Colombo Junior (2019). O que suscitou em nós alguns questionamentos, como por exemplo: o que o professor compreende por influência negativa da religião no aprendizado das ciências? Essa dificuldade de aprendizagem está mesmo relacionada à resistência ao “saber científico”? Se sim, porque há resistência a esse saber por parte de alunos religiosos? A aprendizagem do conhecimento científico requer necessariamente a substituição do discurso religioso pelo científico? Essas e outras questões foram norteadoras para pesquisa vinculada a este livro paradidático.

¹¹ Compreende-se como religiões de matriz protestante aquelas que originaram a partir dos desdobramentos da Reforma Protestante que, segundo Champlin (2002), “foi um movimento religioso reformador, na Europa, que fragmentou a Igreja Cristã Ocidental (Igreja Católica Romana). A Igreja Cristã Oriental (igrejas ortodoxas orientais) já se tinha separado, em 1054. Pode-se dizer que a Reforma começou, em sua forma preliminar, com *Wyclif* [...], no século XIV. *João Huss* [...] foi outra figura espiritual que lançou o alicerce sobre o qual a Reforma veio a ser edificada. Mais exatamente, porém, a Reforma começou quando Lutero postou suas Noventa e Cinco Teses à entrada da catedral, as quais se tomaram o fulcro de uma acalorada controvérsia. Isso teve lugar em 1517. O trabalho inicial de Lutero teve continuidade graças aos esforços de *Melanchthon* [...] *Zwínglio* [...] *Calvino* [...] e *João Knox* [...]” (CHAMPLIN, 2002, p. 613).

Em segundo lugar, percebe-se que, geralmente quando a religião é mencionada em livros didáticos (ou de divulgação científica usados na formação de professores) ela aparece como inimiga da ciência e pouco ou nada é explorado acerca das motivações religiosas ou metafísicas no fazer científico de tantos personagens e comunidades importantes da história da ciência. Acreditamos que essa visão caricaturada da ciência pode ser apontada como uma das principais causas para a dificuldade de relacionar ciência e religião, pois essa visão enfatiza um suposto conflito entre esses dois campos. Por exemplo, é comum verificarmos em livros didáticos (ou de divulgação científica), episódios da história da ciência manifestarem indícios de que a relação entre ciência e religião sempre foi conflituosa (Pearcey; Thaxton, 2005, p. 11). No âmbito do ensino de ciências nacional, a professora e historiadora da ciência Thaís Cyrino de Mello Forato (in Silva, 2006, p 191) faz uma observação semelhante à essa, quando menciona a forma caricaturada em que Newton é retratado pelos livros didáticos, os quais desconsideram a relação existente entre seu trabalho científico e seus estudos relacionados à teologia.

Essas situações ocasionam, conseqüentemente, uma série de barreiras ao processo de ensino e aprendizagem das ciências, uma vez que – considerando a necessidade de ensinar ciências a alunos religiosos – alguns professores podem encontrar dificuldade em alcançar aqueles alunos que resistem à NdC apresentada nas aulas, o que pode prejudicar a aprendizagem desses estudantes. Ciente dessa situação, os demais capítulos deste livro foram redigidos com o intuito de proporcionar ao futuro professor, subsídios teóricos e historiográficos que possam ser usados no ensino de ciências naturais. Cada capítulo da segunda parte deste livro reconta um episódio histórico, ou discute um período, em que a ciência e a religião se relacionaram de algum modo. A abordagem adotada, para recontar esses episódios e discutir tais períodos, explora fontes secundárias, produzidas por autores de credibilidade internacional em suas respectivas áreas de atuação. A terceira parte, por sua vez, é usada para tratar algumas considerações para prática pedagógica.

EM SÍNTESE...

A ideia deste capítulo foi a de disponibilizar aos leitores alguns aspectos que caracterizam a História da Ciência como área de conhecimento específica. Isso foi feito a partir da breve apresentação de como ela surgiu e se desenvolveu. Discutimos também, sobre a maneira que a HC é feita e quem são seus produtores. Para elucidar sua relevância para o ensino de ciências naturais, finalizamos destacando alguns pontos que nos ajudam a compreender sua utilidade para a prática pedagógica.

REFERÊNCIAS

- ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo (Orgs.). **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: Ed. Livraria da Física/Educ/FAPESP, 2004.
- ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. **O que é a história da Ciência**. São Paulo: Brasiliense, 1994
- BELTRAN, Maria Helena Roxo; SAITO, Fumikazu; TRINDADE, Lais dos Santos Pinto. **História da Ciência para formação de professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física. 2014.
- BROOKE, John Hedley. **Science and Religion**. Cambridge University Press. 1991.
- DEBUS, Allen G. Ciência e história: o nascimento de uma nova área. In ALFONSO- GOLDFARB, Ana Maria, BELTRAN, Maria Helena Roxo (Orgs.). **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: Ed. Livraria da Física/Educ/FAPESP, 2004.
- DORVILLÉ, Luís Fernando Marques; SELLES, Sandra Lúcia Escovedo. Criacionismo: transformações históricas e implicações para o ensino de ciências e biologia. Caderno de Pesquisa, v.46 n.160 p.442-465 abr./jun. 2016.
- EL-HANI, C. N.; SEPULVEDA, C. Referenciais teóricos e subsídios metodológicos para a pesquisa sobre as relações entre educação e cultura. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (org.). **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007, p.161-212.
- FORATO, Thaís Cyrino de Mello. Isaac Newton, as profecias bíblicas e a existência de Deus. in SILVA, Cibelle Celestino (org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para a aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006, pp. 167-189.
- GIL-PEREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GROOTHUIS, Douglas. WHITE, ANDREW DICKSON. in COPAN, Paul; LONGMAN III, Tremper; REESE, Christopher L.; STRAUSS, Michael. **Dicionário de cristianismo e ciência**. Tradução Paulo Sartor Jr.. Rio de Janeiro: Thomas Nelson Brasil, 2018, pp. 637, 638.
- HACKING, Ian. Ensaio introdutório. In KUHN, Thomas S. **A estrutura das revoluções científicas**; Tradução: Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. 12. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- MARTINS, Roberto de Andrade. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria, BELTRAN, Maria Helena Roxo (Orgs.). **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: Ed. Livraria da Física/Educ/FAPESP, 2004.
- MARTINS, Roberto de Andrade. **Sobre o papel da história da ciência no ensino**. Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência (9): 3-5, 1990.
- MCGRATH, Alister E. **Fundamentos do diálogo entre Ciência e Religião**. São Paulo: Edições Loyola. 1999.
- MENDOZA, Celina A. Lértora. Historiografia sobre a ciência medieval no século XX: aspectos epistemológicos. in ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria, BELTRAN, Maria Helena Roxo (Orgs.). **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: Ed. Livraria da Física/Educ/FAPESP, 2004, pp. 75- 114.

PORTO, Paulo Alves. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. in SANTOS, Wildnson Luiz P. dos; MALDANER, Otavio Aloisio. **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2019, pp. 141-156.

RICETO, Bernardo Valentim; COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete; Diálogos entre ciência e religião: a temática sob a ótica de futuros professores. *Rev. bras. Estud. pedagog.* Brasília. v. 100. n 254, p. 169-190. jan/abr. 2019.

PARTE II

EPI SÓDIOS DA CIÊNCIA: RECONTANDO A HISTÓRIA

2

A CIÊNCIA NA IDADE MÉDIA E NO RENASCIMENTO

Falar em Ciência na Idade Média é algo polêmico. Afinal de contas esse período não foi marcado por trevas e ignorância? O que a Ciência tem a ver com essa época? Talvez perguntas desse tipo tenham surgido em sua cabeça ao ler o título deste capítulo. A esperança pode ter surgido ao perceber que falaremos sobre o Renascimento também, e, este sim, pode ser que tenha algo de coerente com o pensamento científico e o surgimento da Ciência Moderna, não é mesmo? Ideias semelhantes a essas fazem parte do nosso imaginário. Por esse motivo, neste capítulo, iremos explorar autores que nos apresentam uma nova historiografia, cujos elementos de continuidade entre o pensamento medieval e o moderno são percebidos de modo positivo e de uma forma pouco explorada e compreendida por muitos meios acadêmicos. Convido vocês a uma pequena jornada à uma Idade Média Iluminada.

UM HIATO DUVIDOSO

Não é segredo para ninguém que, a história contada há tempos apresenta um hiato entre o conhecimento antigo e o moderno. É como se entre esses dois períodos a humanidade não houvesse produzido nada, ou quase nada, relevante. Se analisarmos algumas narrativas difundidas sobre História da Ciência, nos depararemos com uma imagem estereotipada da Idade Média. Como bem observou o professor e historiador Peter Harrison (2017, p. 38), em seu livro *Os Territórios da Ciência e da Religião*, a História da Ciência - fruto do iluminismo que se estendeu até o século 20 - geralmente apresenta três estágios distintos:

Estágio 1: referente à origem da ciência na antiguidade grega;

Estágio 2: referente ao revés que a ciência sofreu por causa do cristianismo, durante à chamada Idade Média;

Estágio 3: referente ao triunfo da ciência com a Revolução Científica no século 17, fato atribuído ao Renascimento Humanista.

Nancy Pearcey e Charles Thaxton (2005, p. 16) destacam algo interessante nessa forma de se contar a história. Percebam que nela temos:

Estágio 1: *o mundo dos antigos* que, embora limitado em sua ciência, é retratado como *brilhante*;

Estágio 2: *o mundo medieval*, caracterizado pela *desolação intelectual e cultural*;

Estágio 3: *a idade moderna* promovida como a *era da razão e do esclarecimento*.

De fato, não é desconhecido que a imagem de *Idade das Trevas* figura no imaginário de grande parte das pessoas, especialmente das que passaram pelo ensino formal. Não é mesmo? Quantos de nós já não nos deparamos com tais narrativas e as reproduzimos em algum momento de nossa trajetória acadêmica? Nas Instituições de Ensino Superior (IES), por exemplo, esse discurso está presente nos lábios de todos seus extratos. Desde estudantes recém-chegados do Ensino Médio, até professores com PhD e anos de experiência docente, vez ou outra o proferem.

Tal realidade leva-nos a indagação: será mesmo que os séculos contidos no Medievo¹² se resumiram em obscurantismo e estagnação? Será mesmo que não houve desenvolvimento intelectual durante todo esse período, e o melhor que podemos fazer, sendo pessoas cultas e inteligentes, é romper com ele e descartá-lo de uma vez? Embora a resposta à essas questões seja não, a ideia de *trevas*, como algo característico da Idade Média, ainda está presente em muitos meios educacionais. É perceptível que tal preconceito ainda aprisiona muitos brasileiros. Para que essa prisão seja desfeita é necessário que façamos uma análise mais atenta e tolerante desse período que há tempos vem sendo tão depreciado. Essa análise será útil para desmitificar uma série de episódios da HC e isso será de grande valia para futuros professores. Começemos, portanto, pelo começo, o que de fato é a Idade Média e o Renascimento?

No livro *Para Compreender a Ciência: uma perspectiva histórica*, organizado pela professora Maria Amália Andery et al (2014, p. 133), as professoras Denise Rosana Rubano e Melania Moroz nos apresentam uma informação importante sobre a Idade Média. Elas destacam que o período que vai do século 5 ao 15 pode ser usado como seu referencial temporal, sendo que, alguns autores

[...] citam 395 como marco inicial; nesse ano ocorreu a divisão do Império Romano em Império Romano do Ocidente e Império Romano do Oriente. O ano de 1453 é visto como marco final, quando ocorreu a tomada de Constantinopla.

RUBANO, MUROZ IN ANDERY ET AL., 2014, P. 133.

Notem que, se levarmos esse marco temporal em conta, perceberemos que a Idade Média possuiu em torno de 1058 anos. Muito tempo, não? Curiosamente, alguns autores simplesmente

¹² Termo usado para se referir à Idade Média.

desconsideraram isso e se contentam em análises superficiais, usando fontes de pesquisa desatualizadas, o que acarreta em produções propagadoras (diretas ou indiretas) da ideia de que a Idade Média foi obscurantista e inimiga da Ciência em todo tempo. A atenção singela dada a um período tão longo alimenta o pensamento de que o mesmo não possui tanta relevância para a HC. Por esse e outros motivos buscamos explorar obras de medievalistas e historiadores que se aprofundaram nos estudos acerca da Idade Média e sua influência para a constituição e consolidação da Ciência Moderna. A partir disso, poderemos perceber que o hiato existente entre a antiguidade e a modernidade, no que tange ao desenvolvimento científico, é pouco entendido.

REVISITANDO A IDADE MÉDIA E O RENASCIMENTO NA COMPANHIA DE MEDIEVALISTAS

Quando estudamos algum assunto do qual não temos muita familiaridade é natural que encontremos algumas dificuldades no início de nossos estudos. Então, para facilitar nossa aprendizagem é interessante nos atentarmos ao que já foi dito por aqueles que já estudaram com afinco a temática que estivermos investigando. E é isso que faremos brevemente agora. Para compreendermos um pouco mais sobre as terminologias e periodizações da Idade Média e Renascimento, contaremos com a companhia de dois Medievalistas franceses, Régine Pernoud (1909 - 1998) e Jacques Le Goff (1924 - 2014).

A medievalista Régine Pernoud (1997, p. 155), ao escrever sobre as Ciências na Idade Média, reconhece que a atividade científica medieval se apresenta de uma forma tão desconcertante para nós que é compreensível o receio que temos em leva-la a sério. Isso se dá porque, diferente das ciências exatas que conhecemos hoje, a Ciência da Idade Média não é característica única do intelecto, pois seu domínio se conecta com a imaginação e a poesia. No entanto, essa conexão não implica na falta de curiosidade científica durante o Medievo.

Em seus livros *Luz sobre a Idade Média* (1981) e *Idade Média: o que não nos ensinaram* (1977) Pernoud descortina uma Idade Média surpreendente e desmitifica uma série de imagens estereotipadas acerca desse período. Em *Idade Média: o que não nos ensinaram*, por exemplo, além da historiadora desconstruir a imagem de *servo medieval* (cap. 5) e da *mulher sem alma* da Idade Média (cap. 6), ela esclarece algumas lendas, como por exemplo, o processo de Galileu (cap. 7).

Outra postura interessante de Pernoud é sua renúncia ao preconceituoso termo *Idade Média*, e a propositura de uma nova terminologia cronológica. Para ela, a dita Idade Média pode ser fragmentada em quatro períodos, sendo eles: *Período franco* (séculos 5 à 8), *Período imperial* (séculos 8 à 10), *Idade feudal* (séculos 10 à 13) e *Idade Média* (séculos 14 à 15).

Essa divisão parte da constatação de que cada um desses períodos teve sua particularidade, e ao propor essa terminologia, Pernoud advoga que os mil anos atribuídos à Idade Média não foram uniformes. Ela ainda ressalta que, é apenas para o período que vai do

século 14 ao século 15, e somente para ele, que seria justificável a visão atribuída a Idade Média como sendo uma época de guerras, fomes e epidemias.

Vejam agora um pouco sobre o que Jacques Le Goff tem a dizer sobre a Idade Média. Le Goff foi um importante medievalista francês, pertencente a terceira geração da Escola dos Annales. Esse historiador nos ajuda a compreender um pouco mais sobre os termos Idade Média e Renascimento. Em sua obra *Em busca da Idade Média* (2005), ele nos conta que tanto a expressão quanto a noção de *Idade Média* surgiram apenas no século 16 com o Humanismo Italiano. Os humanistas italianos falavam de uma *idade do meio*, que foi situada entre a antiguidade e o futuro. Para esses humanistas, tratava-se da saída de um período sem nome, de um *intermédio*. O termo Renascimento, por sua vez, foi cunhado pelo historiador da arte e da civilização Jakob Burckhardt (1818-1897), que foi quem inventou o termo com R maiúsculo, e o fez com o intuito de isolá-lo da Idade Média, o que implicou no estabelecimento da teoria da ruptura. Nas palavras de Le Goff (2005, p. 60), “Burckhardt joga com a antítese. Opõe esse período — o Renascimento — ao tempo das trevas, que ainda não estava claramente circunscrito, nem datado.”

Vemos que Le Goff possui uma perspectiva um pouco diferente da de Pernoud, porém ele também reconhece a importância da divisão da história em períodos, pois essa estratégia é útil para o ensino da própria história. Todavia ele também destaca que essas periodizações não podem ser usadas como marcos fixos para o início e término de épocas, pois isso não considera a coexistência de diferentes mentalidades em momentos distintos da história. Ele deixa bem claro o que pensa sobre periodização em sua obra *A história deve ser dividida em pedaços?*, publicada no Brasil em 2015. Nesta obra, Le Goff (2015, p. 7) nos explica que a história é constituída tanto por uma continuidade quanto por mudanças, e o principal interesse dos especialistas da área é localizar tais mudanças e defini-las. Para isso, são feitos recortes nessa continuidade, o que origina seções que costumamos chamar de idades e períodos. Nesse sentido, diz-nos o historiador, geralmente se ensina que a Idade Média é um período situado entre os séculos 5 e 15, sendo o seu fim marcado pela tomada de Constantinopla pelos Turcos Otomanos em 1453.

No entanto, conforme Sampaio (2019, pp. 262-267), Le Goff argumenta a favor da ideia de uma longa Idade Média. E, ao adotar essa perspectiva, advoga que o período Medieval só terminou com as Revoluções Industrial e Francesa, datadas do século 18. Para Le Goff (2015, p.8), isso permite considerar “as significações que se quis atribuir a partir do século 19, ao “Renascimento” e à centralidade desse “Renascimento”. Seus argumentos põem em xeque a ideia de que o Renascimento pois fim a Idade Média, uma vez que ele é compreendido como algo que apenas renovou e prolongou o Medieval.

Em outras palavras, o Renascimento, associado à origem da Ciência Moderna, é o último renascimento de uma sucessão de renascimentos¹³, contidos todos dentro da Idade Média. Pois, além dele, ocorreram também o Renascimento Carolíngio e o Renascimento do Século 12, ambos importantíssimos para a formação intelectual do Ocidente. Para Le Goff, parece ser necessária a combinação de continuidade e descontinuidade e é justamente isso que a proposta de longa duração, associada à periodização, oferece. A abordagem legoffiana parece-nos interessante para as discussões entre as correntes continuísta e descontinuísta na HC, e a relação entre ciência e religião no decorrer da história. Uma vez que, se por um lado a perspectiva continuísta possa ser questionável, uma perspectiva estritamente descontinuísta tende a fomentar a imagem de eterno conflito entre ciência e religião, a qual já se sabe não ser a mais adequada.

A partir de agora vamos explorar o surgimento da Ciência Moderna em si. Quais foram seus fundamentos e alguns aspectos contextuais, especialmente o religioso, serão abordados no decorrer deste capítulo. Apresentaremos o pensamento de alguns historiadores, que se dedicaram a compreender o relacionamento entre Ciência e Religião e que, infelizmente, ainda são pouco conhecidos e explorados na academia brasileira. Fiquem atentos, pois alguns desses autores nos acompanharão nos demais capítulos deste livro.

A IDADE MÉDIA E OS FUNDAMENTOS DA CIÊNCIA MODERNA

É sabido que existem indícios de sabedoria científica em civilizações antigas, tais como a egípcia e a mesopotâmia. Também não é segredo de ninguém que diversas civilizações antigas como a chinesa, a islâmica, dentre outras, chegou a possuir técnicas muito mais avançadas que o Ocidente, o qual usufruiu muito do saber dessas civilizações. Porém, o fato é que a Ciência Moderna como conhecemos, surgiu apenas no século 17 na Europa Ocidental. É claro que é importante termos em mente que: dizer que a Ciência Moderna surgiu na Europa Ocidental não deve ser um pretexto para desconsiderar o conhecimento científico (ou técnico) de outras civilizações, muito pelo contrário. No entanto, uma investigação sobre os motivos que fizeram da Europa Ocidental ser o berço da Ciência Moderna possibilita uma série de desconstruções necessárias para vencermos a preconceituosa resistência ao período dito medieval. E isso só enriquece nossa compreensão da temática e nos proporciona subsídios uteis para nossa prática docente.

Começaremos analisando os contextos religioso, institucional e intelectual referentes aos primórdios da Ciência Moderna. Estes aspectos foram estudados pelo historiador Edward

¹³ O Renascimento Carolíngio e o Renascimento do século XII também foram importantes para o destino da ciência durante a Idade Média. David C. Lindberg comenta a importância de cada um deles em *O destino da ciência na cristandade Patrística e Medieval*. In HARRISON, Peter (Org.). *Ciência e Religião*. São Paulo: Editora Ideias e Letras, 2014.

Grant¹⁴ e é à luz de suas contribuições, basicamente, que exploraremos os fundamentos da Ciência Moderna na Idade Média.

Em sua obra *The Foundations of Modern Science in the Middle Age* (1996), Grant destina o Capítulo 8 para explicar como as bases da Ciência Moderna foram lançadas na Idade Média. Ele divide os fatores que proporcionaram os fundamentos do empreendimento científico em duas categorias. Na primeira categoria, ele considera as *Pré-condições contextuais*; e na segunda, ele considera as *Pré-condições substantivas*. A primeira categoria considera o contexto da sociedade medieval em si, já a segunda tem o foco na natureza da ciência e da filosofia natural que foram desenvolvidas naquele contexto. Conseguem enxergar os aspectos externos e internos da HC aqui? Isso mesmo, ambos são considerados por Grant em sua análise. E há outra coisa interessante no pensamento desse historiador, o fato dessas pré-condições, sejam contextuais (relacionadas ao aspecto externalista da HC) ou substantivas (relacionadas ao aspecto internalista da HC), serem apontadas por Grant como elementos de continuidade entre a ciência medieval e ciência moderna. Isso mesmo! Continuidade...

Logo no início de seu livro, Grant (1996, p. xii) comenta que foi adepto da perspectiva descontinuísta durante muito tempo, para exemplificar isso ele menciona outra obra escrita por ele próprio em 1971, chamada *Physical Science in the Middle Ages*. Nesta obra, fica evidente que para ele, as contribuições da Idade Média para Revolução Científica tinham sido insignificantes. No entanto, um tempo depois, ocorreu a Grant que talvez sua análise – e de historiadores da ciência medieval e da Revolução Científica em geral – tenha sido muito restrita. Ele se atentou que geralmente os historiadores julgavam a Idade Média com vista em sua influência específica para uma ou outra ciência, em especial a física, ou para a reformulação do método científico. Como era difícil demonstrar a influência direta nessas coisas, foram encontrados poucos motivos para a suposição de uma contribuição medieval, e o caso deu-se por encerrado.

Porém, a atitude de Grant mudou drasticamente quando ele se perguntou: acaso uma Revolução Científica poderia ter ocorrido no século 17, se a Ciência na Europa Ocidental houvesse permanecido como era na metade do século 12? De acordo com ele, não! Nesse sentido, em *Os fundamentos da Ciência Moderna na Idade Média*, Grant (1996, p. xiii) “vê as realizações substantivas da Idade Média dentro de um amplo ambiente social e institucional que inclui as traduções, o cristianismo e as universidades.” Essa perspectiva implica numa nova forma de interpretar o papel e a importância da Idade Média na geração da Ciência Moderna, ou seja, essa forma independe de “estudiosos medievais terem feito ou não contribuições identificáveis para a transformação da ciência exata na Revolução Científica.”

¹⁴ Edward Grant é professor emérito distinto de História e de Filosofia da Ciência na Universidade de Indiana, Bloomington. É autor ou editor de 12 livros, sendo que um deles já foi traduzido para 11 idiomas e outro, para três. Também é autor de aproximadamente nove artigos sobre história da ciência e filosofia natural. Foi vice-presidente e presidente da History of Science Society e premiado com a prestigiosa Medalha George Sarton dessa sociedade.

A tese proposta por Grant é a de que as ligações entre Ciência Medieval e Ciência Moderna não dependem de afirmações sobre influências específicas em uma ou outra ciência. Isso porque, uma revolução científica não teria condições de ocorrer na Europa Ocidental no século 17, caso o nível científico e filosófico houvesse permanecido como era na primeira metade do século 12. E é para desenvolver esse argumento, que Grant usa duas abordagens distintas: na primeira ele foca nas *pré-condições contextuais*, cujos aspectos permitiram a criação de uma atmosfera propícia para o estabelecimento da ciência e posterior revolução científica; e, na segunda ele foca nas *pré-condições substantivas*, que se referem à algumas características da ciência medieval e da filosofia natural que favoreceram a Revolução Científica. Vejamos agora quais são essas pré-condições.

Pré-condições contextuais para a Revolução Científica

Foram basicamente três pré-condições contextuais que favoreceram a ocorrência da Revolução Científica no Século 17 e advento da Ciência Moderna. Essas pré-condições foram:

- 1) As traduções latinas de obras Greco-árabes;
- 2) A criação da Universidade Medieval;
- 3) O surgimento dos Filósofos – teólogos naturais

Uma coisa interessante de ser destacada é que esses três elementos estiveram intimamente relacionados entre si. Os *Filósofos – teólogos naturais* pertenciam a uma classe de estudiosos oriunda do seio das *Universidades Medievais*, estas, por sua vez, surgiram, tendo como arcabouço teórico as *Traduções Latinas* de obras Greco-árabes. Vejamos um pouco mais sobre cada uma dessas pré-condições:

Traduções Latinas

Vamos entender o porquê da necessidade dessas traduções? Como vimos um pouco acima, o Império Romano sofreu uma divisão que deu origem ao Império Romano do Ocidente e ao Império Romano do Oriente (Fig. 7). Isso ocorreu inicialmente em 296 d. C., quando Diocleciano criou um sistema de

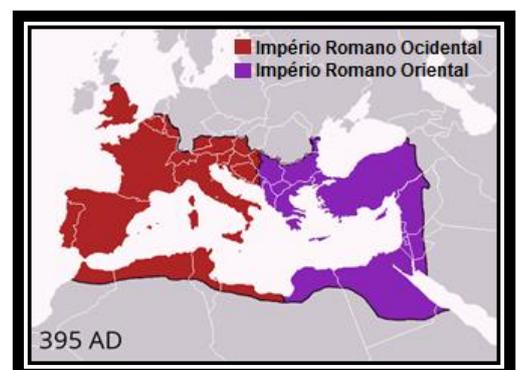


Fig. 7

governo chamado de Tetrarquia. Esse sistema baseava-se na divisão administrativa entre quatro titulares¹⁵ (um Augusto e um Cesar em cada uma das duas partes do Império). A adoção desse sistema visava manter a unidade imperial, pois tinha como intuito melhorar a gestão pública e prover uma defesa maior ao território romano. A parte Ocidental do Império tinha sua sede em Roma e sua língua era o **latim**. A parte Oriental possuía sede em Bizâncio, e sua língua era o **grego**. Bizâncio também foi conhecida como Constantinopla e hoje é chamada Istambul. O nome Constantinopla foi dado a Bizâncio em homenagem a Constantino (272-337), responsável pela adoção do cristianismo como religião oficial do Estado. Constantino foi Imperador da parte Ocidental de 306 a 324 d.C., e do Império unificado de 324 a 337 d.C. Com a unificação dos impérios parecia que tudo estava entrando nos eixos, no entanto, em 395 d.C., Teodósio o dividiu novamente. A parte Ocidental, mais fragilizada entre as duas, sofreu diversas invasões bárbaras. David C. Lindberg (in Harrison, 2010) explica que desde os séculos 3 e 4 tanto o ruir da *pax romana* quanto o colapso sofrido pelo Império Romano Ocidental tiveram consequências para a vida intelectual romana. Muitas escolas desapareceram e, conseqüentemente, as traduções de tratados gregos filosóficos e científicos diminuíram consideravelmente.

Entretanto, a religião cristã estava se expandindo tanto numérica quanto geograficamente, o que foi algo positivo. Pois, enquanto as letras e o aprendizado estavam em declínio, devido à perda do apoio institucional ocasionado pelo desaparecimento das escolas, os monastérios cristãos continuaram suas atividades e contribuíram significativamente para a preservação e propagação das ciências clássicas. Isso porque,

As comunidades monásticas exigiam alfabetização, necessária para a leitura da Bíblia e da literatura devocional. Elas também tinham necessidade bastantes práticas que podiam ser, pelo menos parcialmente, sanadas por contribuições da tradição clássica, por exemplo, tratados médicos, herbários e textos (astronômicos e matemáticos) que contribuíam para as artes astronômicas relacionadas ao tempo e ao calendário (necessários para a regulação da vida dentro da comunidade monástica).

LINDBERG IN HARRISON, 2010, p. 46.

Os esforços para preservação do conhecimento levaram a uma reforma na educação durante o reinado Franco de Carlos Magno (742-814). A campanha de Magno, que era tanto religiosa quanto secular, buscava: 1) melhorar a alfabetização do clérigo e dos leigos; 2) revitalizar escolas monásticas e catedráticas, 3) ampliar as oportunidades educacionais; 4) incentivar a cópia de textos antigos. Esse movimento é também conhecido como **Renascimento Carolíngio** e foi ele quem proporcionou um elo entre a Antiguidade e a Europa da Idade Média. Um ponto destacado por Lindberg (in Harrison, 2010, p. 47) é que “a importância do interesse científico

¹⁵ Os titulares eram aqueles que recebiam os títulos para governar determinada região. Havia dois tipos de título, o título de Augusto e o título de Cesar.

carolíngio estava na recuperação e na preservação de porções da tradição científica e no evidente conforto que essa tradição encontrou no seio de um movimento cultural mais amplo que tinha suas raízes na religião cristã.” Em outras palavras, podemos dizer que era a Europa Ocidental tendo contato com a Antiguidade sob o apoio da religião cristã.

Um pouco mais adiante, entre séculos 11 e 13, outro renascimento ocorreu, e esse foi um pouco diferente do Renascimento Carolíngio, pois além de ser mais consistente foi geograficamente maior. Tratava-se do Renascimento do Século 12. E por intermédio dele houve o primeiro contato intelectual da Europa Ocidental com a Cultura Islâmica. Àquela altura a civilização islâmica já havia ultrapassado de forma significativa o desenvolvimento social, econômico e intelectual ocidental.

As traduções se aceleram ao longo do século XII, conforme estudiosos bilíngues, fluentes tanto no árabe quanto no latim ou grego (ou, em raros casos, estudiosos que se comunicavam a partir de uma terceira língua comum) realizaram traduções sobre diversos tópicos científicos e matemáticos, inclusive fontes fundamentais, remetendo a Euclides, Arquimedes, Ptolomeu, Platão e Aristóteles. Essa foi uma transmissão literária e cultural sem precedentes em termos de quantidade, qualidade e escopo – resultado do labor, primordialmente, de estudiosos cristãos do Ocidente latino [...]

LINDBERG IN HARRISON, 2010, p. 48.

As traduções latinas da ciência greco-árabe e da filosofia natural tiveram seu auge durante os séculos 12 e 13, e foram de extrema importância para as universidades medievais, pois, quando universidades, tais como as de Paris, Bolonha e Oxford foram criadas, no século 12, elas puderam usufruir do conhecimento desses povos, o que facilitou o acesso a um currículo pronto, que englobava ciências exatas, lógica e filosofia natural. E é justamente sobre essas entidades que falaremos a seguir.

A Universidade Medieval

A Universidade Medieval pode ser considerada como um dos maiores empreendimentos intelectuais que a humanidade já desenvolveu. Sabemos o quanto as universidades contemporâneas são importantes para a sociedade em nossos dias, mas pouco se ouve falar sobre as origens dessas entidades. Imaginar que algo relacionado aos saberes teve início durante a dita *Idade das Trevas* pode, inclusive, gerar espanto em muitas pessoas.

No entanto, a história registra que as Universidades Medievais diferiam de tudo que já se tinha visto no mundo. Embora houvesse muito conhecimento em civilizações como a do Islã, da China e da Índia, nenhuma dessas regiões possuía algo comparável às universidades. Pela primeira vez havia uma instituição criada especificamente para o ensino de ciências, filosofia natural e lógica. Sem contar que essas entidades tinham particularidade na regularidade e extensão

de seu ensino. O período de estudos do ensino superior possuía de quatro a seis anos e era baseado num currículo fundamentalmente científico, tendo a filosofia natural como seu componente mais importante. Ainda mais notável é que essas disciplinas serviam como o currículo básico para todos os alunos e eram pré-requisitos virtuais para o ingresso nas disciplinas superiores de direito, medicina e teologia. Eles foram ensinados regularmente durante séculos.

À medida que as universidades se multiplicavam durante os séculos 13 a 15, o mesmo currículo de filosofia lógica-ciência-natural foi disseminado por toda a Europa, estendendo-se até o leste da Polônia. Enfim! Se quisermos compreender os fundamentos da ciência moderna é nessa notável instituição, e em suas atividades peculiares, que devemos realizar nossas buscas.

Uma das características da sociedade latina medieval que foi extremamente relevante para a criação das universidades era a separação existente entre Estado e Igreja. Esse fator possibilitou o surgimento das universidades como as que conhecemos hoje. Tanto a Igreja quanto o Estado concederam poderes corporativos às universidades, o que permitiu que, dentre outras coisas, elas determinassem seus próprios currículos e estabelecessem seus critérios para a graduação de seus alunos. Além disso, a sociedade romana ocidental, por ter passado por tantas invasões e ter tido sua identidade um tanto quanto fragilizada, possuía um perfil menos resistente à outras culturas, o que facilitou a aceitação da filosofia natural de Aristóteles.

Existe uma acusação de que o aristotelismo das universidades medievais não houvesse acompanhado o desenvolvimento intelectual e científico que emergia nos séculos 16 e 17. E que, devido a isso, a ciência, a partir de então, teve que se desenvolver além dos muros das universidades, tendo apoio das primeiras sociedades científicas criadas. No entanto, para Grant, essa acusação é exagerada e ainda que ela seja verdadeira, ela não invalida a importância das universidades, pois, no século 17, essas instituições já haviam cumprido com seu trabalho fundamental. E, querendo ou não, a vida intelectual da Europa Ocidental havia sido moldada pela universidade e sua influência podia ser percebida em toda parte da sociedade.

Os Filósofos - teólogos naturais

As universidades medievais originaram uma classe de estudiosos distinta. Trata-se dos *Filósofos-teólogos naturais*. Estes eram um grupo de intelectuais que possuíam formação tanto em teologia quanto em artes. Sobre a formação em “artes”, Grant (1996, p. 43) nos esclarece que antes da ciência greco-árabe e da filosofia natural ser introduzida na educação clássica, as “artes” medievais eram baseadas nas sete *artes liberais*¹⁶.

No entanto, com a inserção das obras aristotélicas e da ciência greco-árabe nos séculos 12 e 13, as artes liberais perderam sua primazia no currículo, e acabaram se tornando servas da

¹⁶ As artes liberais eram divididas em *Trivium* (composto pela lógica, gramática e retórica) e *Quadrivium* (composto pela aritmética, astronomia, música e geometria).

filosofia natural. Tanto o *Trivium* quanto o *Quadrivium* sofreram transformações. E, dentre suas disciplinas, a lógica foi mais drasticamente afetada, devido à “nova lógica de Aristóteles”, pois os tratados aristotélicos ainda eram desconhecidos no Ocidente até o século 12. Todavia, foi justamente a lógica que desempenhou o papel mais significativo no novo currículo, uma vez que ela era usada como ferramenta de análise dos diversos campos.

Além da lógica, no entanto, que fazia parte do trivium tradicional, os assuntos quadriviais das artes liberais recuaram um pouco para o segundo plano para serem substituídos no centro do palco pela filosofia de Aristóteles, que veio a ser subdividida em três partes, conhecidas coletivamente como "o três filosofias": natural, moral e metafísica. O currículo das universidades medievais era essencialmente composto de lógica, as disciplinas quadriviais e as três filosofias, das quais a filosofia natural era claramente a mais importante.

GRANT, 1996, p. 43.

É importante compreendermos o currículo das universidades para termos noção do perfil intelectual dos Filósofos-Teólogos Naturais, pois isso nos permite perceber o arcabouço teórico que essa classe de estudiosos possuía. Notamos, portanto, que essa formação permitia que os Filósofos-Teólogos Naturais falassem com propriedade sobre assuntos relativos tanto à teologia quanto à filosofia natural.

Para facilitar ainda mais a compreensão acerca da contribuição desses filósofos-teólogos naturais, para o surgimento da ciência moderna, Grant faz uma comparação entre a forma que Europa Medieval Latina relacionava a filosofia natural com a religião, com a maneira que as civilizações islâmica e bizantina realizavam essa mesma tarefa. E algo interessante dessa comparação é que ela nos permite perceber como o contexto religioso do império romano ocidental teve influência positiva para a ascensão e consolidação da Ciência Moderna. Pois tanto a religião islâmica quanto o cristianismo bizantino apresentaram certa resistência à filosofia natural, em contrapartida:

O cristianismo latino proporcionou um ambiente favorável para o sustento e o avanço da filosofia natural e da ciência. Isso representou poucos obstáculos à sua prática e desenvolvimento. Na verdade, ao permitir que a filosofia natural formasse o currículo de pós-graduação nas universidades medievais, o cristianismo medieval [latino] mostrou que estava preparado para fazer mais do que apenas tolerar sua existência. Promoveu ativamente a filosofia natural de uma forma aberta e pública.

GRANT, 1996, p. 184.

Em resumo, Grant (1996, p. 191) nos explica que, os teólogos das civilizações islâmica e bizantina eram hostis ou indiferentes tanto à ciência quanto à filosofia natural. O Islã apresentou um pouco mais de entusiasmo com relação a esses temas, o que pode ser percebido pela transmissão de conhecimentos científicos novos ao Ocidente. Em contrapartida, Bizâncio, apesar

de herdado a tradição científica grega, não transmitiu nenhuma nova ciência ou filosofia ao Ocidente. O papel de Bizâncio restringiu-se em preservar e transmitir o que os gregos haviam pensado. Por este motivo os bizantinos eram conhecidos na Idade Média como “bibliotecários do mundo”, o que, por si só, pode ser considerado um papel importante na história da ciência.

Pré-condições substantivas para a Revolução Científica

Além das pré-condições contextuais vistas acima, Grant aborda uma segunda categoria de pré-condições fundamentais para a Revolução Científica. Para este historiador, ainda que as pré-condições contextuais sejam importantes, as substantivas também devem ser examinadas se queremos entender de fato porque a ciência criou raízes na sociedade ocidental e não em outra localidade. Lembrando que, as pré-condições substantivas dizem respeito à natureza da ciência e da filosofia natural que foram desenvolvidas.

Grant (1996) destaca a importância da filosofia natural durante a Idade Média, uma vez que ela foi responsável por moldar o que estava por vir, a saber a Revolução Científica. Por conseguinte, o historiador explora alguns aspectos da filosofia natural, e isso nos ajudara perceber a sua relevância. Primeiro, a Filosofia Natural diferia significativamente das Ciências Exatas, pois não se restringia em preservar o conhecimento greco-árabe, mas sim em transformá-lo a fim de obter algo que beneficiária a ciência e a levasse a se desenvolver. Não é sem sentido que a Filosofia Natural é conhecida como a *mãe de todas as ciências*, uma vez que quase todas as ciências, incluindo a física, a química e a biologia – bem como suas ramificações – surgiram de dentro da Filosofia Natural como disciplinas independentes, entre os séculos 17 e 19.

A filosofia natural medieval também foi responsável pela consolidação de uma linguagem científica, o que foi manifesto pelo desenvolvimento de tantos termos que são amplamente usados na ciência hoje e que caracterizam o discurso científico. Além dos conceitos da filosofia natural de Aristóteles – tais como "potencial", "real", "substância", "propriedade", "acidente", "causa", "analogia", "matéria", "forma", "essência", "gênero", "espécie", "relação", "quantidade", "qualidade", "lugar", "vácuo" e "infinito" –, novos conceitos, termos e definições foram adicionados pela filosofia natural medieval ao discurso científico,

Filósofos naturais medievais distinguiram entre dinâmica, ou as causas do movimento, e cinemática, ou os efeitos espaciais e temporais do movimento. Eles também diferenciaram entre a medida da intensidade de uma qualidade (*latitudo qualitatis*) e a quantidade total da qualidade distribuída por todo um assunto (*longitudo qualitatis*). Por exemplo, os filósofos naturais medievais distinguiram entre a intensidade do calor (temperatura) e a quantidade de calor e entre o peso total (um fator extenso) e o peso específico (um fator intensivo). Eles também criaram uma série impressionante de novas definições cinemáticas que foram importantes na história da física, incluindo definições de movimento uniforme (*motus uniformis*), aceleração uniforme (*motus uniformiter difformis*) e velocidade instantânea (*velocitas instantanea*). Na dinâmica, eles empregaram o conceito de força impressa, ou ímpeto, como era freqüentemente chamado, que continuou a desempenhar um papel na física durante a maior parte do século XVII. Na última parte do século, esses termos, conceitos e definições foram incorporados à linguagem e aos processos de pensamento dos filósofos naturais europeus.

GRANT, 1996, p. 198.

Além disso tudo, a filosofia natural medieval também foi responsável por fornecer uma série de problemas básicos que ocupariam a mente dos filósofos naturais não escolásticos dos séculos 18 e 19. Ou seja, o que temos são problemas medievais influenciando desenvolvimentos na nova ciência. Um bom exemplo disso é o interesse de Galileu pela questão do movimento. Uma vez que ele estava preocupado com problemas do movimento que eram tradicionais na Idade Média. A física desenvolvida por Galileu foi, em certo sentido, motivada pela busca da resolução desses problemas.

E, por fim, uma última característica da filosofia natural medieval – destacada por Grant para a elucidação das pré-condições substantivas para a Revolução Científica –, trata-se da ideia de Liberdade de investigação e a autonomia da razão. Isso mesmo! Por incrível que pareça a nossa geração, que aprendeu que a Idade Média foi um período de estagnação intelectual e perseguição aos estudiosos, a história registra algo bem diferente. O corpo acadêmico, ao contrário do que nos foi ensinado, desfrutou de privilégios durante a Idade Média.

EM SÍNTESE...

As contribuições de Grant nos permitem questionar alguns mitos presentes nos meios acadêmicos contemporâneos. A ideia de que a mentalidade religiosa, em especial a cristã, é hostil ao conhecimento de outras culturas é um deles. Como vimos, embora outras civilizações, tais como a islâmica e a bizantina tenham possuído em determinado período uma posição superior ao Ocidente Medieval, no que diz respeito à ciência, este último conseguiu absorver todo arcabouço teórico dessas civilizações. Enquanto a ciência nascia morta em outras civilizações, no Ocidente Medieval ela não apenas encontrou um berço confortável, como também desfrutou de condições que possibilitaram seu desenvolvimento, o que foi manifesto por sua consolidação.

REFERÊNCIAS

- GRANT, Edward. **The foundations of modern science in the middle ages**. Cambridge University Press. 1996.
- HARRISON, Peter. **Os Territórios da ciência e da religião**. Viçosa: Ultimato, 2017.
- LE GOFF, Jacques. **A história deve ser dividida em pedaços?** São Paulo: Editora Unesp. 2015.
- LE GOFF, Jacques. **Em busca da Idade Média**. Tradução: *Marcos de Castro*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira. 2005.
- LINDBERG, David C. O destino da ciência na cristandade patrística e medieval. In HARRISON, Peter (org.) **Ciência e Religião**. São Paulo: Ed. Ideias e Letras, pp. 37-54.
- PEARCEY, Nancy R.; THAXTON, Charles B. **A Alma da Ciência**. Tradução: Susana Klassen. São Paulo: Cultura Cristã, 2005
- PERNOUD, Régine. **Idade Média: o que não nos ensinaram**. São Paulo: Linotipo Digital, 2016.
- PERNOUD, Régine. **Luz sobre a Idade Média**. Portugal: Publicações Europa-America. 1997.
- RUBANO, Denise Rosana; MOROZ, Melania. A fé como limite da razão: Europa Medieval. In ANDERY, M. A. (Org.) (2014). **Para Compreender a Ciência**. São Paulo: EDUC, pp. 131-160.
- SAMPAIO, Thiago. Le Goff e a periodização da História. **Revista Dimensões**, v. 43, jul.-dez. 2019, p. 262-267.

A REVOLUÇÃO COPERNICANA E O CASO GALILEU

A Revolução Científica possui um papel proeminente na historiografia da ciência. A maioria dos historiadores situa esse período entre início do século 16 e final do século 17. Já sabemos que foi nesse período em que a Ciência Moderna se consolidou. E, o que mais se destaca desse período para a relação entre Ciência e Religião se encontra nas causas fornecidas pela Teoria Copernicana e pela defesa de Galileu a ela. Neste capítulo, abordaremos esses dois episódios. Nesse sentido, exploraremos dois mitos que giram em torno desses episódios, explorando a contribuição dada por historiadores como David Lindberg, Peter Harrison e John Hendley Brooke, dentre outros.

A REVOLUÇÃO CIENTÍFICA E A IDEIA DE RUPTURA ENTRE CIÊNCIA E RELIGIÃO

Pierre Duhem (1861-1916) foi um importante físico francês e historiador da ciência, que, entre os anos 1902 e 1916, escreveu uma coletânea de 15 volumes sobre ciência medieval. Sua produção preencheu o hiato entre as ciências antigas e a moderna. Enquanto pesquisava, ele encontrou evidências que o levaram à afirmar que a Revolução Científica foi simplesmente uma extensão e elaboração de ideias concebidas no século XIV. Com suas contribuições a HC recebia pela primeira vez um senso de continuidade. (GRANT, 1996).

Embora em sua investigação documental Duhem tenha explorado códices manuscritos, que desde a Idade Média estavam intocados, muitos historiadores, inclusive medievalistas, receberam suas afirmações com cautela, pois tratavam-se de ideias consideradas extravagantes para época. Aqueles que adotaram sua abordagem tiveram que lidar com a acusação *Whiggismo*. Alexandre Koyré (1892 - 1964), por exemplo, era totalmente contrário a qualquer reivindicação de continuidade entre a física medieval e a física clássica do século 17. Ele defendeu a tese de uma *mutação definitiva*, a qual entende que as ideias e conceitos pertenciam a contextos intelectuais diferentes. Nas palavras de Thomas Samuel Kuhn (1922 - 1996), sucessor de Koyré, os paradigmas da física medieval e da física clássica eram incomensuráveis. Nessa perspectiva descontinuista, a Revolução Científica só poderia ocorrer com o repúdio do modelo medieval.

(GRANT, 1996). Ou seja, havia a necessidade da ruptura entre Ciência e Religião. Desta ideia emerge o tão repetido mito, de que a Revolução Científica libertou a Ciência da Religião.

O professor de História da Ciência John Hendley Brooke (1991) nos explica algo interessante em seu livro *Science and Religion: Some Historical Perspectives*, acerca desse tema. Para ele fala-se em revolução científica porque os sistemas de crença anteriores foram derrubados. A filosofia aristotélica que dominava a vida intelectual europeia no século 13 não era mais a que referenciou a física desenvolvida por Newton, no século 17. Na visão de Aristóteles o *cosmos* se dividia entre esferas perfeitas e imperfeitas. Com Newton isso já é diferente, pois existe então uma lei única, aplicável a todos os corpos em todos os lugares. Brooke também destaca que a revolução ocorreu de forma gradativa durante os 150 anos que seguiram o surgimento da cosmologia copernicana, e é difícil caracteriza-la sucintamente. Todavia é evidente que existe uma caracterização que ganhou proeminência entre os especialistas. Trata-se justamente da ideia de que a revolução científica presenciou a separação entre ciência e religião. Ou seja, trata-se da ideia de ruptura! Essa ideia, no entanto, merece uma consideração mais atenta, pois:

O conceito de separação entre ciência e religião durante o século XVII implica que durante os séculos anteriores houve uma fusão. E também implica que onde antes havia casamento, agora havia divórcio. Mas até que ponto essas inferências correspondem à realidade? É verdade que, do século XIII ao século XVI, a busca do conhecimento natural esteve freqüentemente subordinada às preocupações teológicas. Mas uma relação de subordinação não é a mesma coisa que uma de fusão. Também é verdade que, durante o século XVII, os domínios da ciência e da teologia foram diferenciados de maneiras novas e desafiadoras. Mas uma diferenciação não é o mesmo que uma separação final.

BROOKE, 1991, p. 71.

A luz desse raciocínio, Brooke mostra que essas distinções são mais que jogos de palavras. É isso que ele quer dizer com: subordinação difere de fusão, e diferenciação não implica numa separação final. Lendo seu livro, percebemos que a história ter havido a busca por novos padrões de diferenciação que possibilitassem uma nova reintegração entre crença científica e religiosa. E é possível argumentar, inclusive, que as formas seculares de piedade¹⁷, que surgiram a partir da revolução científica, são vislumbres de uma fusão sem precedentes entre ciência e teologia.

O professor de história e filosofia da ciência John Henry (in Harrison, 2010) também nos ajuda a entender algumas coisas importantes sobre o tema. Ele nos recorda que a visão de conflito entre ciência e religião só passou a ser aceita a partir do século 19, ocasião em que a

¹⁷ Forma secular de piedade trata-se da postura adotada pelos leigos, que embora fossem religiosos não possuíam cargos eclesiásticos. Essa compreensão é importante pois, ser leigo e anticlerical não é o mesmo que ser irreligioso. Personagens como Copérnico, Galileu, Kepler, Boyle, Newton, dentre outros, eram todos religiosos piedosos, no entanto não possuíam cargos eclesiásticos.

ciência passa a ser uma espécie de campo de batalha entre religiosos e secularistas. Isso muito difere do modo como a religião era vivenciada no período da Revolução Científica.

Hoje enxergamos a religião¹⁸ como uma escolha pessoal em amplo sentido. Não apenas podemos escolher qual religião seguir, como também podemos optar em não seguir nenhuma. No entanto, antes do secularismo impregnar o Ocidente, tanto Deus quanto a religião, faziam parte da vida das pessoas e, conseqüentemente, da própria sociedade. Pouquíssimas pessoas não pensavam de forma religiosa na época da Revolução Científica. E, por mais incrível que pareça à nossa mentalidade pós-moderna secularizada, aqueles que se ocupavam em estudar e compreender o mundo natural no início do período moderno eram tão religiosos quanto o resto das pessoas de sua época.

Tal observação é corroborada por David Lindberg (2012, p. 60), pois “pode-se dizer que virtualmente todos os personagens proeminentes na historiografia da Revolução Científica eram religiosos devotos e, no caso de alguns, extremamente devotos.”. Digamos que isso, por si só seria suficiente para nos questionarmos, porque a Revolução Copernicana e o Caso Galileu figuram como episódios que exemplificam o conflito entre Ciência e Religião se, muito provavelmente, eles também eram religiosos?

Afirmações não fundamentadas de que a revolução científica libertou a ciência da religião, no sentido de enfatizar uma ideia de ruptura entre esses campos, está presente na visão popular que se tem da HC. Ideias semelhantes a essas são repetidas constantemente e, geralmente, por quem não se deteve a investigar tais acontecimentos. A crença segunda à qual o século 17 assistiu ao divórcio entre ciência e religião se repete como um mantra. No entanto, se nos aproximarmos um pouco mais do referido século, perceberemos uma história um diferente.

Interessante destacarmos que, no período da Revolução Científica os termos Ciência e Religião não possuíam o mesmo significado que possuem hoje. E que “a relação íntima entre filosofia natural e teologia é bem evidente em quase todas as áreas de investigação do mundo natural ao longo da Revolução Científica.” (p. 118) Peter Harrisson destrincha esse assunto em sua obra intitulada *Os territórios da Ciência e da Religião* (2017), e ao fazer isso fornece ao leitor as chaves necessárias para compreender a história e as fronteiras dos dois campos, o que permite ao leitor perceber as relações e as possíveis formas de relacionamentos entre o estudo científico e a religiosidade, compreendendo inclusive o surgimento dessas áreas como esferas distintas e identificáveis.

Nos itens subsequentes apresentaremos dois episódios muito conhecidos e difundidos sobre a HC relacionados ao copernicanismo e sua defesa por Galileu Galilei.

¹⁸ Falamos de religião aqui no sentido da adoção consciente de práticas e ritos específicos de alguma entidade ou instituição religiosa. Isso porque, a luz do que é explicado pelo professor Mircea Eliade, sabe-se que a religiosidade é algo inerente ao ser humano, seja ele adepto ou não de alguma instituição religiosa.

O GOLPE DE COPÉRNICO SOB A HUMANIDADE

Golpe! Isso mesmo.... Esse foi o termo usado por Freud para falar sobre as ideias de Copérnico (Fig. 8) e suas implicações para a humanidade. O pai da psicanálise afirmou certa vez que a teoria copernicana deferiu um dos dois maiores golpes¹⁹ que a humanidade podia receber. Ela ajudou a aniquilar o ingênuo amor próprio da humanidade. Pois as implicações da teoria copernicana ocasionaram uma nova interpretação da posição da humanidade. Se antes seu lugar era central no universo, após a teoria copernicana isso mudou drasticamente. Pois a Terra, que outrora era vista como o centro do universo (geocentrismo), passou a ser vista apenas como uma mancha minúscula no sistema solar. E o sol passou a ocupar o centro (heliocentrismo).



Fig. 8

O professor Dennis R. Danielson (2012, p. 70) destaca algumas coisas interessantes sobre essa ideia. Percebam que, essa acusação sobre a teoria copernicana parte do princípio que estar no centro é algo bom e ser removido dele é algo mau. Todavia para sabermos se estar no centro é algo bom ou mau é preciso entender o contexto da situação. O mesmo se aplica a interpretação dada à teoria de Copérnico. Outra questão que merece atenção é o fato de que geralmente a ideia de geocentrismo é tratada como um equivalente ao antropocentrismo. O sistema ptolomaico, refutado por Copérnico, era de fato geocêntrico. Mas não se pode considera-lo antropocêntrico. Isso porque o antropocentrismo trata-se de um termo meramente figurativo e, assim como termos tais como egocentrismo e etnocentrismo, apenas sinaliza a atitude de uma pessoa ou grupo relativamente ao *valor* de algo. No caso em questão, da humanidade (*antropos*). Deste modo, o antropocentrismo e o geocentrismo não devem ser tratados como equivalente.

Outra suposição equivocada é a que atribui a Copérnico a intenção de – ao reduzir o estatuto da Terra desalojando-a de sua posição central –, deferir um golpe contra a religião, em especial as religiões abraâmicas.²⁰ Essa perspectiva equivoca-se por não considerar o fato de que existe uma diferença entre centralidade figurada e centralidade literal. Pois, uma vez que todas grandes religiões atribuem centralidade a humanidade, logo isso só faz sentido figurado e não literal. A centralidade humana advogada pela religião está em seu valor e não depende do local que ela se situa.

Outro ponto importante para nossa compreensão da situação *está* no fato de que a localização central da Terra nem sempre foi vista de modo positivo. C. S. Lewis (2015, p. 73), ao

¹⁹ O segundo teria sido a teoria de Darwin, sobre a qual discutiremos mais adiante.

²⁰ Religiões abraâmicas são aquelas que possuem sua origem na promessa que Abraão recebeu de Deus. O judaísmo, o cristianismo e o islamismo se enquadram nessa categoria de religiões.

escrever sobre a visão de mundo medieval e renascentista, em *A imagem descartada*, realiza uma análise de obras literárias desses períodos. E, destaca que a Terra já foi vista como uma espécie de lata de lixo cósmica. Um pouco mais adiante, na mesma obra, Lewis (2015, p. 102) explica que, na visão medieval, “a Terra é, de fato, o centro, o lugar mais baixo; o movimento para chegar a ela, de qualquer direção que seja, é um movimento para baixo.” E, a luz dessas informações, é possível perceber que a cosmologia copernicana realiza na verdade um feito notável, pois aumenta em simultâneo o estatuto da Terra e do Sol. Nas palavras de Danielson (2012, p. 74), “na cosmologia de Copérnico, o centro era transformado num lugar de honra, enquanto, ao mesmo tempo, a Terra era promovida ao estatuto de ‘estrela’ que se move por entre os planetas, como um deles.” A realocação da Terra promovida pelo copernicanismo foi encarada de forma positiva por seus seguidores. Estes comemoraram com júbilo a libertação da Terra do centro morto do Universo.

É difícil apontar com exatidão quando o mito da oposição religiosa teve início, porém, dizem que ele surgiu pela primeira vez na França, quase um século após a morte de Copérnico. Quanto ao mito do destronamento da Terra, tudo indica que se trata de muito mais que um mero anacronismo ou equívoco desinteressado.

A PRISÃO E TORTURA DE GALILEU GALILEI

Embora Galileu Galilei (1564 - 1642) não tenha publicado nada explicitamente defendendo a teoria copernicana, é bem conhecida a história de que ele era um dos adeptos do copernicanismo. Ele chegou a advogar abertamente seu posicionamento, e por consequência disso foi perseguido, julgado e condenado pela Igreja Católica. Mas também sabemos que as narrativas acerca desse episódio não terminam nesse ponto. Como diz um ditado conhecido, “quem conta um conto aumenta um ponto!”. E foi isso que ocorreu com o caso Galileu

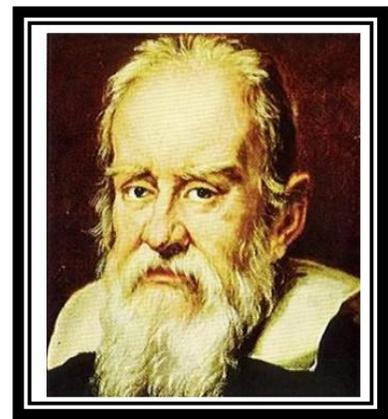


Fig. 9

(Fig. 9). De acordo com alguns entusiastas ele não foi simplesmente julgado e condenado, ele foi encarcerado e torturado, e sabe se lá mais o que. Como Voltaire chegou a escrever, Galileu, no auge de seus 80 anos, penou nas masmorras da Inquisição simplesmente porque provou irrefutavelmente que a Terra se movia. Vejamos agora até onde essas afirmações são condizentes.

O professor Maurice A. Finocchiaro estudou o Caso Galileu a fundo e abordou esse episódio específico em suas obras *The Galileo Affair: A Documentary History* (1989) e *Retrying Galileo, 1633-1992* (2005). Em um formato mais condensado, mas não menos relevante para os fins deste paradidático, Finocchiaro (in Numbers, 2012) escreve, em um artigo de mesmo nome,

especificamente acerca do mito que diz que *Galileu foi preso e torturado por advogar a teoria de Copérnico*. Nesse texto o professor observa que Galileu começou a defender o copernicanismo em 1603, pois ele apreciava a teoria copernicana por ela ser mais condizente com a nova física que ele vinha trabalhando há um tempo já. Galileu não chegou de publicar nada a respeito, pois naquela época ele era ciente da existência de dados desfavoráveis ao copernicanismo. Esses dados emergiam da “experiência sensorial direta, da observação astronômica, da física tradicional e das Passagens das Escrituras.”. E, “em conformidade com isto, considerou que os argumentos anticopernicanos suplantaram de longe os favoráveis a essa teoria.”. (NUMBERS, 2012, p. 90). No entanto, após aperfeiçoar o telescópio em 1605 ele pode observar uma série de eventos celestes que viriam a transformar a teoria copernicana numa séria protagonista na luta pela verdade concernente à física. E foi aí que o ataque, vindo de filósofos e clérigos conservadores²¹, teve início.

A acusação de que ele era um herege, por contrariar textos escriturísticos, o levou a refutar argumentos bíblicos usados contra a teoria de Copérnico. Galileu passou então a escrever cartas particulares, dirigindo-as a um discípulo seu, Benedetto Castelli (1613), e à pós-duquesa viúva Christina (1615). A carta escrita para pós-duquesa foi a que ocasionou maiores problemas, e motivou um frade dominicano denunciar de forma o caso a inquisição romana. Essa investigação em questão levou mais ou menos um ano para ser efetuada, no entanto, Galileu não chegou de ser convocado por Roma, visto que: 1) as testemunhas-chaves do processo o tornaram livre de culpas; 2) as cartas não chegaram de ser publicadas; 3) suas publicações não haviam afirmações categóricas em defesa do copernicanismo, nem negação da autoridade científica das Escrituras.

Porém, já em dezembro de 1615, Galileu foi deliberadamente a Roma a fim de defender a Teoria de Copérnico. Em fevereiro do ano seguinte, o cardeal Roberto Bellarmine advertiu Galileu privadamente em nome da Inquisição. A advertência proibiu-o de defender o movimento da Terra, e, de acordo com a historiografia, Galileu concordou com isso. Em março de 1616, no Index de livros proibidos, foi declarada a falsidade do movimento da Terra e o livro de Copérnico foi banido. Galileu, porém, nem se quer foi mencionado.

Os anos se passaram e em 1623, quando um velho administrador seu, Maffeo Boberine, se tornou o Papa Urbano VIII, Galileu decidiu escrever um livro defendendo a Teoria Copernicana indireta e implicitamente, tratava-se do livro *Dialogo sobre os dois principais sistemas do mundo* (1632). Galileu julgou que tal obra não defendia a teoria de Copérnico especificamente, pois apresentava argumentos de ambos os lados.

²¹ É importante destacar que Galileu vive na época em que desdobramentos da Reforma Protestante moldam seu contexto imediato. A Igreja Católica Romana passava por um período de fragilidade, devido ao Protestantismo, o que foi evidenciado pela adoção de medidas mais enérgicas com relação a todos que adotassem perspectivas contrárias à tradição.

Todavia, seus inimigos reclamaram que o livro de Galileu defendia sim o movimento terrestre e o acusaram de contrariar a advertência do Cardeal Roberto Bellarmine, dada em 1616, e do Index do mesmo ano. Resgataram a injunção especial que Galileu recebera em 1616, em que ele havia sido proibido de discutir o movimento da Terra de qualquer forma. E desta vez sim, Galileu foi convocado por Roma para julgamento. O caso teve início em abril de 1633 e findou em 22 de junho desse mesmo ano.

Galileu admitiu ter recebido uma advertência, mas negou ter recebido uma *injunção especial*²² para não discutir o tema de nenhuma forma. Ele apresentou o certificado recebido de Bellarmine e alegou que seu diálogo não defendia o movimento da Terra.

A luz do certificado passado por Bellarmine e de diversas irregularidades de que padecia a injunção especial, os juízes da Inquisição tentaram negociar um acordo extrajudicial: prometeram não apresentar a acusação mais grave (violação da injunção especial) caso Galileu aceitasse declarar-se culpado de uma acusação menor (transgressão da advertência para não defender o copernicanismo). Galileu concordou, pelo que nas audições posteriores (a 30 de abril e 10 de maio) admitiu que o livro fora escrito de forma a transmitir aos seus leitores a impressão de defender o movimento da Terra. Negou, porém, que fosse essa a sua intenção original, atribuindo o seu erro a presunção.

FINOCCHIARO IN NUMBERS, 2009, PP. 92, 93.

O julgamento de Galileu o declarou culpado de “suspeição veemente de heresia”, que era um tipo de heresia mediana, nem tão grave e nem tão leve. As questões que levaram a essa sentença eram: a tese copernicana e o princípio metodológico de que as Escrituras não constituíam autoridade científica.

De acordo com John Henry (in Harrison, 2010, p. 60) pesquisas recentes apontam que esse caso estava envolvido em um conjunto único de circunstâncias. E, esse conjunto dificulta a utilização do caso Galileu como um exemplo geral de incompatibilidade entre ciência e religião. O principal assunto do julgamento não foi a defesa da teoria copernicana em si, mas a defesa ter se dado após a ordem dada por um papa anterior (Papa Paulo V 1550-1621) de: não concordar, defender ou ensinar a teoria. Seja de qualquer modo. Ao deixar de mencionar essa ordem em seu pedido ao Papa Urbano VIII, Galileu teria o enganado.

Mas, e quanto ele ter sido encarcerado e torturado? Finocchiaro (in Numbers, 2012, pp. 100, 101) diz que, de acordo com os indícios disponíveis, Galileu permaneceu em prisão domiciliar durante todo o julgamento que ocorreu no ano de 1633 e nos nove anos que se seguiram, mas não chegou de ser encarcerado. E que ele sofreu sim um interrogatório com ameaça de tortura, mas não chegou a sofrer tortura real. O professor também explica que, as narrativas em torno deste caso podem ser entendidas como mitos. Embora parecessem

²² Uma injunção trata-se de uma ordem precisa e formal.

verdadeiras eram de fato falsas, e que continuaram a ser consideradas como verdadeiras nos anos seguintes por pessoas de baixa habilitação ou por investigadores descuidados.

EM SÍNTESE...

Neste capítulo, discutimos a Revolução Científica e a famigerada ideia de ruptura entre Ciência e Religião, supostamente ocasionada por ela. Para elucidar o período, exploramos dois episódios paradigmáticos para retratar a ideia de divórcio entre o conhecimento religioso e o científico. A partir desses acontecimentos, desmitificamos a ideia de que Copérnico havia dado um golpe na humanidade, por intermédio de sua teoria cosmológica, bem como o mito da prisão e tortura de Galileu.

REFERÊNCIAS

BROOKE, John Hedley. **Science and Religion**. Cambridge University Press. 1991.

DANIELSON, Dennis R. A teoria de Copérnico desalojou os seres humanos do centro do cosmos. In NUMBERS, Ronald L. (org.) **Galileu na prisão: e outros mitos sobre ciência e religião**. Lisboa: Gradiva Publicações, 2012, pp. 69-78.

FINOCCHIARO, Maurice A. Galileu foi preso e torturado por advogar a teoria de Copérnico. NUMBERS, Ronald L. (org.) **Galileu na prisão: e outros mitos sobre ciência e religião**. Lisboa: Gradiva Publicações, 2012, pp. 89-101.

GRANT, Edward. **The foundations of modern science in the middle ages**. Cambridge University Press. 1996, p. xi.

HARRISON, Peter. **Os Territórios da ciência e da religião**. Viçosa: Ultimato, 2017.

HENRY, John. A religião e a Revolução científica. In HARRISON, Peter (org.) **Ciência e Religião**. São Paulo: Ed. Ideias e Letras, 2014, pp. 59-82.

LEWIS, C. S. A imagem descartada: para compreender a visão medieval de mundo. São Paulo: É Realizações. 2015.

O MECANICISMO DE ROBERT BOYLE E ISAAC NEWTON

A ciência do final do século 17 e início do século 18 era caracterizada pela mecanização do mundo natural. Essa perspectiva foi reinterpretada posteriormente a fim de apoiar uma postura secular e subversiva, com relação ao sagrado na natureza. O surgimento do deísmo inglês – e as críticas que alguns adeptos deste movimento destinavam à religião – ocasionou, gradativamente, a suposta eliminação da necessidade de Deus para a cosmologia. Neste capítulo exploraremos esse período com foco nas contribuições de Robert Boyle e Isaac Newton, ambos proponentes de uma interpretação mecanicista para a ciência. Neste sentido, questões do tipo: *O que é o mecanicismo? A cosmologia mecanicista eliminou a necessidade de Deus? Qual era a visão de mundo de figuras como Robert Boyle e Isaac Newton?* Serão brevemente abordadas.

A CONCEPÇÃO MECANICISTA DO UNIVERSO

O professor e historiador da ciência John Hendley Brooke (2009), ao escrever sobre a atividade divina num universo mecânico, discorre sobre aspectos interessantes para nosso propósito. Ele nos recorda que a visão mecanicista do mundo tem como ponto de partida o pressuposto de que a natureza opera de acordo com princípios mecânicos. Esses princípios podem ser expressos em termos de leis naturais e formulados em linguagem matemática, em contraste com a abordagem anterior que possuía uma visão organicista do mundo. Existem algumas analogias que podem ser úteis para ilustrar o que se entendia por visão organicista bem como a forma que ocorreu a transição dela para a abordagem mecanicista, que surgiu no fim do século 17.

Uma dessas analogias - prossegue Brooke – pode ser percebida em Aristóteles. O filósofo explicava o movimento planetário comparando as estrelas com corpos dotados de vida e iniciativa, para ele isso possibilitava a compreensão das peculiaridades do movimento planetário do mesmo modo que compreendemos um organismo vivo. Os planetas poderiam exibir estados de saúde diferentes, o que ocasionaria diferentes modos de exercício.

O historiador destaca que, ainda no início do século 17, essas analogias orgânicas permitiam supor a existência de simpatias e coisas do tipo. Havia uma crença popular de que as estrelas podiam afetar o destino das pessoas e favorecer certos experimentos alquímicos.

Um exemplo dado por Brooke desse tipo de crença versava sobre a pomada para armas. Uma espécie de bálsamo que era colocado na arma que ocasionava o ferimento e não na ferida em si. A cura, segundo essa crença, era proporcionada por um poder simpático transmitido do sangue da arma para o sangue do ferido. O inglês Robert Fludd (1574 - 1637) era adepto dessa ideia e ele acreditava que a explicação científica para tal fenômeno exigia um vocabulário que abrangia dentre outras coisas aspectos espirituais e simpáticos.

Esse vocabulário utilizado no final do século 17 foi substituído por outro bem diferente. A adoção de um novo vocabulário, dotado de engrenagens e dispositivos humanos, ganhou espaço e manifestou a predominância da visão mecanicista, que aos poucos se impregnou por toda sociedade europeia.

Em 1704, um colaborador de um jornal erudito francês observou que um novo estilo de explicação científica havia se tornado a última moda. Não se ouvia nada além da física mecanicista. A moda também não se limitava aos sábios. Mulheres familiarizadas com a filosofia de Descartes reduziram alegremente os animais a máquinas. “Por favor, não traga cachorro para Pauline”, certa sra. De Grignan implorou em 1690: “Queremos apenas criaturas racionais aqui, e pertencendo à seita a que pertencemos, recusamos a nos sobrecarregar com essas máquinas”. O universo tornou-se tão mecânico, anunciou Fontenelle em 1686, que quase se poderia ter vergonha dele.

BROOKE, 2009, p. 158.

Essa mudança foi ocasionada pela nova cosmologia proposta por Copérnico, que acabou implicando na formulação de uma nova maneira de interpretar o *cosmos*. De acordo com o químico e historiador da ciência R. Hooykaas (1988, p. 32), o que ocorre desde a ascensão da cosmologia copernicana até a física desenvolvida por Newton pode ser compreendido como o processo de mecanização da concepção de mundo. Já no final do século 17 presenciou-se então um abandono total da visão organicista do mundo e a adoção de uma visão mecanicista.

O mundo real foi reduzido ao que podia ser descrito em termos mecânicos (partículas de matéria em movimento) e isso implicou em uma série de questionamentos acerca da relação de Deus com a natureza. Que papel restaria para Deus num universo que se assemelhava a um relógio? Indagações desse tipo são muitas vezes utilizadas para supor que o mecanicismo surgiu de mentes indiferentes, desprovidas ou até mesmo contrárias à crença religiosa. E não apenas isso. Há quem diga que a intensão por trás do mecanicismo era justamente eliminar a necessidade de Deus. No entanto, essas ideias não passam de equívocos anacrônicos.

Mas, o que é o mecanicismo? Segundo o dicionário de filosofia de Nicola Abbagnano (2007) o Mecanicismo pode ser compreendido como,

Toda doutrina que recorra à explicação mecanicista. Entende-se por explicação mecanicista a que utiliza exclusivamente o movimento dos corpos, entendido no sentido restrito de movimento espacial. Nesse sentido, é mecanicista a teoria da natureza que não admite outra explicação possível para os fatos naturais, seja qual for o domínio a que eles pertençam, além daquela que os interpreta como movimentos ou combinações de movimentos de corpos no espaço. O M. pode ser considerado: 1º uma concepção filosófica do mundo; 2º um método ou princípio diretivo da pesquisa científica.

ABBAGNANO, 2007, pp. 653, 654.

Percebam que na definição dada por Abbagnano existe uma diferenciação entre o mecanicismo como concepção filosófica e o mecanicismo como método ou princípio diretivo da prática científica. O mecanicismo é muitas vezes associado ao naturalismo, cujas características são inerentes às ciências naturais e tal diferenciação também existe²³. Temos a diferenciação entre a *concepção filosófica* e a *concepção metodológica* desses termos em mente é importante para não confundirmos alhos com bugalhos. Pois, tanto o mecanicismo quanto o naturalismo metodológico não contrariam a possibilidade da crença teísta. E, outra coisa interessante é que a visão organicista, predominante antes da ascensão do mecanicismo, era, inclusive, desacreditada por muitos religiosos.

Em seu livro *A religião e o desenvolvimento da Ciência Moderna*, R. Hooykaas (1988, pp. 32, 33) nos explica que ao contrário do que se poderia pensar, a concepção mecanicista foi favorecida por uma visão mais acentuadamente bíblica. A ideia do mundo como uma máquina exclui tanto o naturalismo organicista aristotélico, quanto o materialismo epicurista²⁴. Pois um mecanismo é artefato de um desígnio o que implica num autor externo capaz de produzi-lo. Nesse sentido, a crença num Deus transcendente é condizente.

A crença num Deus transcendente também resolve o problema deificação da natureza, pois embora a visão teocêntrica atribua sacralidade a natureza ela não a diviniza. A visão da natureza como criatura de Deus foi algo positivo para a própria prática científica, pois uma vez que os deuses da natureza foram extirpados pela visão teísta, ela poderia ser tranquilamente estudada, como bem observaram Nancy Pearcey e Charles Thaxton em *A alma da ciência*.

Por outro lado, a crença estritamente na transcendência divina pode oferecer uma visão limitada para a relação de Deus com a natureza, limitando-a a uma concepção deísta. O Deísmo, como se sabe, é uma concepção que emerge no Iluminismo e foi um dos responsáveis por

²³ As duas formas de naturalismo são o Naturalismo Filosófico e o Naturalismo Metodológico.

²⁴ Para Boyle Epicuro, fundador do epicurismo, havia atribuído aos átomos características da divindade, tais com eternidade e soberania. Essa perspectiva entendia os átomos como uma infinidade de deuses. (HOOPYKAAS, 1988, p. 33)

reformular o papel de Deus como uma espécie de relojoeiro divino que apenas criou o universo, mas não interage com ele de nenhum modo. Simplesmente criou, deu corda e o abandonou! O Deísmo está alicerçado numa concepção mecanicista do universo, a qual perdurou por muito tempo, sendo abalada apenas com o advento da nova física do século 20, da qual falaremos no capítulo 6.

Tanto Robert Boyle (1627 - 1691) quanto Isaac Newton (1642 - 1727) eram adeptos do mecanicismo, o que não significa dizer que eram deístas, embora Newton seja frequentemente categorizado como tal. A partir de agora, a fim de compreender um pouco sobre como se constituía a relação entre ciência e religião na era mecanicista, iremos analisar brevemente o mecanicismo adotado por ambos.

A PERSPECTIVA MECANICISTA DE ROBERT BOYLE À LUZ DA SOBERANIA DE DEUS

Robert Boyle (Fig. 10) é considerado por muitos como o pai da química. Dentre as inúmeras contribuições que teve para essa ciência, podemos citar os estudos desenvolvidos acerca dos gases, que permitiram verificar que a pressão de um gás é inversamente proporcional ao volume que ele ocupa, fenômeno que ficou conhecido como a Lei de Boyle-Mariotte.

Foi ele quem cunhou o termo “filosofia mecanicista”. O mundo para Boyle era compreendido como um grande mecanismo, em cujo todas as coisas haviam sido criadas tão habilmente que obedeciam ao intento original do Artífice. Por mais incrível que isso possa parecer, Robert Boyle, além de filósofo natural, era um cristão profundamente religioso. E, em sua ciência, presava pela tradição mecanicista por compreender que ela preservava o domínio e a dignidade distinta do Criador. (PEARCEY; THAXTON, 2005, p. 101).

Ao falar sobre Robert Boyle, Hooykaas (1988, p. 37) explica que seu exame crítico do conceito de natureza resultou num *desendensamento* tanto da natureza quanto da ciência natural, o que foi feito com respaldo bíblico. Para Boyle a apresentação da natureza como um ser quase divino nada mais é que uma noção vulgarmente aceita, e podia ser considerada uma afronta a Deus e um obstáculo a uma investigação fidedigna de sua obra, a saber, a natureza.

Vale ressaltar o que foi considerado por Brooke (1988, p. 178) sobre Robert Boyle. Segundo o historiador, Boyle apresentou diversos argumentos favoráveis quando explanou sobre a filosofia mecânica. Esses argumentos não se restringiam a vantagens teológicas. Pois, além de



Fig. 10

religioso, Boyle presava pelas virtudes da inteligibilidade e da clareza. Naquela altura, por exemplo, o conceito de *forma* carecia de uma reinterpretação. Antes mesmo de Boyle pressionar esse caso, o químico Etienne de Clave já havia observado que tal conceito tinha perdido sua clareza e podia significar ao menos dez coisas diferentes.

Todavia isso não significa que Boyle não dava importância para a justificativa teológica, muito pelo contrário. Pois ele encontrou em sua filosofia corpuscular um antídoto eficaz para combater sistemas heréticos em que a Natureza (com N maiúsculo) era considerada autossuficiente, tanto em atividade quanto produzindo todas as coisas. Ao enfatizar que seus corpúsculos se comportavam de acordo com regras que Deus escolhera livremente, ele manteve um papel central para a atividade divina no mundo. A natureza não deveria ser considerada como um agente distinto ou separado, mas como um "sistema de regras, de acordo com o qual esses agentes, e os corpos nos quais trabalham, são pelo grande Autor das coisas, determinado a agir e sofrer." (BROOKE, 1998, p. 179).

Boyle havia usado a filosofia mecânica para demonstrar a diferença nítida entre a natureza e Deus. Boyle também deu uma resposta aqueles que, excluindo a possibilidade de intervenção da divindade na natureza, perguntavam: como Deus age em um mundo de partículas giratórias?

Para ele, as leis tinham sido inventadas por Deus e elas mesmas expressavam a atividade divina. Partindo da noção mecanicista de que a matéria possuía certas propriedades, Boyle poderia argumentar que Deus havia deliberado quais propriedades pertenceriam à matéria. E não apenas isso, pois não bastava a matéria possuir uma ou outra propriedade, era preciso uma configuração inicial específica. Nesse sentido, prossegue Brooke (1988, p. 181), "a filosofia mecânica devidamente entendida apoiava a atividade divina."

Todavia esse argumento do desígnio também era compatível com o deísmo. Apesar de não apresentar nenhum argumento a favor da interferência de Deus, ele utilizou uma analogia poderosa que dizia: "Se havia uma substância espiritual no homem, então toda ação humana voluntária era prova de que um ser incorpóreo e inteligente poderia trabalhar sobre a matéria. Por analogia, por que Deus não faria o mesmo?" (p. 181).

Em resumo, a perspectiva mecanicista de Boyle englobava a providência geral de Deus, a qual se referia à criação da natureza bem como de suas leis; Sua providência particular, que diz respeito à decisão de Deus interferir na natureza; e, Sua intervenção miraculosa, que diz respeito às intervenções de efeitos extraordinários operados por meio sobrenatural.

A PERSPECTIVA MECANICISTA DE ISAAC NEWTON E SUA DE DEFESA DA ONIPRESENÇA DE DEUS

Isaac Newton (Fig. 11) é sem dúvida uma das figuras mais arquetípicas da Ciência Moderna. Dificilmente alguém que já tenha sido iniciado ao fantástico mundo científico não o

conheça. No entanto, embora muito conhecido, ela ainda é uma das figuras mais enigmáticas da HC. Categorizado muitas vezes como um Deísta, a caricatura pintada de Newton muito se distancia daquilo que ele realmente era. Nesse sentido, podemos afirmar com certeza que o autor de *Princípios Matemáticos de Filosofia Natural* não seria um adepto do newtonianismo difundido pelo iluminismo do século XVIII, como bem observou J. B. Shank (in HARRISON, 2019, pp. 77-96).

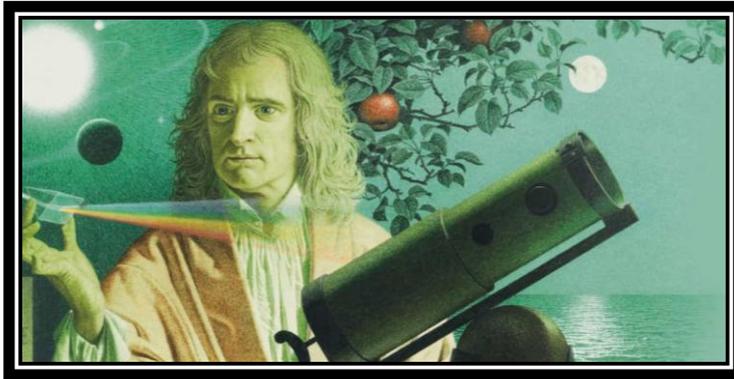


Fig. II

Como vimos acima, Newton foi um adepto do mecanicismo sendo considerado por alguns como um dos representantes do deísmo. Há inclusive um mito corrente que diz que “a cosmologia mecanicista de Newton eliminou a necessidade de Deus”. No entanto, tanto uma coisa quanto a outra não passam de deturpações historiográficas. Para o professor Edward B. Davis (in Numbers, 2012, p. 143), essa imagem dada a Newton não é apenas equivocada, como também é oposta à realidade. E por esse motivo não deveria ser simplesmente corrigida, mas totalmente repudiada. Pois, “na verdade, Newton rejeitou tanto a metáfora do mecanismo de relógio propriamente dita como o frio universo mecânico sobre o qual se baseia.” (DAVIS in NUMBERS, 2012, p. 143). A concepção de Newton do mundo supunha um profundo empenhamento na atividade constante da vontade divina, não sujeita às restrições “racionais” dos deístas que mais tarde pretenderam transformar o soberano senhor do universo num simples monarca constitucional impedido de violar as suas próprias *leis*.

Newton dedicou muitos anos de sua vida ao estudo teológico, o que rendeu inúmeras folhas de papel. E alguns investigadores de sua vida advogaram a ideia de que essa sua conduta não interferiu em sua produção científica a não ser por lhe roubar tempo considerável.

Newton, segundo a sabedoria corrente, foi um grande físico e matemático que, de forma bastante embaraçosa, ‘chapinhou’ na alquimia e na teologia; se espreitou um pouco frequente e determinadamente de mais a ‘idade das trevas’, isso ter-se-á devido fundamentalmente ao esgotamento nervoso que sofreu aos 51 anos, após o qual, em todo caso, não realizou muito trabalho científico.

DAVIS in NUMBERS, 2012, p. 144.

Como podemos perceber, existem conclusões muito diferentes sobre Newton. No entanto, estudos recentes nos permitem conhecer outra face dele. Os estudos sobre alquimia e teologia que ele produziu foram estudados por variados especialistas, que consideraram tanto o material quanto o contexto no qual esses estudos teriam sido elaborados. Esses estudos diferem

daqueles baseados na historiografia tradicional, não apenas por nos apresentar um novo conhecimento, mas por possuir uma nova atitude historiográfica, que “toma pelo seu valor facial aquilo que Newton de fato disse e fez, sem lhe impor, e ao seu *milieu*, as nossas normas culturais e crenças modernas.” (DAVIS in NUMBERS, 2012, p. 144). Essa perspectiva considera que a história perde sua viabilidade quando não mostra o mundo como ele aparece aos atores históricos.

O Newton manifestado por seus escritos, em especial aos teológicos que foram negligenciados por muito tempo, se configura num estudante de teologia sério e piedoso. Suas ideias sobre Deus e a Bíblia ajudaram a modelar sua visão de mundo, e isso inclui a forma que ele enxergava a natureza, bem como seu funcionamento.

Brooke (1988) destaca um aspecto interessante desse período da HC. Trata-se da evidência de que o voluntarismo forneceu uma metafísica conveniente para promoção das filosofias mecânicas. O voluntarismo pode ser entendido como uma doutrina teológica fundamentada na vontade de Deus. E tanto Boyle quanto Newton consideraram em suas perspectivas científicas a existência de um Deus de vontade soberana que não apenas dita propriedades próprias da matéria, como também pode intervir imediatamente na natureza. Sendo essa intervenção feita diretamente ou por meio da agência de causas naturais.

Outra observação muito interessante feita por Brooke versa sobre a interpretação dada a filosofia da natureza de Newton. O historiador nos diz que ela é muitas vezes mal compreendida e, quando considerada, a concepção de Deus é interpretada por alguns como uma espécie de um apêndice, que seria útil apenas para explicar o que a ciência não pode. O chamado deus das lacunas. Mas essa interpretação é superficial, “pois Newton estava profundamente preocupado com a ação de Deus na história humana.” E, “a crença na onipresença de Deus penetrou até mesmo em sua análise do espaço.” (BROOKE, 1988, p. 188). Em sua mente, Newton associava o espaço à presença íntima de Deus, que sabia e percebia todas as coisas. O espaço não era em si considerado um atributo, o corpo ou um aparato sensorial de Deus, mas sim constituído por Sua onipresença. Isso pode ser considerado irrelevante por uma parcela considerável de intelectuais na atualidade, todavia é fato que “a associação de Newton do espaço com a onipresença de Deus forneceu uma justificativa para considerar sua lei da gravitação do inverso do quadrado como uma lei universal” (p. 188)

EM SÍNTESE...

Neste Capítulo, buscamos apresentar como se deu o abandono da visão organicista do mundo e a adoção de uma visão mecanicista. Vimos que essa mudança foi manifesta pela redução do mundo real, ao que podia ser descrito em termos mecânicos, o que implicou em uma série de

questionamentos acerca da relação de Deus com a natureza. Para elucidar o período, exploramos o mecanicismo adotado por Robert Boyle e Isaac Newton. Vimos que Boyle compreendia o mecanicismo a luz da soberania de Deus, ao passo que Newton o compreendia a luz da onipresença de Deus.

REFERÊNCIAS

BROOKE, John Hedley. **Science and Religion**. Cambridge University Press. 1991.

DAVIS, Edward B. A cosmologia mecanicista de Newton eliminou a necessidade de Deus. In NUMBERS, Ronald L. (org.) **Galileu na prisão: e outros mitos sobre ciência e religião**. Lisboa: Gradiva Publicações, 2012, pp. 142-149.

HOOYKAAS, R. **A religião e o desenvolvimento da ciência moderna**. Tradução de Fernando Dídimo Vieira. Brasília: Editora Universidade de Brasília. 1988.

PEARCEY, Nancy R.; THAXTON, Charles B. **A Alma da Ciência**. Tradução: Susana Klassen. São Paulo: Cultura Cristã, 2005.

SHANK J. B. Between Isaac Newton and Enlightenment Newtonianism: The 'God Question' in the Eighteenth Century. In HARRISON, Peter; ROBERTS, Jon H. (Editores). **Science without God? Rethinking the History of Scientific Naturalism**. United Kingdom: Oxford University Press. 2019, pp. 77-96.

CRIAÇÃO, EVOLUÇÃO E O CASO SCOPES

A ideia de Evolução Biológica possui uma longa história. O filósofo pré-socrático Anaximandro de Mileto, por exemplo, já havia postulado certo progresso no desenvolvimento das coisas vivas. No entanto, foi com Charles Darwin, a partir da publicação de *A origem das espécies* (1859), que o conceito ganhou maior notoriedade. A doutrina da Criação, por sua vez, compõe a cosmovisão da maioria das religiões, sendo inclusive um elemento central nas grandes religiões monoteístas – judaísmo, cristianismo e islamismo. Neste capítulo nos baseamos no episódio do *Julgamento Scopes* para revisitar a controvérsia entre a doutrina da criação e o evolucionismo no que tange suas implicações para o ensino de ciências. Nesse sentido, abordaremos questões referentes ao ensino e aprendizagem de ciências, tendo em vista a necessidade de um ensino laico e não dogmático.

ENTENDENDO O CASO SCOPES

O caso Scopes, também conhecido como o “Monkey trial”, é um episódio histórico que ocorreu na cidade de Dayton, localizada no estado americano de Tennessee, na década de 1920. Nele o professor John Thomas Scopes (1900 - 1970) foi julgado por ter ensinado a teoria da Evolução, numa época em que era ilegal ensiná-la em escolas públicas. Essa lei havia sido aprovada em março de 1925, o julgamento ocorreu em 10 de julho do mesmo ano.

Esse episódio já foi retratado no teatro e no cinema também. O filme *Inherit the Wind*²⁵ (1960), baseado na peça teatral homônima foi filmado quatro vezes (1960, 1965, 1988 e 1999). Numa dessas dramatizações cinematográficas (1999), um jovem professor de ciências, por nome Bertram T. Cates, é preso por ter sido pego ensinando a teoria da evolução em sua classe. Sua bela namorada, Rachel Brown, que também é filha do Rev. Jeremiah Brown, autoridade eclesiástica da cidade, tenta convencê-lo a se retratar com as autoridades locais, reconhecendo seu erro ao ensinar a teoria da evolução. O jovem professor nega fazer tal concessão, afinal de contas, pensa ele, de nada adianta estar fisicamente livre, quando sua mente vive em cárcere! Sem saber qual seria seu destino, prefere permanecer preso e enfrentar o júri. O caso ganhou repercussão

²⁵ A versão brasileira tem como título *O vento será tua herança*.

nacional, despertando a atenção de Matthew Harrison Brady, que se dispôs em ajudar na promotoria, e Henry Drummond, que se dispôs em atuar na defesa do prof Brates. Tanto Matthew Brady quanto Henry Drummond eram famosos. Ambos eram reconhecidos como grandes oradores. Além disso, Brady havia sido candidato a presidente dos EUA por três vezes, pelo partido democrata. Drummond, por sua vez, era um importante jurista agnóstico, defensor dos direitos humanos. No enredo, uma disputa ferrenha é travada entre religião (Brady) e ciência (Drummond). E o modelo de conflito é percebido facilmente, devido aos estereótipos enfatizados por cada personagem. Os religiosos, com exceção da doce Rachel, são retratados como bitolados e intolerantes. Apesar dos exageros, o filme recebeu muitos elogios da crítica. A sequência de diálogos, bem como a atuação dos atores são fatores que influenciaram a crítica positiva da obra. Jack Lemmon, ator que interpretou Henry Drummond, por exemplo, recebeu o Globo de Ouro de melhor ator de filme ou série em televisão.

No entanto, o filme se distancia muito daquilo que de fato ocorreu. Houve realmente o julgamento de um professor de rede pública, e a defesa e acusação também eram personalidades famosas (Fig. 12). Do lado da acusação estava William Jennings Bryan (1860 - 1925), que de fato havia sido candidato a presidência dos Estados Unidos, assim como o personagem Matthew Harrison Brady. E do lado da defesa estava Clarence Darrow, que assim como o personagem Henry Drummond, também era um jurista agnóstico. Mas as semelhanças parecem ser apenas essas.



Fig. 12: à esquerda está Clarence Darrow e à direita está William Jennings Bryan.

Algo interessante nesse episódio é que a realização desse julgamento não tinha como único interesse a controvérsia entre criação e evolução. Havia outros fatores envolvidos, os quais se relacionavam aos interesses locais, por exemplo. Pois o julgamento também tinha como finalidade tornar a cidade de Dayton conhecida nacionalmente, e seria usado para realizar a primeira transmissão ao vivo por rádio. Nada melhor que um debate caloroso, protagonizado por personalidades de influência, para que esse objetivo fosse alcançado. O professor Edward J. Larson (in Numbers, 2012) explica como ocorreu o episódio, e destaca alguns pontos interessantes.

Em 1925, o estado americano do Tennessee ilegalizou o ensino da teoria da evolução humana nas escolas públicas. Respondendo a um desafio da American Civil Liberties Union que se opunha à lei invocando a liberdade de imprensa, os líderes municipais de Dayton, no Tennessee, decidiram pôr essa nova lei à prova em tribunal, combinando previamente uma acusação amigável a um professor de ciências naturais da zona, de nome John Scopes. Pretendiam obter a todo o custo publicidade para o seu grupo. Scopes prestou-se a colaborar com o esquema e em breve centenas de repórteres chegavam a Dayton para assegurar a cobertura de um evento que os seus promotores, particularmente à vontade a lidar com a imprensa, designaram como “uma *battle-royale entre ciência e religião*”. William Jennings Bryan, três vezes candidato presidencial nomeado pelo Partido Democrático, ex-Secretário de Estado e orador lendário com ideias políticas liberais e pontos de vista religiosos conservadores, ofereceu-se para apoiar a acusação. A defesa, por seu lado, contou com a colaboração do famoso advogado de defesa e secularista militante Clarence Darrow.

LARSON in NUMBERS, 2012, pp. 210, 211.

Como podemos perceber o episódio do *Julgamento Scopes* vai muito além da luta pela liberdade de pensamento e atuação docente. No entanto, ainda hoje ele é usado para exemplificar a intolerância de religiosos à Ciência, o que serve como respaldo para tese de que a religião deve ser combatida dentro das salas de aula, especialmente nas aulas de ciências naturais. Afinal de contas, assim como a Idade Média e o Caso Galileu, por exemplo, o *Julgamento Scopes* deixa claro que a religião obscurece e impede o desenvolvimento intelectual. Todavia, essas afirmações soam tão intolerantes quanto os discursos dos personagens religiosos de *Inherit the Wind*.

Aparentemente, o que percebemos hoje é que houve uma inversão no banco dos réus. Aqueles que eram oprimidos, hoje oprimem. Distanciamos-nos cada vez mais do tão sonhado ensino laico e a tolerância de hoje é simplesmente intolerante. Alguns pesquisadores afirmam inclusive que a religiosidade – em especial a de matriz protestante – possui influência negativa na aprendizagem das ciências. Tal observação pode ser verificada em trabalhos recentes como o de El-Hani e Sepúlveda (apud Santos e Greca, 2011), Dorvillé e Selles (2016), Riceto e Colombo Junior (2019).

Isso suscita em nós alguns questionamentos, como por exemplo: o que o professor compreende por influência negativa da religião no aprendizado das ciências? Essa dificuldade de aprendizagem está mesmo relacionada à resistência ao “saber científico”? Se sim, porque há resistência a esse saber por parte de alunos religiosos? A aprendizagem do conhecimento científico requer necessariamente a substituição do discurso religioso pelo científico? E, por fim, como o professor pode lidar com essas questões? Daremos atenção a essas questões, mas antes é interessante que nos atentemos a alguns aspectos que concernem à prática docente.

□ DIREITO DA LIBERDADE INTELECTUAL E DO ACESSO A UM ENSINO LAICO

Deixando de lado os exageros que circundam o episódio do *Julgamento Scopes*, não podemos negar que algo muito importante é levantado por ele. Ele traz à tona alguns aspectos jurídicos aplicados à educação e suas implicações para a atuação docente, por exemplo. O direito da liberdade intelectual, bem como a importância do acesso a um ensino laico e não dogmático, são temas que podemos explorar para compreendermos melhor alguns conceitos.

Nesse sentido, é conveniente trazer a questão para o âmbito da educação brasileira. Ao analisar a atividade intelectual, o constitucionalista José Afonso da Silva (2014, pp. 255, 256), comenta que, “A atividade intelectual é especialmente vinculada ao conhecimento *Conceptual* que abrange a produção científica e filosófica. Esta, como todas as manifestações artísticas, está protegida pela liberdade de que estamos ocupados.” Ele acrescenta ainda que, a Constituição estabelece como um dos princípios do ensino a “liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, a arte e o saber, dentro de uma visão pluralista de ideias, de concepções pedagógicas e de instituições públicas e privadas do ensino” (art. 206, II e III).

Para Silva (2014, p. 258), isso se trata “do reconhecimento de liberdade de uma classe de especialistas na comunicação do conhecimento, que são os professores.” Sendo direcionado a qualquer que exerça a função de magistério, abrangendo professores de qualquer grau. Esta liberdade abriga também o outro lado da relação ensino aprendizagem, ou seja, abriga também a classe discente. Pois além da liberdade de ensinar é estabelecida a liberdade de aprender.

Tem-se, assim, que o enunciado compreende as duas dimensões do conhecer: o *subjetivo* e o *objetivo*. Na primeira, dá-se a relação dos sujeitos do conhecimento envolvendo a liberdade de *transmitir o conhecimento*, que cabe ao professor, e o *direito de receber o conhecimento* ou de *buscá-lo*, que cabe aos alunos e pesquisadores. Na segunda, encontra-se a *liberdade de o professor escolher o objeto relativo do ensino a transmitir*. Dizemos *objeto relativo*, porque sua liberdade aqui fica condicionada aos currículos escolares e aos programas oficiais de ensino (art. 209). Dentro dessa baliza, impende ao professor ministrar o seu curso com a liberdade de crítica, de conteúdo, forma e técnica que lhe pareçam mais corretos.

SILVA, J. A., 2014, p. 258.

Entretanto, quando falamos em aspectos religiosos que possam surgir no desenvolvimento de determinados assuntos, como é o caso do ensino da teoria da evolução, a prática docente pode ser influenciada pela concepção de *laicidade* que o professor possui.

Essa influência pode levar o professor a adotar uma postura desnecessária para sua prática, e até mesmo nociva à aprendizagem dos estudantes.

O professor é o principal agente na construção do saber na Educação formal. Seu papel é o de facilitar o contato do estudante com o conhecimento por meio do ensino. Por educação formal compreendemos aquela que ocorre nas instituições destinadas para este fim, sejam escolas ou instituições de ensino superior. Ou seja, o ensino formal, seja ele de nível básico ou superior, pressupõe a existência de uma entidade. Importante destacarmos que essas entidades são compostas por pessoas. E, considerando a temática da relação da ciência com a religião, sabe-se que as entidades de ensino podem ser confessionais ou laicas. No entanto, as pessoas que pertencem a essas entidades, não podem ser caracterizadas desse modo, das pessoas requer algo diferente, delas exige-se tolerância. Em filosofia tolerância e laicidade fazem parte dos saberes práticos, que são aqueles que se relacionam com a conduta.

O filósofo e professor Clóvis de Barros Filho, ao ilustrar a filosofia moral de Aristóteles, utiliza a relação existente entre a tolerância e a laicidade²⁶ para explicar alguns pressupostos da tolerância, virtude moral que se espera vivenciar em um ambiente civilizado. Nisto, ele acaba por evidenciar a necessidade de o estado ser laico para que esses pressupostos possam existir de fato.

No que se refere às especificidades, Barros Filho ao considerar a distinção entre a tolerância e a laicidade nos explica que, embora ambos pertençam à mesma classe de saberes, eles se referem a coisas distintas. A tolerância é uma virtude moral, específica de seres que não se comportam inexoravelmente. Já a laicidade é um princípio político, característico da cidade, necessário para que uma democracia possa existir.

Nesse caso a escola ou instituição de ensino superior apresenta-se como a cidade (*polis*), sendo assim, a neutralidade diante de assuntos religiosos e metafísicos é necessária, para que os indivíduos que pertençam a essa comunidade possam exercer direitos fundamentais de crença e pensamento, por exemplo.

A pergunta que deve estar lhe incomodando neste momento deve ser: Mas o que isso tudo tem a ver com o ensino de ciências naturais? É neste ponto que o episódio deste capítulo é útil para tratarmos de uma polêmica que surge no ensino da teoria da evolução e sua interface com a religião.

Tal problema foi considerado inclusive na redação de documentos elaborados pelo Ministério da Educação, fato que demonstra a sua importância. Nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio a questão foi tratada do seguinte modo:

²⁶ Essa explicação foi dada pelo professor Clóvis de Barros Filho durante uma aula intitulada Tolerância e laicidade, [Vídeo Aula] Disponível em: <www.veduca.com.br/play/7330> Acesso em: 22/01/2015.

Um caso típico de contraposição entre ciência e valor – no caso, o valor religioso – é a discussão sobre o ensino (ou não) do criacionismo em aulas de Biologia em que se discute sobre a origem e a evolução da vida. Longe de apenas polemizar ou de buscar respostas evasivas, essa é uma valiosa oportunidade para que o professor destaque o papel da ciência, mais especificamente da Biologia, na tentativa de esclarecer questões por meio de evidências, de fatos, e pelo uso de procedimentos e metodologias que lhe são próprios. No caso das escolas públicas, deve-se assegurar o caráter laico do ensino, conforme determina a lei. Existem dois equívocos igualmente perniciosos que alguns professores chegam a cometer nos momentos em que há contraposição entre valores e conhecimento científico: ou a explicação científica é apresentada como verdade imutável e absoluta, única possibilidade de crença, ou então o conhecimento científico é horizontalmente colocado com todas as demais crenças, configurando-se apenas como mais uma explicação entre tantas. Tais manifestações dogmatizadoras em nada contribuem para o desenvolvimento de uma personalidade crítica, e a isso o professor deve estar muito atento. [...] O erro a ser evitado é a suposição de que apenas a informação científica é suficiente para permitir a tomada de decisões e a emissão de julgamentos. Ao professor cabe mediar o diálogo entre informação científica, valores e crenças de cada educando, pois ora esses elementos caminharão juntos, ora contrapor-se-ão. Cabe, também esclarecer que, na maioria das vezes, respostas a questões complexas não são simples afirmações ou negações. Existem fatos e informações a serem ponderados antes que uma decisão seja tomada e, uma vez isso feito, tampouco significa que seja definitivo, pois diante de novos fatos e evidências, tanto o cidadão quanto a própria Ciência reavaliam suas decisões.

BRASÍLIA, 2006, p.39.

Algo interessante no enunciado acima é a sua capacidade de conciliar o ensino laico com a compreensão de que a informação científica por si só não é suficiente para permitir a tomada de decisões e a emissão de julgamentos. Que diante de determinadas questões, cabe ao professor mediar o diálogo entre as informações apresentadas pela ciência e os valores e crenças dos estudantes.

Todavia, diante da alegação da influência negativa da religião para a aprendizagem de ciências, alguns profissionais buscam no princípio de laicidade a justificativa para calar interpretações religiosas que possam ser feitas da teoria da evolução. O que pode incorrer em formas de violência (simbólica) a estudantes que professam alguma crença, uma vez que, de acordo com Bobbio, Matteucci e Pasquino (1998, p. 670), “Estado leigo [ou laico], quando corretamente percebido, não professa, pois, uma ideologia “laicista”, se com isto entendemos uma ideologia irreligiosa ou anti-religiosa.” Isso ocorre quando a aprendizagem do aluno é medida à luz de sua crença, pois pode implicar em um desconforto do estudante, que pensa ser necessário substituir sua crença religiosa pela crença na ciência.

Embora sutil, há uma diferença entre questionar se o estudante *compreende* a teoria da evolução e se ele *acredita* nela. No entanto essa confusão conceitual foi cometida em 2011, quando uma pesquisa brasileira realizada a partir da problemática: “Você *acredita* na evolução das espécies?” chegou à conclusão que “Os problemas ou equívocos encontrados relacionados à

compreensão da teoria da evolução podem ser todos, ou quase todos associados aos princípios religiosos do projeto escolar.” (VIEIRA; FALCÃO, 2012, pp. 88, 96). Considerando as mesmas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, bem como os resultados obtidos pela pesquisa realizada, Vieira e Falcão (2012, p. 97) concluem que é possível “pensar que é necessário estabelecer um debate mais amplo no âmbito das diretrizes nacionais para a educação, não só sobre a ideologia religiosa que estabelece um confronto entre ciência e religião, como também a laicidade no ensino.” E, mais uma vez, o modelo de conflito é usado para definir a relação entre ciência e religião.

Ensinar e aprender conteúdos de ciências naturais não requer substituições discursivas, mas sim a apropriação do discurso científico. O importante é termos em mente que, quando há honestidade intelectual, é possível estudar, compreender e ensinar a filosofia niilista de Nietzsche, mesmo sendo um cristão devoto, por exemplo. E o contrário também deve ser verdadeiro. No entanto, infelizmente, o domínio do conteúdo científico geralmente é detectado como a adoção da ciência como o conhecimento do topo da hierarquia de saberes. Aquele conhecimento mais importante, cujo ensino e aprendizagem só serão possíveis se os sujeitos envolvidos nesse processo abandonem outros saberes, no caso da pesquisa realizada por Vieira e Falcão saberes relacionados à crença dos alunos. Nesse sentido, o professor é convidado a adotar a postura desnecessária de guardião da ciência e um de seus papéis passa a ser o de enfrentamento a todos que se levantem contra o Ídolo, ainda que essa postura prejudique o real aprendizado da ciência.

EM SÍNTESE...

Neste capítulo, abordamos um dos temas mais polêmicos em torno da temática Ciência e Religião. A controvérsia entre a doutrina da criação e a ideia de evolução foi abordada, tendo como episódio elucidativo o caso do *Julgamento Scopes*. A partir desse acontecimento percebemos a importância da liberdade intelectual e do acesso a um ensino laico e não dogmático. Lembrando que a laicidade difere do laicismo e que o dogmatismo também pode se manifestar no ensino de ciências, atribuindo ao conhecimento científico um grau de superioridade, o que origina uma imagem deformada do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

- BARROS FILHO, Clovis. **Tolerância e laicidade**, [Vídeo Aula] Disponível em: <www.veduca.com.br/play/7330> Acesso em: 22/01/2015.
- BOBBIO, N., Matteucci, N., e PASQUINO, G., **Dicionário de política**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1 ed., 1998.
- BRASÍLIA: MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA (*Orientações Curriculares para o Ensino Médio; volume 2*), 135 p, 2006.
- DORVILLÉ, Luís Fernando Marques; SELLES, Sandra Lúcia Escovedo. Criacionismo: transformações históricas e implicações para o ensino de ciências e biologia. **Caderno de Pesquisa**, v.46 n.160 p.442-465 abr./jun. 2016.
- EL-HANI; SEPÚLVEDA. In. SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos; GRECA, Ileana María (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. 2. ed. rev. Ijuí: EdUNIJUÍ, 2011.
- Inherit the wind**. (1h48min45s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=AZYIAKnWog8>> Acesso em: 10 abr. 2021.
- LARSON, Edward J. O caso Scopes terminou em derrota do antievolucionismo. in **Galileu na prisão e outros mitos sobre ciência e religião**. Tradução: Jorge Lima. Lisboa: Gradiva Publicações, S.A. 2012, pp. 210, 211.
- RICETO, Bernardo Valentim; COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete; **Diálogos entre ciência e religião: a temática sob a ótica de futuros professores**. Rev. bras. Estud. pedagog. Brasília. v. 100. n 254, p. 169-190.
- SILVA, J. A. **Curso de Direito Constitucional Positivo**, 37ª edição, São Paulo: Editora Malheiros, 2014.
- VIEIRA, Viviane; FALCÃO, Eliane Brígida Moraes. Laicidade e Ensino de ciências: a necessária reflexão na escola privada. **Alexandria (UFSC)**, v. 5, p. 83-100, 2012.

6

A CIÊNCIA NO SÉCULO XX: O CASO DA NOVA FÍSICA

Neste a ciência do século 20 é abordada com foco nas controvérsias ocasionadas pela nova física. Discorreremos sobre as relações da religião com o *Princípio da Incerteza* Werner Heisenberg e o *Princípio de Complementariedade* de Niels Bohr. Isso nos permitirá compreender a aparentemente congruência entre a ciência moderna e o misticismo oriental, visão promovida por Fritjof Capra.

□ SURGIMENTO DE UMA NOVA FÍSICA: A ERA DA RELATIVIDADE E DA TEORIA QUÂNTICA

Não podemos negar que as descobertas acerca da natureza ocorridas a partir do século XX possibilitaram explicitar outra face da ciência. Se a mecânica newtoniana até então era usada para supor um sistema determinístico, o advento da teoria quântica levantou questões interessantes acerca dos limites do conhecimento humano e da própria ciência em si.

A física newtoniana foi considerada por muito tempo o auge da ciência. Sabemos que além da lei da gravitação universal, Newton desenvolveu outras três leis muito importantes para a física clássica, sendo elas a *Lei da Inércia*; a *Lei da Dinâmica*; e a *Lei da Ação e Reação*. Essas leis ficaram conhecidas como as *três leis de Newton*, e aparecem em seu livro *Princípios Matemáticos de Filosofia Natural*.

Newton baseou-se em sua física para descrever movimentos de corpos celestes, o que possibilitou a unificação entre a física da terra à física do céu. O professor e físico Marcelo Gleiser (2014) comenta esse feito realizado por Newton. Para ele, ao conectar a física da terra à física celestial, Newton possibilitou a exploração de mistérios do *cosmos*. Pois tudo aquilo que podia ser descrito e quantificado na terra pela mecânica de Newton era aplicável também ao movimento celeste. Nas palavras de Gleiser (2014, pp. 80-81), “os mecanismos do relógio cósmico, dos planetas mais distantes até a maçã que cai ao chão, obedecem a uma série de regras fixas, expressas em uma única equação.”

Eis que alguns séculos após Newton, Albert Einstein (1879 - 1955) propõe uma nova forma de se pensar a física. Em sua proposta tanto o espaço quanto o tempo, que eram absolutos em Newton deixaram de ser. Na concepção de Einstein (Fig. 13) o espaço-tempo torna-se

elástico e deformável. Em suma o que Einstein faz com sua *Teoria Geral da Relatividade* é derrubar o repouso e o tempo absolutos. Estes eram os dois absolutos da ciência do século 19. Uma vez derrubados, a concepção da ciência da época foi abalada e apontava para a necessidade de uma nova concepção científica.

O físico e filósofo contemporâneo Michel Paty (2009, p. 29) nos explica que, considerando as definições newtonianas, a teoria da relatividade equivale a uma modificação dos conceitos de espaço e tempo. Estes deixam de ser independentes e absolutos e passam a ser relativos a referenciais de coordenadas espaciais e de tempo.

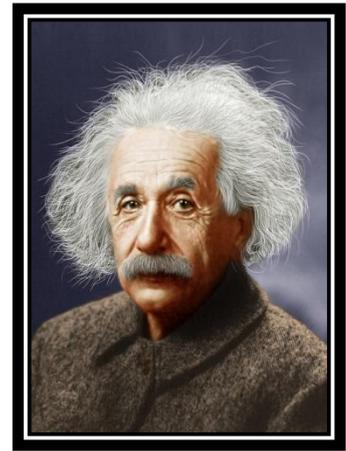


Fig. 13

Todavia, embora a teoria da relatividade seja importante ela também possuía suas limitações, e o rompimento decisivo com a física clássica foi ocasionado pelo advento da Mecânica Quântica.

A Mecânica Quântica é o ramo da física que lida com as propriedades da matéria e da energia em escala atômica ou menor. Embora seus princípios possam ser aplicados a todas as escalas de tamanho, os desvios entre as previsões de física clássica e quântica só são percebidos em escalas nanoscópicas ou abaixo delas. Seus fundamentos foram estabelecidos no início do século 20, a partir dos estudos acerca da radiação eletromagnética e espectros atômicos. Esses estudos foram motivados pelos resultados obtidos por experimentos anteriores, tais como o experimento de dupla fenda realizado Thomas Young no final do século 19, o qual mostrou que a radiação eletromagnética era um fenômeno ondulatório, compostos por campos elétricos e magnéticos oscilantes. Experimentos como o de Young, no entanto, não descreviam de modo adequado a relação existente entre a temperatura e o comprimento de onda emitida pelo *corpo negro*.

A palavra quântica deriva do termo *quantum*, o qual origina do termo latino *quanto* e é empregado para se referir ao fato da natureza possuir alguns aspectos que só podem assumir valores discretos específicos e não contínuos. O professor Michael G. Strauss (in ... 2017, p. 289) elucida esse aspecto da natureza por meio da seguinte ilustração, imagine “um lance de degraus, no qual você só pode ficar em alturas discretas em cada degrau, pode servir como uma ilustração grosseira de um sistema quantizado, enquanto uma rampa inclinada na qual você poderia ficar a qualquer altura seria um sistema clássico não quantizado, ou analógico.”

O termo passou a ser usado em física por intermédio do físico Max Planck (1858-1947), que havia percebido que materiais em temperaturas elevadas emitiam energia em pacotes de energia. A esses pacotes Planck deu o nome de *quanta*. Temos então um contraste entre a física clássica e a física quântica. Enquanto na primeira, cujo nível é macroscópico, a energia varia de modo contínuo, na nova física, cujo nível é atômico, a energia aumenta ou diminui em unidades distintas, denominadas de *quanta*.

Desde seus primórdios a Mecânica Quântica despertou diversas questões acerca da interpretação da realidade. Essas questões deram origem a debates filosóficos ferrenhos, pois, embora pudesse descrever alguns fenômenos de modo eficaz, algumas implicações foram desencadeadas por ela. Imaginem só, diversos preceitos do conhecimento físico anterior pareciam limitados, dando espaço a uma nova perspectiva da ciência, manifesta pela série de propostas elaboradas pelos cientistas.



Fig. 14

Dentre essas propostas podemos citar o *Princípio da Incerteza*²⁷, formulado por Werner Heisenberg (Fig. 14) em 1927; e o *Princípio da Complementaridade*²⁸, enunciado por Niels Bohr em 1928. Esses princípios ocasionaram discussões riquíssimas, que foram além do território da ciência. Além das questões filosóficas que foram levantadas foi possível perceber a formação da interface da ciência com a religião, pois o âmbito da teologia também foi atingido. A partir de agora daremos atenção a essa interface.

TEORIA QUÂNTICA E SUAS INTERFACES COM A RELIGIÃO

Ao escrever sobre Ciência e Religião no século 20, o historiador da ciência John Hedley Brooke (1991, p. 440) destaca algo interessante acerca da cultura ocidental nesse período. Ele observa que o século 20 foi testemunha de um longo processo de reajustamento cultural no Ocidente, o qual foi descrito por alguns como um processo de desconversão, no sentido de que a humanidade foi instigada a aprender a viver com um Deus ausente. Anteriormente a esse processo era normal perceber as sociedades associando um senso de propósito moral ao compromisso com alguma organização comunitária. À crença religiosa era atribuída um papel terapêutico o qual poderia transformar o indivíduo, por meio de uma experiência de conversão, caracterizada pela filiação desse indivíduo a alguma igreja.

Porém, as sociedades ocidentais modernas distinguem-se pelo surgimento de um individualismo que desconfia de instituições cuja pretensão seja normativa. Esse individualismo podia se apresentar de modo mais ou menos tolerante ante a crença religiosa. Sigmund Freud (1856-1939) foi o representante da mentalidade secular menos tolerante com crenças religiosas. Segundo Brooke,

²⁷ Esse princípio diz que, em nível quântico, não é possível conhecer com certeza a posição e o momento linear de uma partícula simultaneamente. Quanto maior for a certeza na medida da posição de uma partícula, menor será a certeza de seu momento linear e vice-versa.

²⁸ Esse princípio diz que a natureza da matéria e radiação é dual e os aspectos ondulatório e corpuscular não são contraditórios, mas complementares.

Ele, talvez mais do que qualquer pessoa, forneceu uma análise da religião que permitiria aos pensadores do século 20 racionalizar sua descrença. Na célebre opinião de Freud, a humanidade teve que ser libertada não pela crença religiosa, mas dela. Qualquer valor que as religiões pretendiam conferir à vida humana tinha que ser desconsiderado.

BROOKE, 1991, p. 441.

Somada a psicologia de Freud (Fig. 15), o século 20 viu nascer em Viena outro movimento – do qual já falamos anteriormente – que também possibilitava a racionalização da descrença. Tratava-se do positivismo lógico, corrente que descarta proposições sobre Deus por estas não serem passíveis de verificação empírica, ao contrário das proposições científicas. Sendo assim, proposições sobre Deus poderiam ser descartadas como sem significado e até mesmo sem sentido. Brooke (1991, pp. 445-53) frisa que, embora essa atitude cientificista tenha tentado isolar o vocabulário científico do religioso, as mudanças ocasionadas na compreensão da própria ciência recriaram a possibilidade de diálogo entre cientista e teólogo.

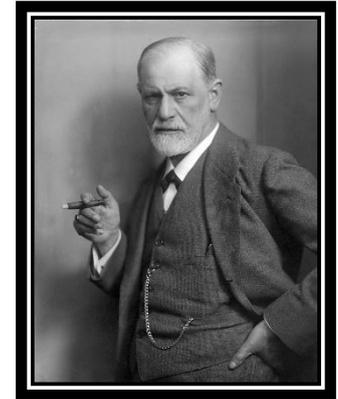


Fig. 15

A própria pesquisa em história, filosofia e sociologia da ciência desafiaram as descrições positivistas da ciência de um modo assombroso, e uma das implicações disso foi o estabelecimento de novos paralelos entre ciência e religião. Se numa perspectiva positivista de ciência a religião era considerada uma categoria de conhecimento obsoleta, com o advento da mecânica quântica, e a consequente necessidade de rever os problemas acerca da realidade, a religião passou a ser cogitada como algo possível para um cientista.

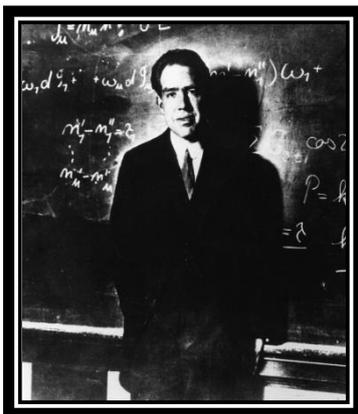


Fig. 16

Nesse sentido, a discussão teológica explorou diversos recursos advindos da nova física. Brooke destaca três desses recursos, sendo eles: 1) o reconhecimento da limitação dos modelos elaborados para descrever a realidade dos fenômenos subatômicos; 2) a indeterminação da nova física, enunciada por Heisenberg; e, 3) a metáfora da complementaridade usada por Bohr. Mas não foi apenas a Teologia que explorou as contribuições elaboradas pela ciência. Niels Bohr (Fig. 16), por exemplo, atribuiu à física quântica, por meio de seu *Princípio de Complementaridade*, um significado cujas bases sustentadoras foram extraídas de outros contextos. Brooke destaca algo que nos interessa de modo especial, pois o historiador nos diz que além da fisiologia e da psicologia, a teologia filosófica também forneceu algumas percepções que Bohr (1991, p. 453) sentiu ser útil para apoiar sua interpretação da Mecânica Quântica. De acordo com

Brooke, uma contribuição cultural da teologia filosófica da qual Bohr usufruiu veio do existencialismo presente na filosofia de Søren Kierkegaard (1813-55), que era um filósofo e teólogo dinamarquês.

Com uma perspectiva existencialista, Kierkegaard reagia contra as tendências da filosofia iluminista que, para ele, havia tornado homens e mulheres meros objetos de estudo científico privando-os de sua individualidade. Em contrapartida, Kierkegaard enfatizou a primazia da decisão humanas. Essa perspectiva atraiu Bohr em sua juventude. Embora pareçam coisas sem relação nenhum, é possível enxergar certo paralelo, como destacou Brooke,

As tentativas de alcançar uma coerência de pensamento abrangente estavam fadadas ao fracasso, uma vez que, na prática da vida, era necessário escolher entre cursos de ação incompatíveis. Muito longe da física subatômica - e ainda assim o paralelo existe. O físico teve que fazer uma escolha entre descrições mutuamente exclusivas. Além disso, a ênfase de Kierkegaard no indivíduo teve seu paralelo na ênfase de Bohr na descrição dependente do observador. A questão não é que Bohr simplesmente traduziu a teologia de Kierkegaard em termos físicos. Em vez disso, ele havia assimilado uma visão do sujeito humano com a qual sua interpretação da física quântica ressoava.

BROOKE, 1991, pp. 454, 455.

Da nova física se extrapola questões interessantes, pois a partir dela é possível argumentar que não se pode mais reduzir o comportamento de sistemas complexos às leis que governam o comportamento de suas partes. A ideia de sinergia, em que o todo é considerado maior que a soma das partes, é usada para elucidar uma característica da natureza.

Isso implicará numa ênfase na necessidade de se adotar abordagens holísticas, em que “a natureza deve ser considerada em termos orgânicos, como sistemas em relação simbiótica com os sistemas que os envolvem.” No entanto, na teoria quântica, concomitantemente a isso, “o investigador científico adquire uma nova autoimagem, pois sua busca pela verdade modifica a própria verdade que busca.” (BROOKE, 1991, p. 456). Notem que essa compreensão da teoria quântica possui sérias implicações para a ciência, das quais discorreremos brevemente em seguida.

□ HOLISMO QUÂNTICO E SUA IMPLICAÇÃO PARA A CIÊNCIA

Um dos fatores que impulsionou a adoção de perspectivas holísticas, acerca da interpretação da natureza, foi a preocupação com as interdependências ecológicas o que em si é algo relevante. No entanto, se extrapolada, a compreensão holística pode acabar adotando um misticismo que tende a descaracterizar a própria ciência, aproximando-a de uma espécie de metafísica.

Comentando sobre a ascensão das concepções holísticas, John Brooke (1991, pp. 457, 458) diz que o físico teórico e escritor Fritjof Capra (1939) exemplifica em sua obra *O ponto de*

viragem (1982) um caso de metafísica holística, pois nela “a lógica de uma análise de sistemas é empregada para mostrar como as visões científicas e místicas da consciência podem ser unificadas.” O interesse pela análise de Capra tem duas razões. Uma delas refere-se ao fato dele afirmar que existem implicações sociais advindas da mudança conceitual da física moderna. E a outra diz respeito à sua afirmação sobre as percepções paralelas acerca da relação do homem com a natureza que a ciência moderna e o misticismo oferecem. O historiador também observa que, antes mesmo de Capra expor sua perspectiva, o próprio Niels Bohr já havia alertado para o perigo de se exagerar a aparente convergência entre a ciência e o misticismo oriental. Brooke comenta que,

Uma congruência entre a ciência moderna e o misticismo oriental pode ser facilmente exagerada. Muito antes de Capra se pronunciar, Bohr alertou para o perigo. Ele, como com Capra mais tarde, viu os paralelos. Ele reconheceu que o desenvolvimento da física atômica forçou uma atitude em relação ao problema da explicação que o lembrava da sabedoria antiga: “Ao buscar a harmonia na vida, nunca se deve esquecer que, no drama da existência, somos atores e espectadores”. Ele mencionaria Buda e o sábio Lao Tzu no mesmo contexto. Quando ele foi premiado com a Ordem do Elefante da Dinamarca em 1947, ele desenhou um brasão com o símbolo de Yin e Yang: os contrários eram complementares. Os paralelos eram envolventes. Mas ele foi inflexível em que usá-los para fins ilustrativos não significava "aceitação na física atômica de qualquer misticismo estranho ao verdadeiro espírito da ciência".

BROOKE, 1991, p. 458.

Quando Charles Thaxton e Nancy Pearcey (pp. 241-243) escreveram sobre o *holismo quântico* eles reconheceram a complexidade em decifrar o envolvimento do observador na física quântica, no entanto, isso não descarta sua realidade. O problema é que a distinção que se tinha entre o observador e o objeto observado parece ter deixado de existir. A partir dessa perda de distinção não podemos mais perguntar o que ocorre no mundo atômico em si, só podemos nos perguntar o que acontece quando o experimentador o manipula. Percebam que, todo o arranjo experimental deve ser considerado. Diante disso alguns físicos declararam que a física quântica nos desloca das coisas individuais para uma filosofia onde as coisas estão em relação. O mundo passa a ser visto como um todo indivisível.

O experimento EPR é frequentemente citado como suporte para essa interpretação holística. Nesse experimento, pares de elétrons parecem influenciar um ao outro, independentemente de estarem separados por distâncias grandes. A influência ocorre tão rapidamente que parece acontecer instantaneamente. É como se alguma unidade misteriosa fosse responsável pela aparente união dos elétrons.

Essa conclusão foi adotada entusiasticamente por físicos da Nova Era, tais como Fritjof Capra. Esses físicos apresentam essa conclusão como evidência da compatibilidade entre a

ciência moderna e da filosofia antiga incorporada em religiões orientais, tais como o hinduísmo, o budismo e o taoísmo.

Por outro lado, os críticos advogam que a conexão existente entre a física moderna e o misticismo oriental é apenas uma semelhança superficial. Ian Barbour (apud Pearcey e Thaxton, 2005, p. 243), por exemplo, argumenta que “as tradições asiáticas falam de unidade indiferenciada. Mas a totalidade e unidade que a física expressa é altamente diferenciada e estruturada, sujeita a restrições estritas, princípios de simetria e leis de conservação.” Nesse sentido, a física da Nova Era é compreendida como uma reação ao reducionismo da física clássica. No entanto essa reação acaba apelando para o extremo oposto. Se por um lado a física clássica exagerava o papel das partes, por outro lado, pensadores adeptos da física da *Nova Era* exageraram na totalidade.

Um equívoco desse extremismo pode ser na interpretação de que o observador cria certas propriedades do mundo. Pois, como frisa Pearcey e Thaxton (2005, p. 253), “Na física quântica, o observador influencia o resultado do experimento, mas não o faz de modo direto por meio de sua mente ou consciência. Antes, sua influência se dá por intermédio dos instrumentos que ele usa.” É curioso perceber que defensores da física da *Nova Era* afirmam encontrar respaldo científico para uma perspectiva que destrói a validade da própria ciência, como Niels Bohr bem havia alertado.

EM SÍNTESE...

As questões apresentadas neste capítulo evidenciaram outra face da ciência. Nele, vimos que o abalo sofrido pelo advento da física quântica, durante o século 20, manifestou certos limites do conhecimento humano e da própria ciência. Discorreremos sobre a era da relatividade e da teoria quântica, cujas consequências possibilitaram uma reaproximação entre Ciência e Religião. Além disso, destacamos neste capítulo, o perigo da adoção do extremo oposto ao mecanicismo, de modo que a adoção ao misticismo se tornou algo preocupante, devido ao risco de descaracterizar a ciência como ela é.

REFERÊNCIAS

BRENNAN, Richard P. **Gigantes da física**. Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

BROOKE, John Hedley. **Science and Religion**. Cambridge University Press, 1991.

GLEISER, Marcelo. **A ilha do conhecimento: os limites da ciência e a busca por sentido**. - 1 ed. - Rio de Janeiro: Record, 2014.

PATY, Michek; **A física do Século XX**; tradução Renato Rodrigues Kinouchi. Aparecida, SP: Ideias e Letras, 2009.

PEARCEY, Nancy R.; THAXTON, Charles B. **A alma da ciência**; Tradução Susana Klassen.- São Paulo: cultura Cristã, 2005.

STRAUSS, Michael G. *Física Quântica*. In COPAN, Paul (Org.) [et al.]; **Dicionário de cristianismo e ciência: obra de referência definitiva para a interseção entre fé cristã e ciência Contemporânea**. Tradução Paulo Sartor Jr. Rio de Janeiro: Thomas Nelson Brasil, 2018, pp. 289-291.

A DESCOBERTA E O MAPEAMENTO DO DNA HUMANO

Como vimos no capítulo anterior, a nova física colocou o cientista diante de questões inquietantes e elas não parariam por aí. Ainda no século 20 a história da ciência registrou grandes avanços no âmbito da genética, que levariam a uma corrida para decifrar o DNA humano, fato que foi alcançado no início do século 21. Neste capítulo discorreremos sobre a descoberta e o mapeamento do DNA humano.

A DESCOBERTA DO CÓDIGO DA VIDA

Quase todos nós já ouvimos falar em DNA, nem que seja por meio de programas do tipo *Casos de Família*. A popularidade desse composto orgânico – em cuja constituição contém informações genéticas que determinam o desenvolvimento dos seres vivos e garantem a transmissão de características hereditárias – é proporcional a sua importância. Sua descoberta é relativamente recente e é considerada um dos episódios mais fascinantes da História da Ciência. A estrutura molecular do DNA foi desvendada graças a um trabalho em equipe entre o físico Francis Crick (1916-2004) e o biólogo James Watson (1928-). O professor Ricardo Ferreira (2013), ao escrever sobre a história da descoberta do DNA, apresenta uma breve biografia de cada um deles.

Francis Crick (Fig. 17) graduou-se em física pela Universidade de Londres em 1937. Ainda jovem, foi convocado para servir no Almirantado Britânico durante a Segunda Guerra Mundial. Sua tarefa era estudar os problemas relacionados às minas marítimas magnéticas introduzidas no mar pelos alemães. Durante esse período de guerra, Crick leu um livro escrito por Erwin Schrödinger (1887-1961) chamado *What is the life?*, e foi essa leitura que o estimulou a estudar problemas biológicos, o que o levaria a dar uma guinada em sua carreira e passar a se dedicar ao estudo da Biologia. Em 1949 foi aceito em Cambridge, para atuar no Laboratório de Cavendish, o qual era considerado um dos mais

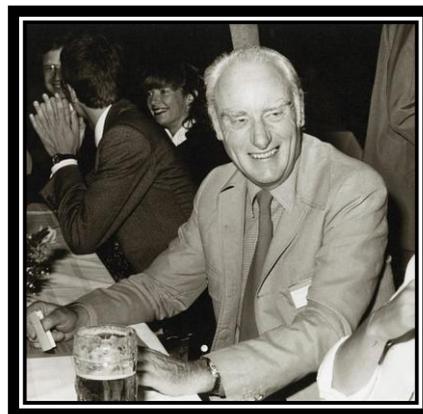


Fig. 17

famosos laboratórios no mundo naquela época. Em Cambridge, Crick foi aperfeiçoando sua técnica e conhecimento o que foi importante para seu encontro com o biólogo que compartilharia com ele a descoberta do DNA.

James Watson (Fig.18) tinha 19 anos quando obteve seu diploma em Biologia pela Universidade de Chicago e aos 22 já era PhD pela Universidade de Indiana. Em 1950 conseguiu uma bolsa de estudos que lhe permitiria trabalhar em Copenhague, no entanto, preferiu ir para Inglaterra. Um dos motivos o fez tomar essa decisão foi o fato de um de seus companheiros de pesquisa, Herman Kalckar, ter entrado num processo de divórcio conturbado, o qual o impossibilitava de comparecer ao laboratório com frequência. A ausência do colega provavelmente desanimou Watson. Outro motivo para

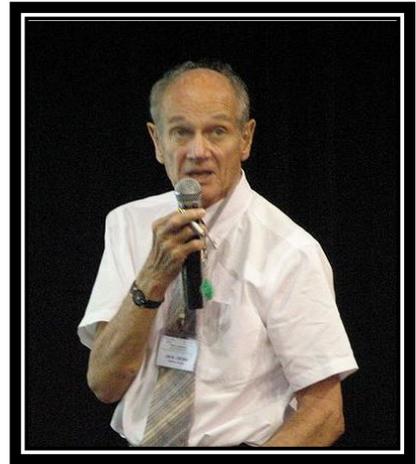


Fig. 18

Watson não se estabelecer em Copenhague foi o interesse que ele teve na pesquisa desenvolvida pelo cristalógrafo Maurice Wilkins, a quem havia assistido numa conferência em 1951 realizada em Nápoles, na Itália. Durante essa conferência, Wilkins falou sobre a estrutura de cristais de DNA e sobre a orientação deles na cabeça de espermatozoides. Watson, que também já havia lido *What is the life?*, de Schrödinger, se interessou em trabalhar com cristalografia dos ácidos nucleicos e se mudou para a Inglaterra, chegando ao Laboratório Cavendish em Cambridge em setembro de 1951, onde se encontrou com o físico e cristalógrafo Francis Crick.

Os dois cientistas possuíam personalidade bem diferentes. Enquanto Crick era extrovertido e interessado em outros assuntos, tais como política; Watson era introvertido e mais focado em biologia. No entanto, embora houvesse esse contraste que eles, os interesses científicos de ambos o tornavam complementares. Após alguns anos trabalhando juntos, eles chegaram a estrutura helicoidal dupla para molécula de DNA. Não cometeram o mesmo erro que George Mendel, e tiveram o cuidado de publicar um trabalho apresentando a descoberta na *Nature*, uma das revistas científicas de maior credibilidade do mundo.

Embora Francis Crick e James Watson sejam reconhecidos como descobridores da molécula de DNA, sabe-se que tal descoberta foi possível devido à contribuição, ainda que indireta, de outros cientistas. Conforme destaca Ferreira,

A verdade é que a revelação da estrutura do DNA foi a consequência lógica de cerca de oitenta anos de investigações encabeçadas por inúmeros cientistas, entre predecessores e contemporâneos da descoberta, como Bragg, Chargaff, Schrödinger, Wilkins e Flanklin, Todd e Pauling. Cada um deles contribuiu com observações ou teorias imprescindíveis como etapas para se chegar à descoberta essencial de Watson e Crick.

Em *A Alma da Ciência*, Pearcey e Thaxton (2005, pp. 261-294) relatam de modo sucinto a história da revolução do DNA, destacando inclusive algumas interpretações filosóficas que decorreram dela. Os autores destacam que a descoberta do DNA foi revolucionária e chega a ser comparada com a revolução ocasionada pela nova física, desencadeada pela Teoria da Relatividade e Teoria Quântica. E, como vimos acima, há de fato uma relação. Pois tanto Crick quanto Watson foram influenciados pelos escritos de Erwin Schrödinger, considerado um dos precursores da Teoria Quântica. O avanço ocasionado por essa descoberta científica foi de grande importância para a Biologia Molecular, Genética e Medicina. Após quatro décadas da descoberta da estrutura do DNA as pesquisas relacionadas à genética humana estavam em expansão. A descoberta da estrutura havia sido apenas o primeiro passo de uma corrida ainda maior.

O PROJETO GENOMA E A CORRIDA PARA DECIFRAR O CÓDIGO DA VIDA

O passo subsequente seria dado por meio de um projeto audacioso. O Projeto Genoma Humano foi um programa de pesquisa que tinha como objetivo mapear e compreender todos os genes dos seres humanos. No livro *Decifrando o genoma: a corrida para desvendar o DNA humano* (2001), o geneticista Kevin Davies escreve sobre como foi esse fascinante episódio da história da ciência. Durante sua narrativa, ele traça toda a rota científica sem deixar de considerar aspectos externos à ciência. O interessante nessa obra é perceber como o desenvolvimento do conhecimento científico é influenciado tanto por aspectos internalistas quanto pelos externalistas a ela. A corrida para decifrar o Código da Vida ilustra muito bem isso, pois fica evidente que o interesse pelo mapeamento e compreensão do DNA humano também foi movido por questões políticas e econômicas. E não seria por pouco, afinal de contas tal empreitada se tratava do maior empreendimento das ciências biológicas até então.

Kevin Davies é PhD em genética pela Universidade Londres e realizou estudos de pós-doutorado no Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT) e na Escola de Medicina de Harvard. Foi um dos Co-fundadores da Revista *Nature* e é editor fundador da revista *Nature Genetics*. Seu livro é interessante, pois, devido a sua carreira e atuação, Davies possuía acesso privilegiado a líderes de pesquisa do mundo inteiro. Esses fatores lhe permitiram acompanhar a história ao longo de dez anos, o que rendeu o referido livro, que relata o ocorrido de modo riquíssimo, tanto em detalhes científicos quanto em detalhes humanos.

O Projeto Genoma Humano foi um programa promovido pelo governo americano, o qual destinou 3 bilhões de dólares para sua criação. Esse programa teve início em 1990 e o prazo estipulado – para decifrar as 3 bilhões de letras que compõem o DNA humano – foi de quinze

anos. Os dois personagens centrais dessa corrida foram John Craig Venter (1946-) e Francis Collins (1950-). Em 1992, Francis Collins assumiu a liderança do programa, e, nessa mesma época, Venter deixou os laboratórios do governo para fundar um instituto de pesquisa privado.

Nascido no Estado da Virgínia (Estados Unidos), Francis Collins (Fig. 19) ganhou gosto pelo conhecimento ainda na infância. Educado em sua casa por sua mãe, o cientista conta em seu livro *A linguagem de Deus* (2006) o quanto gostava de aprender. Para ele, aprender nunca era algo feito por obrigação, mas sim por gosto. Em 1966, aos 16 anos, Collins ingressou na Universidade da Virgínia, onde obteve o bacharelado em Química em 1970. Continuou seus estudos na área de Físico-Química, adquirindo seu PhD pela Universidade de Yale em 1974. Ainda durante seu doutoramento,

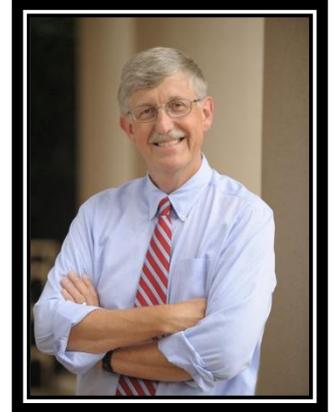


Fig. 19

Collins começou a se questionar sobre os rumos de sua carreira poderia tomar e, concomitantemente a essa reflexão, iniciou os estudos em Bioquímica. Seu encantamento com a área o fez olhar com outros olhos para Biologia. Pois quando adolescente ele não conseguia enxergar sentido nos estudos biológicos e acabou nutrindo certa relutância por eles durante muito tempo. No entanto, quando estudou Bioquímica na década de 1970 ele se encantou, o que foi decorrente de seu interesse pelos estudos sobre DNA e RNA. Esse encantamento o incentivaria a se formar em Medicina pela Universidade da Carolina no Norte em 1977.

John Craig Venter (Fig. 20), nascido em Utah (Estados Unidos), é um geneticista, bioquímico e empresário americano. Foi também o pioneiro em novas técnicas de pesquisa genética e genômica. Venter foi responsável por chefiar o setor privado (Celera Genomics) no Projeto Genoma Humano. Diferentemente de Collins, a diversão de Venter durante sua infância e adolescência não era o estudo, mas a água. Ele costumava ocupar o seu tempo livre com a natação e o surf quando garoto. Isso não o impediu de construir uma carreira promissora, logo depois que terminou o

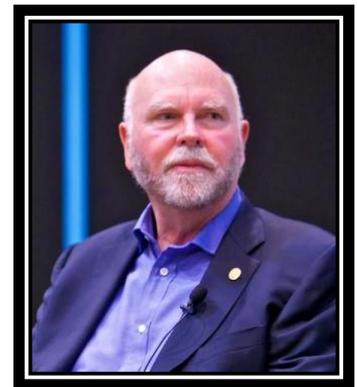


Figura 20

colegial, ingressou no Corpo Médico Naval dos Estados Unidos. E, embora não fosse favorável a guerra, serviu na Guerra do Vietnã. Quando regressou aos Estados Unidos, deu prosseguimento em sua formação pela Universidade da Califórnia – San Diego, graduando-se em Bacharelado em Bioquímica em 1972, e obtendo seu doutorado em fisiologia e farmacologia em 1975. No ano seguinte passou a integrar o corpo de professores da Universidade Estadual de Nova York, onde desenvolveu pesquisas na área da neuroquímica. Em 1984 passou a atuar no National Institute of Health (NIH), em Betesda - Maryland, onde começou a estudar genes envolvidos na transmissão de sinais entre neurônios. Nessa época Venter se frustrou muito com a metodologia utilizada

para identificar genes, pois eram usados métodos lentos e demorados. Isso o incentivou a desenvolver uma técnica alternativa usando etiquetas de sequência expressa (ESTs)²⁹. Em 1992 Venter deixa o NIH e, com o apoio da empresa Human Genome Sciences, cria o Instituto de Pesquisa Genômica (TIGR). Alguns anos mais tarde, em 1998, Venter funda a Celera Genomics e começa a sequenciar o genoma humano.

Francis Collins (in Barry, 2014, p. 128) ao falar sobre os dez anos que esteve envolvido diretamente com o Projeto Genoma, descreve o período como um turbilhão de experiência. Pois, ainda que os objetivos iniciais do Projeto tenham sido de fato ambiciosos, os pesquisadores conseguiram ir além, estabelecendo metas ousadas e comprometendo-se em alcançá-las. Isso proporcionou momentos de grandes frustrações. Uma das preocupações de Collins era a possibilidade do sequenciamento do genoma humano ficasse restrito à propriedade privada. Ele reconhece que,

Houve certa tensão quando Craig Venter, o chefe da empresa que logo seria chamada de Celera, anunciou que conduziria um grande sequenciamento do genoma humano, mas que em seguida patentearia diversos genes e manteria as informações num banco de dados, cuja utilização exigiria o pagamento de valores consideráveis. A ideia de que o sequenciamento do genoma humano pudesse tornar-se propriedade privada era extremamente perturbadora. Ainda mais preocupante, começaram a surgir questionamentos por parte do Congresso em relação à conveniência de continuar gastando dinheiro público num projeto que poderia muito bem ser conduzida pela iniciativa privada.

COLLINS IN BERRY, 2014, p. 128.

Um dos fatores que levaram Venter a fazer essa anúncio foi o fato dele saber que naquela altura do campeonato – após metade do prazo do Projeto Genoma Humano ter vencido – apenas 3% do DNA estava sequenciado. Kevin Davies diz que

Venter agarrou essa janela, combinando a tecnologia mais avançada da computação e do sequenciamento do DNA com uma audaciosa estratégia de sequenciar o DNA. O caso-teste foi o genoma da mosca-das-frutas, um dos organismos-modelos clássicos na biologia, que a Celera completou triunfantemente em apenas quatro meses em 1999. A partir desse momento, já não havia muita dúvida de que Venter cumpriria a sua promessa de sequenciar o genoma humano anos antes do prazo original.

DAVIES, 2001, p. 21.

A tensão que havia se estabelecido entre pesquisadores públicos e privados foi manifesta pela guerra verbal que existia entre eles. Foi necessária a intervenção do presidente Bill Clinton para que Collins e Venter se reconciassem. Essa intervenção foi intermediada por Aristides

²⁹ De acordo com a Enciclopédia Britânica ESTs são “pequenos segmentos de ácido desoxirribonucléico (DNA) encontrados em genes expressos que são usados como “etiquetas” para identificar genes desconhecidos em outros organismos, células ou tecidos.”

Patrinis, diretor do Departamento de Energia do Projeto Genoma. Depois de vários encontros com Pratinos, os dois cientistas concordaram em um anúncio público conjunto. E, em 26 de junho de 2000, em uma cerimônia realizada em Washington D.C., Venter, Collins e Clinton anunciaram a conclusão de um rascunho de sequência do genoma humano. Na ocasião o crédito foi dividido por ambos os lados, e o anúncio enfatizou que o rascunho apresentado era resultado do esforço entre a empresa privada de Venter e o consórcio de pesquisa público de Collins.

O CÓDIGO DA VIDA E A LINGUAGEM DE DEUS: CIENTISTAS TAMBÉM PODEM CRER

Hoje estamos aprendendo a linguagem em que Deus criou a vida. Estamos cada vez mais admirados diante da complexidade, beleza e maravilha do dom mais divino e sagrado de Deus. [...] A ciência moderna tem confirmado o que primeiro aprendemos com as crenças antigas. O fato mais importante da vida nesta terra é a nossa humanidade comum.

CLINTON IN DAVIES, 2001, p. 361.

Essas foram palavras de Bill Clinton, durante a cerimônia realizada em 26 de junho de 2001, para anunciar a conclusão conjunta do rascunho do genoma humano. Suas palavras podem soar um pouco inadequadas para alguns, afinal de contas além de Clinton possuir um cargo público, a ciência parece não ter muito a ver com Deus ou crenças antigas. Francis Collins percebeu a ousadia do presidente em se pronunciar dessa maneira, e comentou sobre a fala presidencial em seu livro *The Language of God* (2006):

Será que eu, um cientista rigorosamente treinado, fiquei desconcertado com uma referência religiosa tão espalhafatosa, feita pelo presidente dos Estados Unidos num momento como aquele? Fiquei tentado a mostrar-me irritado ou a olhar envergonhado para o chão? Não, nem um pouco. Na verdade, eu trabalhara com o redator do discurso do presidente naqueles dias de frenesi que precederam o evento, e fui enfático em meu apoio à inclusão desse parágrafo. Quando chegou o momento em que precisei acrescentar algumas palavras de minha autoria, fiz coro com esse sentimento: — *É um dia feliz para o mundo. Para mim não há pretensão nenhuma, e chego mesmo a ficar pasmo ao perceber que apanhamos o primeiro traçado de nosso manual de instruções, anteriormente conhecido apenas por Deus.* O que se passava lá? Por que um presidente e um cientista, no comando do anúncio de um marco da Biologia e da Medicina, se sentiram impelidos a evocar uma conexão com Deus? Não existe um antagonismo entre as visões de mundo científica e espiritual? [...] Quais os motivos para evocar Deus nesses dois discursos? Poesia? Hipocrisia? Uma tentativa cínica de bajular as pessoas religiosas ou de desarmar as que talvez criticassem o estudo do genoma humano como se este reduzisse a humanidade a um maquinário? Não. Não para mim. Muito pelo contrário. Para mim, a experiência de mapear a sequência do genoma humano e descobrir o mais notável de todos os textos foi, ao mesmo tempo, uma realização científica excepcionalmente bela e um momento de veneração. Muitos ficarão intrigados com esses sentimentos, presumindo que um cientista que trabalha com rigor não possa também acreditar seriamente em um Deus.

COLLINS, 2007.

A atitude de Clinton e Collins não foi repetida por Venter (in Davies, 2001, p. 361), pois ele optou em adotar uma abordagem mais secular, em detrimento da espiritual, em sua fala. Para ele a realização foi “um ponto histórico no registro de 100 mil anos da humanidade.” Em 2001 Venter concedeu uma entrevista à *Revista Pesquisa FAPESP*, onde falou inclusive sobre suas crenças. Ao ser indagado se tudo o que havia sido publicado na *Nature* e na *Science* sobre o genoma humano tinha mudado alguma de suas crenças mais íntimas, como em Deus, no destino ou na evolução, Venter respondeu: “Não. Nenhuma das minhas crenças mudou. Ainda sou a mesma pessoa. Apenas me dei ainda mais conta das complexidades da biologia.”

De fato, não podemos negar a importância do sequenciamento do genoma humano, pois essa conquista rendeu diversos benefícios³⁰ à humanidade, especialmente às relacionadas à medicina. Mas algo interessante em se destacar neste episódio é que ele nos ajuda a perceber como é incoerente e inadequado quantificar a capacidade e credibilidade científica de alguém a luz de sua crença religiosa simplesmente. No caso em questão temos John Craig Venter, cuja perspectiva religiosa tende ao ateísmo e do outro lado temos Francis Collins, um cristão assumidamente devoto. Esse episódio nos mostra a possibilidade de ser um *cientista crente*. E isso é algo interessante para os fins de nossa discussão neste livro paradidático, pois, conforme vimos nos capítulos anteriores, geralmente a tese predominante nas discussões concernentes à relação entre ciência e religião e a do conflito, e, infelizmente, o termo *crente* é muitas vezes empregado de modo pejorativo nos nossos dias.

Com experiência religiosa e científica, Francis Collins (in Bancewicz, 2013, p. 31) reconhece que em círculos acadêmicos a conversa sobre fé ainda é uma espécie de tabu, e esvaziaria facilmente um auditório inteiro. Ele pensa que isso ocorre devido à convicção de que a fé não é assunto da ciência e que deveria ser guardado para ambientes domésticos e eclesiais. Ele diz compreender as razões desse desconforto, mas considera uma infelicidade o fato dessa visão ter levado tanta gente a acreditar que ciência e fé são incompatíveis.

EM SÍNTESE...

Tratamos neste capítulo, sobre a descoberta e o sequenciamento do DNA humano. Para isso, abordamos como se deu a descoberta do Código da Vida, por James Watson e Francis Crick, bem como da corrida para decifrar tal Código, protagonizada por John Craig Venter e Francis Collins. A partir dessa corrida, refletimos sobre a possibilidade de cientistas crerem sem

³⁰ Temas relacionados à engenharia genética costumam levantar questões éticas, e alguns se perguntam sobre os limites morais para a utilização do conhecimento científico, neste caso ao que se refere à manipulação genética. Essas questões são interessantes e relevantes para o ensino de ciências, no entanto não caberia discuti-las nesse momento. Todavia, caso o professor queira se aprofundar um pouco nessas questões, os livros: *A abolição do homem*, de C. S. Lewis; *Contra a perfeição*, de Michael Sandel; e, *A construção das Ciências: introdução à Filosofia e à Ética das Ciências*, de Gérard Fourez, podem ser úteis para reflexão da temática.

que isso prejudique o exercício de sua função científica. O que foi exemplificado pela direção de Francis Collins no Projeto Genoma.

REFERÊNCIAS

BANCEWICZ, Ruth (Org.) **O teste da fé: os cientistas também creem**. Viçosa: Editora Ultimato, 2013.

BERRY, R. J. (Org.) **Verdadeiros cientistas, fé verdadeira**. Viçosa: Editora Ultimato, 2016.

Craig Venter: Forças equivalentes: O ambiente pode ser tão determinante quanto os genes. [Entrevista concedida a] Marcos Pivetta. **Revista Pesquisa FAPESP**, São Paulo, Edição 62, p. 28-31. Março 2001.

DAVIES, Kevin. **Decifrando o genoma: a corrida para desvendar o DNA humano**. São Paulo: Companhia da Letras., 2001.

FERREIRA, Ricardo. **Watson e Crick: a história da descoberta da estrutura do DNA**. São Paulo: Odysseus Editora, 2003.

FOUREZ, Gérard, **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética da ciência**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista. 1995.

LEWIS, C. S. **A abolição do homem**. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

PEARCEY, Nancy R.; THAXTON, Charles B. **A alma da ciência**; Tradução Susana Klassen.- São Paulo: cultura Cristã, 2005.

ROGERS, Kara (Revisão). J. Craig Venter - **Britannica Online Encyclopedia**. [Publicado em 10 out. 2020] Disponível em: <<https://www.britannica.com/print/article/625502>> Acesso em: 29 abr. 2021.

SANDEL, Michael J. **Contra a perfeição: ética na era da engenharia genética**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2013.

PARTE III

CONSIDERAÇÕES PARA A PRÁTICA PEDAGÓGICA

E AGORA, COMO ENSINAREMOS?

Após essa jornada pela História da Ciência, que realizamos por meio de alguns de seus episódios, é natural que o próximo passo a ser dado seja a busca de como aplicar em nossa prática docente aquilo que discutimos até aqui. É importante recordarmos que a proposta deste livro paradidático é a de propiciar aos professores de ciências naturais subsídios teóricos e historiográficos que possam ser úteis em sua prática pedagógica, especialmente quando o ensino de ciências se vê diante de assuntos em que haja interfaces com a religião.

Como já mencionado em outros momentos deste livro, a proposta deste produto educacional não surgiu do nada, ela emerge da atenção dada a um problema apontado por pesquisadores da área de ensino de ciências, tais como os estudos realizados por El-Hani e Sepúlveda (apud Santos e Greca, 2011), Dorvillé e Selles (2016), Riceto e Colombo Junior (2019), que perceberam uma suposta dificuldade apresentada por alunos religiosos no aprendizado de ciências. Essa dificuldade acarreta problemas ao processo de ensino e aprendizagem e decorre, segundo tais pesquisadores, da resistência apresentada por alunos em *aceitar* o conteúdo científico quando esse contrasta de algum modo com a religião.

Neste sentido, compreendemos que a HC pode ser uma ferramenta promissora para minimizar tais problemas. Um dos fatores que respaldam essa compreensão é perceber que o conhecimento sobre como se deu o surgimento e o desenvolvimento da HC enriquece a própria compreensão da Ciência. Pois, a partir disso, é mais fácil percebê-la como um empreendimento humano que carrega em si traços da cultura subjacente em diferentes épocas e contextos. Ter consciência disso é importante para que alguns mitos e preconceitos sejam desconstruídos e a possibilidade de diálogo com outras áreas possa ser reestabelecida. O que possibilita um ensino menos engessado e dogmático, sem que isso descaracterize o conhecimento científico ou o invalide.

Explorar episódios da História da Ciência no ensino, possibilita ao professor demonstrar a seus alunos que aspectos não-científicos, tais como crenças religiosas e filosóficas, também influenciam na construção do conhecimento científico. Essa estratégia pode ajudar a derrubar as possíveis barreiras ocasionadas por um ensino baseado numa visão estritamente positivista da

ciência que, por si só, é falho, pois apresenta uma visão deformada do conhecimento científico, conforme destacou Gil-Pérez et al. (2001).

O uso da História da Ciência e Religião como estratégia de ensino foi proposta por Forato, Pietrocola e Martins (2007), durante o XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado em 2007 na cidade de São Luiz – MA. Os professores utilizam um episódio da história da ciência para discutir a natureza da ciência, a fim de “mostrar que a ciência não é uma construção puramente racional que atingiria verdades absolutas suportadas por um “método científico” universal. ”. Esses autores têm “como pressuposto a importância de apresentar aos alunos uma crítica à tal abordagem positivista geralmente divulgada [...]”, sendo inclusive adeptos da ideia de que fatores não científicos, tais como a religião, podem oferecer valiosas contribuições para construção da ciência. E, para elucidar essa ideia, utilizaram o exemplo de Isaac Newton, cuja ciência desenvolvida possuía forte influência de suas convicções religiosas.

Semelhantemente à essa estratégia, cada capítulo deste paradidático explora episódios a fim de extrair deles informações que possam cooperar para a prática docente, proporcionando a minimização de possíveis barreiras para o aprendizado de ciências que possam surgir quando o conteúdo se relacione de algum modo com a religião.

Do Capítulo 2, podemos destacar a redescoberta de uma imagem da Idade Média que há tempos foi descartada, e que nos ajuda a perceber alguns elementos de continuidade entre o conhecimento antigo e o moderno. Esses elementos são compreendidos como pré-condições contextuais e substantivas para a Revolução Científica. As contextuais ficam a cargo das traduções latinas de obras Greco-árabes; a Universidade Medieval; e, o surgimento dos Filósofos – Teólogos Naturais. Já as substantivas dizem respeito à natureza da ciência e da filosofia natural que foram desenvolvidas.

No Capítulo 3, revisitamos a polêmica ocasionada pela proposta cosmológica de Copérnico, e pudemos entender que sua atitude não intentava combater a religião predominante da época, muito menos a de desalojar o homem de um local privilegiado no cosmos. Nesse mesmo capítulo, revimos o caso Galileu e entendemos que sua prisão e tortura não passam de incrementos exagerados à história.

No Capítulo 4, personagens como Robert Boyle e Isaac Newton nos ajudaram a pensar o mecanicismo de um modo diferente. Percebemos que a religião exerceu influência na interpretação que ambos fizeram da natureza, e que conceitos teológicos de soberania e onipresença eram inerentes à concepção científica de Boyle e Newton, respectivamente.

No Capítulo 5, o caso do *Julgamento Scopes* – embora tenha sido um evento com interesses que iam muito além dos educacionais – ajudou a repensar a importância de se prezar pela

liberdade intelectual e o direito a um ensino laico e não dogmático. Entendemos também que o aprendizado de ciências não requer a substituição do discurso religioso pelo discurso científico e que quantificar a aprendizagens dos alunos a luz do que eles creem pode não ser a atitude mais indicada a ser adotada pelo educador.

No Capítulo 6, discutiremos sobre o abalo que a ciência sofre com o advento da teoria quântica. Os mistérios do quantum e os limites do conhecimento científico e da capacidade de compreensão humana nos ajudaram a perceber a complexidade que há na ciência. Neste mesmo capítulo, também presenciamos a influência da religião na construção de conceitos, o que foi exemplificado pelo conceito de complementaridade, proposto por Bohr.

No capítulo 7 a corrida para desvendar o DNA humano nos ajudou a compreender que a crença religiosa pode coexistir harmonicamente com a atividade científica. Embora alguns acreditem e defendam a ideia de que, para exercer uma carreira científica é preciso abandonar a fé, a vida de cientistas como Francis Collins – assim como a de tantos cientistas que viveram em épocas passadas – nos demonstra o contrário.

Não há necessidade de o professor abordar os episódios de modo demasiadamente detalhado. Pois só o fato de o professor ter consciência da interface existente entre Ciência e Religião já o ajuda a desenvolver discussões ricas e respeitadas com seus alunos. Deste modo, ao compilar a série de episódios recontados neste livro paradidático, não intentamos esgotar o assunto, muito menos incentivar a mera reprodução do conteúdo aqui contido pelo professor, mas sim muni-lo de subsídios teóricos e historiográficos que o ajudem a contornar possíveis conflitos que eles possam vir a encontrar em sala de aula. Ou até mesmo internamente, durante o próprio processo de formação docente durante a graduação.

REFERÊNCIAS

DORVILLÉ, Luís Fernando Marques; SELLES, Sandra Lúcia Escovedo. Criacionismo: transformações históricas e implicações para o ensino de ciências e biologia. **Caderno de Pesquisa**, v.46 n.160 p.442-465 abr./jun. 2016.

EL-HANI, C. N.; SEPULVEDA, C. Referenciais teóricos e subsídios metodológicos para a pesquisa sobre as relações entre educação e cultura. In: SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. (org.). **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007, p.161-212.

FORATO, Thaís C. M.; PIETROCOLA, M. ; MARTINS, R. A. História da Ciência e Religião: uma proposta para discutir a natureza da ciência.. In: **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2007, São Luiz - MA.

GIL-PEREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALIS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

RICETO, Bernardo Valentim; COLOMBO JUNIOR, Pedro Donizete; Diálogos entre ciência e religião: a temática sob a ótica de futuros professores. **Rev. bras. Estud. pedagog.** Brasília. v. 100. n 254, p. 169-190. jan/abr. 2019.

GLOSSÁRIO

Agnóstico: Pessoa que nega a possibilidade de conhecer Deus.

Anacrônico: Algo que manifesta um erro cronológico, expresso pelo desalinhamento ou falta de consonância e ou correspondência com uma determinada época. Ou seja, quando alguma coisa que pertença a uma determinada época é erroneamente retratada noutra época.

Antropologia: Ciência que tem o ser humano (*anthropos*) como objeto de estudo e se encarrega em estudar suas origens, evolução, desenvolvimentos físico, material e cultural, fisiologia, psicologia, características raciais, costumes sociais, crenças etc.

Artes liberais: Conceito herdado da antiguidade clássica, utilizado como termo para definir a metodologia de ensino organizada na Idade Média. Atualmente o conceito denota uma formação multidisciplinar que visa a formação plena do indivíduo. Na Idade Média o conjunto de disciplinas das Artes Liberais era dividido em *Trivium* (composto pela lógica, gramática e retórica) e *Quadrivium* (composto pela aritmética, astronomia, música e geometria).

Ateísmo: perspectiva que nega a existência da divindade.

Biologia Molecular: Área da biologia que estuda os organismos do ponto de vista molecular, tendo como foco principal a base para todos os organismos: os ácidos nucleicos, que formam RNAs e DNAs que posteriormente dão origem às proteínas. Essa área nasceu da junção da genética, da bioquímica e da biologia celular, e é um campo que busca entender os fenômenos biológicos e como estes se relacionam com o material genético do organismo.

Budismo: filosofia ou religião não teísta originada na Índia em torno do século 6 a.C. Suas tradições, práticas e crenças baseiam-se nos ensinamentos de Siddhartha Gautama (Buddha).

Corpo Negro: Objeto que absorve toda radiação eletromagnética incidental.

Cosmologia: Ramo da ciência que estuda o *cosmos*.

Cosmologia ptolomaica: visão cosmológica formulada pelo cosmofísico grego Ptolomeu (90-168), que tinha como fundamento teórico a filosofia de Aristóteles, filósofo grego que viveu no século 4 antes de Cristo. A concepção epistemológica de Ptolomeu concebia o universo como sendo circular e finito. A terra era imóvel e localizava-se em seu centro, tendo as estrelas fixas como limite.

Cristalografia: ciência que tem como objeto de estudo a disposição dos átomos em sólidos. É também a ciência experimental que estuda o cristal, ou cristais.

Escola de Annales: movimento historiográfico do século 20 que se constituiu em torno do periódico acadêmico francês *Annales d'histoire économique et sociale*. Esse movimento se destacou por incorporar métodos das Ciências Sociais à História.

Existencialismo: Teoria moderna do homem que sustenta que a experiência humana não pode ser descrita em termos científicos e racionais.

Genoma humano: código de hereditariedade da vida, formado por todo o DNA da espécie humana.

Hinduísmo: Tradição religiosa de origem indiana.

Interface: área em que há interação entre coisas diversas.

Laicidade: Princípio político que se baseia na separação de Igreja e Estado.

Laicismo: Doutrina que se opõe a influência religiosa.

Medievo: Termo usado para se referir à Idade Média.

Naturalismo: As duas formas de naturalismo são o Naturalismo Filosófico e o Naturalismo Metodológico.

Nova Era: movimento que se espalhou pelas comunidades religiosas ocultistas e metafísicas nas décadas de 1970 e 1980.

Protestantismo: Divisão cristã que surgiu na tentativa de reformar a Igreja Católica, iniciada pelo monge agostiniano Martinho Lutero.

Religiões abraâmicas: são aquelas que possuem sua origem na promessa que Abraão recebeu de Deus. O judaísmo, o cristianismo e o islamismo se enquadram nessa categoria de religiões.

Secular: que não diz respeito a dogmas religiosos.

Secularismo: Sistema que não assume a influência da religião.

Taoísmo: tradição filosófica e religiosa de origem chinesa que enfatiza a harmonia com as forças da natureza.

Whiggismo: termo usado pejorativamente em historiografia para se referir às interpretações anacrônicas.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Anaximandro, 62
Anomalias, 15
 Aristóteles, 11, 13, 38, 39, 41, 45, 53, 66

B

Bachelard, Gaston 13, 17
 Barbour, Ian 76
 Bizâncio, 36, 40
 Bohr, Niels 70, 72, 73, 74, 75, 76
 Boyle, Robert 45, 53, 55, 56, 57, 58, 59
 Brooke, John Hedley Brooke 20, 44, 45, 53, 54, 57, 59, 72, 73, 74, 75
 Bryan, William Jennings 63, 64

C

Capra, Fritjof 70, 75, 76
 Ciência Moderna, 10, 11, 13, 29, 31, 33, 34, 35, 40, 44, 55, 58
Ciência Normal, 14
 Ciências Naturais, 9, 21
Comunidade científica, 15
 Constantinopla, 30, 33, 36
continuísmo, 11, 13, 14, 16
 Copérnico, Nicolau 11, 13, 45, 47, 48, 49, 50, 52, 54
 Criação, 62
 CTS, 23
 Cultura Islâmica, 37

D

Darrow, Clarence 63, 64
 Darwin, Charles 47, 62
descontinuísmo, 11, 13, 14
 Deus, 7, 20, 26, 46, 48, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 72, 73, 83
 Drapper, John William 19, 20, 21
 Duhem, Pierre 44

E

Einstein, 70

epistemologia, 10, 12, 14
 Escola dos Annales, 32
 Europa Ocidental, 34, 35, 37, 39
 Evolução, 62
externalismo, 17

F

fontes primárias, 18
fontes secundárias, 19, 25
 Freud, 47, 72, 73

G

Galileu, 32, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 61, 64, 69
 George Sarton, 12, 16, 34
 Grant, Edward 34, 35, 39, 40, 41, 42

H

Harrison, Peter 29, 36, 37, 44, 46, 51, 63
 Heisenberg, 70, 72, 73
 historiografia, 12, 14, 16, 17, 19, 21, 26, 29, 44, 46, 50, 59
holismo quântico, 74, 75

I

Idade Média, 20, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 64
 Império Romano, 30, 36
Incomensurabilidade, 15
 interdisciplinar, 9, 18
internalismo, 17

K

Kierkegaard, Soren 74
 Koyré, Alexandre 44
 Kuhn, Thomas Samuel 14, 15, 16, 44

L

laicidade, 65, 66, 67, 68, 69
 Le Goff, Jacques 31, 32, 33, 43
 Lindberg, David 33, 36, 37, 44, 46

M

mecanicismo, 53, 54, 55, 56, 58
 mecanicista, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61

N

Natureza da Ciência, 23
 Newton, Isaac 17, 24, 26, 45, 53, 54, 56, 58,
 59, 61, 70
 Nova Era, 76

P

Paradigma, 15
 Pearcey, 21, 24, 30, 56, 75, 76, 80
 Pernoud, 31, 32
perspectiva historiográfica, 16, 19, 20
 Planck, Max 71

Q

Quadrivium, 39

R

Renascimento, 29, 30, 31, 32, 33, 37

Renascimento Carolíngio, 33
 Renascimento do Século 12, 33, 37
Revolução Científica, 11, 15, 29, 35, 40,
 41, 42, 44, 45, 46

S

Scopes, John 62, 64, 65, 69

T

Tales de Mileto, 11
tese do conflito, 20
 Thaxton, Charles 21, 24, 30, 56, 75, 76, 80
Trivium, 39

U

Universidade Medieval, 36, 38

W

Walsh, James Joseph 19, 20, 21
 White, Andrew Dickson 19, 20, 21

Y

Young, Thomas 71