

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

MARCOS FRANCISCO BORGES

**Ciência e religião: reflexões sobre os livros de história da
matemática e a formação do professor**

São Paulo

2010

MARCOS FRANCISCO BORGES

**Ciência e religião: reflexões sobre os livros de história da
matemática e a formação do professor**

Tese apresentada à Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo como parte dos
requisitos para obtenção do título de Doutor
em Educação

Área de concentração: Ensino de Ciências e
Matemática

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Brolezzi

São Paulo

2010

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

-
- 375.3 Borges, Marcos Francisco
B732c Ciência e religião: reflexões sobre os livros de história da matemática e a formação do professor / Marcos Francisco Borges; orientação Antonio Carlos Brolezzi. São Paulo: s.n., 2010.
 264p. ; figs. ; apêndices
- Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) - - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
1. Educação matemática 2. História da matemática 3. Ciência 4. Religião
5. Matemática (Historiografia) 6. Formação de professores I. Brolezzi, Antonio Carlos, orient.
-

BORGES, Marcos Francisco.

Ciência e religião: reflexões sobre os livros de história da matemática e a formação do professor.

Tese apresentada à Faculdade de Educação da
Universidade de São Paulo para obtenção do
título de doutor em Educação

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Ao Ronaldão, um amigo especial, que resolveu fazer suas pescarias e churrascos do lado de lá.

Diz o ditado popular, que todo mundo deveria plantar uma árvore, ter um filho e escrever um livro (ou uma tese!) antes de voltar ao seu lugar de origem. Os dois primeiros foram alcançados e, com êxito, plantei mais de uma árvore e tive dois filhos. Faltava o último, consegui! E não estou com pressa de voltar! Cumprido o ditado, espero ir além, ou seja, continuar plantando árvores e, em vez de fazer mais filhos, ajudar os filhos dos outros a ter um ensino de qualidade e poder contribuir para as mudanças necessárias à educação. Se Isaac Newton usou a frase “Se eu vi mais longe, foi por estar de pé sobre ombros de gigantes”, eu diria que só cumpri o ditado pelo apoio e a compreensão dos meus gigantes: a Rita, o Gui e o Rafa, que me proporcionaram os melhores momentos da minha vida. É a eles que dedico este trabalho.

Ao vô Chico e a vó Bebé, pelo carinho e por terem me dado a oportunidade de habitar este “planeta minúsculo que gira em torno de uma pequena estrela, em meio a bilhões e bilhões de galáxias”.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo, professor Doutor Antonio Carlos Brolezzi, pela dedicação e incentivo, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao professor Doutor Michael Otte, pelas valiosas contribuições para o desenvolvimento do trabalho e pelas sugestões dadas no exame de qualificação.

Ao professor Doutor Nilson José Machado, pelas sugestões dadas no exame de qualificação e pela oportunidade de participar dos Seminários de Ensino de Matemática (SEMA) que me abriram novas perspectivas.

Ao professor Vinício de Macedo Santos, por colocar em xeque meus discursos sobre a educação matemática.

À professora Maria Elizabeth Leuba Salum, que ao reduzir meus “textos a pó” me ajudou a organizar melhor as idéias.

À Judite Gonçalves Albuquerque (Jú) e a Maria Margareth Costa de Albuquerque Krause (Margaretinha), amigas, com certeza, de longa existência, pela leitura e pelas preciosas sugestões na escrita do trabalho.

Ao César, por me salvar nos momentos em que mais precisei dos avanços tecnológicos modernos.

À professora Esther Schapochnik, por tornar decifrável o indecifrável nesta tese.

A todos que, só por estarem próximos, mesmo anonimamente, contribuíram para a realização desta tese.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos, tão importante para a elaboração deste trabalho.

Ao Departamento de Matemática do Campus Universitário de Cáceres, da Universidade do Estado de Mato Grosso, pela oportunidade de melhorar a minha qualificação.

À esta cidade carinhosamente chamada de Sampa, que “quando eu cheguei por aqui eu nada entendi”, mas depois que a conheci me possibilitou ampliar a minha cultura.

RESUMO

BORGES, Marcos Francisco. **Ciência e religião: reflexões sobre os livros de história da matemática e a formação do professor**. 2010. 264f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

Esta pesquisa insere-se na temática da formação de professores de matemática. Apresenta um estudo sobre a relação entre a ciência e a religião presente nos livros *História da Matemática*, de Carl B. Boyer, e a *Introdução à história da matemática*, de Howard Eves, os mais utilizados no curso de licenciatura. Tendo em vista que as atuais propostas de ensino enfatizam que os alunos devem ser formados para serem cidadãos, considera que a forma com que essa relação aparece no material disponível pouco contribui para que isso ocorra. A tese partiu da idéia de que a história das ciências, na formação de professores de matemática, pode dar sustentação a uma educação científica que mostre a complexidade existente entre o pensamento religioso e o pensamento científico. Para isso, foram apresentados episódios da revolução científica causada por pensadores como Kepler, Galileu, Newton e Leibniz. O estudo enfatiza que a educação científica deve incluir uma discussão acerca da natureza do conhecimento científico e sua relação com outros aspectos da cultura, mostrando a existência de descontinuidades e revoluções, como propõe a historiografia atual. Para o enriquecimento do horizonte das discussões o trabalho levanta argumentos envolvendo aspectos sociais e éticos e valores, visando à formação do cidadão. Destaca, também, a tensão entre uma formação do professor mais técnica e uma formação mais ampla.

PALAVRAS-CHAVES: 1. Educação matemática 2. Formação de professores 3. História da ciência 4. Relação entre a ciência e a religião 5. Livros de história da matemática

ABSTRACT

BORGES, Marcos Francisco. **Science and religion: reflections on the textbooks of history of mathematics and graduation of teacher**. 2010. 264f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

This research is inserted in the thematic of the graduation of math teachers. It presents a study about the relation between science and religion present in the books *History of math*, by Carl B. Boyer, and *Introduction to the history of math*, by Howard Eves, the most used in the graduation course. Having in sight that the current teaching proposals emphasizes that the students must be formed to become civilians, it considers that the way this relation appears in the available material doesn't contribute much for it to occur. The thesis started from the idea that the history of sciences, in the formation of math teachers, can give support to a scientific education that shows the existing complexity between the religious thought and the scientific thought. For this to be made, episodes of the scientific revolution caused by thinkers like Kepler, Galileu, Newton, and Leibniz were presented. The study emphasizes that the scientific education must include a discussion about the nature of the scientific thought and it's relation with other aspects of culture, showing the existence of discontinuations and revolutions, as the current historiography proposes. For the enrichment of the discussions' horizon this work shows arguments involving social and ethical aspects and values, in spite of forming a civilian. Also shows the tension between the more technical formation of a teacher and the most wide formation.

KEYWORDS: 1. Mathematical education 2. Teachers graduation 3. History of science 4. Relation between science and religion 5. Mathematics history books

SUMÁRIO

Resumo	7
Abstract.....	8
Lista de figuras	10
Capítulo I - Educação científica na formação do cidadão	16
Capítulo II - A história da matemática na formação universitária	37
Capítulo III - Historiografias da matemática, da ciência e da relação entre a ciência e a religião	63
As abordagens historiográficas da história da ciência e da matemática.....	64
A historiografia da relação entre a ciência e a religião.....	88
<i>Tese do Conflito</i>	94
Reações contra a <i>Tese do Conflito</i>	100
<i>A Tese Complexa</i>	111
Capítulo IV - Alguns episódios da história da ciência	114
A visão da antiguidade e a visão judaico-cristã.....	115
Leibniz, Newton e Deus	128
Kepler e a astrologia	163
Capítulo V - Historiografia e educação matemática.....	181
Capítulo VI - Reduccionismo científico, história da ciência e formação de professores.....	207
Considerações finais	229
Referências bibliográficas	234
Apêndices	260

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Medalha Comemorativa do IV Centenário da Fundação da Pontifícia Academia de Ciências (1603-2003).....	104
Figura 02 – Observatório do Vaticano.....	105
Figura 03 – Capa do livro <i>An Historical Account of Two Notable Corruptions of Scripture</i>	130
Figura 04 – Primeira página do livro <i>Observations upon the Prophecies of Daniel, and the Apocalypse of St. John</i> (à direita).....	130
Figura 05 – Página com as observações de Galileu dos satélites de Júpiter, 1611-1612.....	142
Figura 06 – O telescópio de Galileu. Florence, 1610. Fabricado com couro, vidro e madeira.....	144
Figura 07 – Anjinho com óculos e telescópio.....	145
Figura 08 – Página do livro <i>Sidereus Nuncius</i> escrito por Galileu.....	146
Figura 09 – Livro <i>Il Saggiatore</i> (O Ensaaiador) escrito por Galileu. Roma, 1623.....	148
Figura 10 – Quadro “O milagre de Josué suspendendo o movimento do Sol”.....	154
Figura 11 – Folha referente à decisão que suspende os trabalhos que contêm o sistema Copernicano publicado por meio de decreto pela Congregação do Index.....	156
Figura 12 – Capa do livro <i>Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo</i> de Galileu.....	160
Figura 13 – Quadro <i>Galileu diante da Inquisição</i>	161
Figura 14 – Parte da frente de uma carta astrológica de um nobre austríaco construída por Kepler há cerca de 400 anos. (à esquerda).....	163
Figura 15 – Verso da carta astrológica de um nobre austríaco construída por Kepler há cerca de 400 anos. (à direita).....	163
Figura 16 – Página do livro <i>Mysterium Cosmographicum</i>	165
Figura 17 – Frontispício das Tabelas Rudolfinas.....	166
Figura 18 – Carta astrológica construída por Kepler para o nobre austríaco Hans Hannibal Hutter Von Hutterhofen.....	167
Figura 19 – Valores obtidos por Kepler para a confecção da carta astrológica.....	168
Figura 20 – Mapa astral elaborado por Kepler.....	169
Figura 21 – Figura do livro <i>Mysterium cosmographicum</i>	175
Figura 22 – Página do livro <i>Mysterium Cosmographicum</i>	175
Figura 23 – Capa do livro <i>História da matemática</i> de Carl B. Boyer. 1974.....	185
Figura 24 – Capa do livro <i>História da matemática</i> de Carl B. Boyer. 2002.....	185
Figura 25 – Capa do livro <i>Introdução à história da matemática</i> de Howard Eves. 2004.....	185

Figura 26 – Esquema das diferentes perspectivas e enfoques atribuídos à história e à filosofia na educação científica elaborado pelo autor, baseado em Matthews (1994), Miguel (1997), Bonito (2007), entre outros pesquisadores. 226

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Recentemente, a educação científica vem passando por mudanças. É possível perceber, na sociedade, um esforço em se possibilitar o acesso à cultura científica para um número maior de cidadãos tanto na esfera formal, como na não-formal (ampliação do número de revistas de divulgação, de documentários na televisão, de museus de ciências, de *sites* na internet). Apesar dessa expansão, a educação científica parece enfrentar graves dificuldades, pois a disponibilização do conhecimento que caracteriza a época atual estabelece uma grande confusão, deixando tênues os limites entre ciência e pseudociência, entre história e pseudohistória, entre religião e pseudoreligião etc.

Frente a essas dificuldades, para formar o aluno-cidadão para atuar na sociedade contemporânea, chamada sociedade da informação e do conhecimento, em que tudo flui, constantes inovações, novos currículos e novas formas de ensinar ciências e matemática são necessários. Além disso, sabe-se que qualquer mudança que se pretenda fazer na educação deverá ter como foco principal o professor, pois, se ele não mudar a sua postura, nada mudará, mesmo muitos acreditando que somente a mudança do currículo baste.

Assim, entre os objetivos dos cursos de licenciatura, deve estar o de preparar os futuros professores para assumir, perante a sociedade, um grande desafio, o de “formar cidadãos capazes de estabelecer uma relação crítica com a ciência e a tecnologia, mas também conhecedor da História da Ciência” (DUARTE, 2004, p. 318), em vez de formar apenas “futuros cientistas”, como era defendido em décadas passadas.

Essa formação crítica é necessária pelo fato de a educação do aluno-cidadão passar inevitavelmente pelos ensinamentos, crenças e visões dos professores. É comum encontrar na educação científica, desde as séries iniciais até a universidade, uma prática em que a ciência aparece como detentora da verdade absoluta e se desenvolvendo, ao longo da história, de forma contínua e por acumulação, num todo harmonioso, onde os acontecimentos se encadeiam em ordem, de descoberta em descoberta, com pouca ênfase nas hesitações, dúvidas e contradições do caminhar científico.

A história da ciência pode ajudar a desenvolver uma visão crítica do conhecimento científico. Quando feita com base nos desenvolvimentos historiográficos atuais, ela tem como característica o combate à glorificação das ciências como algo absoluto, com uma capacidade quase ilimitada de resolver os problemas da humanidade (o cientificismo) e

evita que se considere ingênuas, à luz das informações e das idéias atuais (presentismo), as teorias científicas elaboradas em outras épocas, além de tratar o lado humano nas descobertas científicas, o que pode contribuir para diminuir, como diz Snow, a distância entre cientistas e não-cientistas. Por isso, a disciplina de História das Ciências¹ ganha relevância, já que a educação científica é influenciada pela forma como ela é apresentada pelos professores e nos livros.

Embora a história da ciência já tenha encontrado uma certa entrada nos cursos de licenciatura, ou mesmo em alguns de bacharelado, ainda reina, uma concepção reducionista e simplificadora do fazer científico nas universidades, principalmente no reduto das chamadas ciências duras – matemática, física e química. Isso pode ser associado à tendência que tem levado os docentes dos cursos superiores, incluindo os das licenciaturas, a uma preocupação excessiva com a atividade de pesquisa em detrimento da de ensino, tendo como consequência, como diz Fourez (2003), uma formação mais centrada em fazer dos alunos especialistas em ciências do que educadores. Esse fato, a nosso ver, também tem relegado as disciplinas metacientíficas ao segundo plano. Se a história da ciência for considerada uma disciplina ou área de menor valor e não seguir as mais recentes tendências da historiografia, sua potencialidade em formar professores com visão crítica do conhecimento científico será reduzida.

Isso parece constituir um problema da educação científica contemporânea, pois uma licenciatura baseada em uma visão reducionista da ciência afetará o perfil do aluno que se quer formar. O uso da história pode ter implicações positivas na formação do professor, mas, se o tipo de história que lhe for apresentado não contribuir para uma formação crítica, esvai-se esse potencial. Tal problema serviu de base para esta pesquisa.

Esta tese procura mostrar que a história das ciências apresentada ao aluno da licenciatura não está adequada para que ele tenha a visão crítica necessária para um futuro professor. Essa observação foi feita a partir da análise dos livros de história da matemática citados na bibliografia da disciplina, em que a relação entre a ciência e a religião traz uma concepção reducionista.

A escolha da relação entre a ciência e a religião se deve ao fato de que, por um longo tempo, esse tema tenha suscitado discussões na história, na filosofia da ciência, e em assuntos relativos à educação científica. O interesse por este assunto tem chamado a atenção não somente no âmbito acadêmico, com a publicação de livros, artigos e revistas de

¹ Ao utilizarmos a palavra História da Ciência (ou da Matemática) com as iniciais em maiúscula é que estamos nos referindo à disciplina.

divulgação científica, como *Globo Ciência*, *Superinteressante* e *Galileu*, como também em revistas para o público leigo, como *Época*, *Veja* e *Isto É*.

Sendo o livro um dos principais materiais pedagógicos utilizado pelo professor para a definição dos conteúdos e a preparação das suas aulas, resolvemos realizar um levantamento das referências bibliográficas da disciplina de História dos cursos de licenciaturas em matemática. Nesse levantamento, o livro *História da matemática*, de Carl B. Boyer, e a *Introdução à história da matemática*, de Howard Eves, são citados em um número maior de vezes.

Como a história da ciência se faz com método, buscamos identificar no discurso desses dois autores, indícios da tendência historiográfica atual, que, para compreender as *epistemes* das épocas, tem abordado os aspectos internos e externos que interagem na construção da ciência. A nossa necessidade de identificar a tendência historiográfica seguida pelo autor deve-se ao fato de que ela, como materialização do trabalho do historiador, tem influenciado a prática dos matemáticos e a educação matemática, como ocorreu com o surgimento do movimento da Matemática Moderna em décadas passadas.

Este trabalho insere-se na temática da formação de professores de matemática, podendo se estender aos professores de ciências. Pensamos em investigar uma formação de professores que tivesse como suporte uma história não taxativa quanto à conciliação do conhecimento científico com o religioso para saber se seria ou não proveitosa na construção de uma visão de ciência que envolvesse aspectos sociais e éticos e valores.

A abordagem escolhida considera a ciência em sua relação com outras formas de pensamento. Pretendemos levantar argumentos e contribuir para a discussão acerca do fato de que as propostas de ensino de ciências, embora considerem que os alunos devem ser formados para serem cidadãos críticos e mencionem o valor pedagógico da história da ciência nos cursos de licenciatura, não consideram as abordagens históricas da relação entre a ciência e a religião, enfraquecendo o potencial formativo desse tipo de recurso. Uma educação científica que não contemple a história da ciência feita adequadamente, ou que parta do princípio de que existe uma oposição entre o pensamento religioso e o pensamento científico já está limitando o horizonte das discussões, preparando terreno para o reducionismo.

O grupo “Historia a Debate” lançou um manifesto com dezoito propostas metodológicas, historiográficas e epistemológicas para ser debatido com o objetivo de “contribuir para a configuração de um paradigma comum e plural dos historiadores do século XXI que assegure para a história e para a sua escrita um novo tempo”. O grupo assim se

exprime: “A história futura estará condicionada pela educação que recebem aqui e agora os futuros historiadores: os nossos alunos.”

Para Kilpatrick (1996, p. 104), “a pesquisa em Educação Matemática ganha sua relevância para a prática ou para as futuras pesquisas por seu poder de nos fazer parar e pensar”. Assim, esperamos que esta pesquisa possa contribuir para isso e para a construção de uma educação científica menos maniqueísta e reducionista.

O trabalho foi organizado em seis capítulos.

No capítulo I, *Educação científica na formação do cidadão*, mostramos que a sociedade atual tem dado um papel de destaque à ciência e à tecnologia e as novas propostas curriculares tem clamado pela formação do cidadão para atuar sociedade.

No capítulo II, *História da ciência na formação universitária*, discutimos a preocupação com a atividade de pesquisa, em detrimento da atividade de ensino, nos cursos de formação de professores, especificamente na área de exatas.

No capítulo III, *Historiografias da matemática, da ciência e da relação entre a ciência e a religião*, apresentamos os debates pelo uso da interpretação *Whig* da história da ciência, sinônimo de história anacrônica e presentista, ou da interpretação anti-*Whig*, sinônimo da história diacrônica e contextualista. Também estão presentes as discussões entre a *Tese do Conflito* e a *Tese Complexa*.

No capítulo IV, *Episódios da história da ciência*, mostramos que fatores considerados não científicos, como por exemplo, as crenças religiosas, influenciaram Kepler, Galileu, Leibniz e Newton, pensadores da revolução científica, na elaboração de teorias.

No capítulo V, *Historiografia e Educação Matemática*, analisamos as bibliografias utilizadas nas disciplinas de História da Matemática no Curso de Licenciatura, a partir das tendências historiográficas recentes.

No capítulo VI, *Reduccionismo científico, história da ciência e formação de professores*, mostramos que as disciplinas metacientíficas, como a História das Ciências, são necessárias, pois podem provocar questionamentos do professor em relação a sua prática pedagógica, além de ampliar a sua cultura. Ressaltamos que o reduccionismo afasta as questões epistemológicas, históricas, sociais, religiosas, entre outras das discussões sobre a educação científica.

CAPÍTULO I

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA FORMAÇÃO DO CIDADÃO

[...] além de ensinar a própria ciência, o seu fazer-se e o seu corpo de conhecimento, é preciso ajudar a **integrar a ciência nas nossas crenças e convicções** sobre pena de aquela não fazer parte do nosso viver, das nossas lutas, da nossa participação política e cívica e de nos momentos de desespero, em que deveres e direitos se desvanecem e confundem, deixamos o barco correr ao sabor da **demagogia** ou da **superstição**.

Maria Odete Valente

Apesar de, cada vez mais, a ciência e a tecnologia estarem presentes no dia-a-dia das pessoas, mundialmente, o entendimento sobre a ciência tem se mostrado insatisfatório. Se em épocas remotas a dificuldade de acesso ao conhecimento é que tornava a educação científica um privilégio de poucos, hoje a facilidade de acesso parece favorecer a criação de um ambiente global de confusão em que todo tipo de conhecimento é ao mesmo tempo válido e volátil. É necessário então considerar o significado da expressão “alfabetização científica”, termo que iremos estudar particularmente neste capítulo.

Podemos dizer que o mundo carece de educação científica. O professor de engenharia da Universidade de Princeton, Norman Augustine, em um ensaio, destaca a falta de alfabetização científica da sociedade americana como um problema, que pode também ser estendido a outros países. Apresenta dados de uma pesquisa da Fundação Nacional de Ciência, com adultos americanos, sobre fenômenos completamente conhecidos. Entre eles, ficou claro que menos de 50% entende que a terra gira anualmente ao redor do sol; só 21% consegue definir o DNA e apenas 9% sabe o que é uma molécula. Com outra pesquisa, mostra que um entre sete americanos (aproximadamente 25 milhões de pessoas) não é capaz de mostrar os Estados Unidos em um mapa mundi sem legendas.

Augustine (1998, p. 1640) apresenta a ordem que alguns estados ingleses dão à vida na sociedade atual: “primeiro vem a religião e a arte, pouco depois vem a filosofia e, finalmente, a ciência”², e se mostra preocupado, já que vivemos em uma sociedade dependente do uso e do progresso do conhecimento científico.

No Brasil, dados da pesquisa sobre a percepção pública da ciência, realizada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia em 2006, mostram, entre outras coisas, que 41% dos 2000 brasileiros entrevistados têm muito interesse por ciência e tecnologia, mas não as entendem.

Alguns autores consideram a escola como reflexo da sociedade e, pelo menos no que se refere ao entendimento da ciência, podem estar certos, pois a alfabetização científica é uma das grandes preocupações da educação. Segundo Argüello (2002, p. 205), as escolas “não educam em ciências e muito pobremente divulgam os resultados da ciência”. O autor diz que um país onde a divulgação científica não existe ou não é feita com a qualidade e a quantidade necessárias (jornais conceituados trazem seções de astrologia com frases como “A Lua está fora de curso” e, em vários canais televisivos, programas religiosos mostram cenas milagreas, expulsão de demônios) deveria se dedicar mais a melhorar a cultura científica dos alunos.

² First comes religion and art, soon after comes philosophy, and at last, comes science.

Embora, o *Programme for International Student Assessment* (PISA), da *Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico* (OECD, na sigla em inglês) não seja um instrumento de avaliação em Ciências que agrade aos educadores, os resultados apresentados pelos alunos brasileiros não têm sido nada satisfatórios.³

Constatações como essas, decorrentes das mudanças nos modos de vida em sociedade, provocadas pelo elevado volume de conhecimentos científicos e tecnológicos produzidos, aliados à crise educacional e à falta de capacidade da escola em dar os conhecimentos elementares necessários a um indivíduo alfabetizado, têm instigado, nas últimas décadas, a se pensar novas formas para a educação, em geral, e para a educação científica, em particular (KRASILCHIK, 1992).⁴

Tem sido um desafio pensar quais devem ser as novas formas para a educação científica em uma sociedade do conhecimento em desenvolvimento e que tem a cultura científica consolidada como elemento fundamental da cultura. Investir na formação de cidadãos que possam atuar ativamente na tomada de decisão e na solução de problemas, em nível pessoal, profissional e social, tem sido uma das formas propostas para se vencer esse desafio.

Sobre a relação entre a cidadania e a educação, D'Ambrosio (1999b, p. 99) diz: “[...] O exercício de direitos e deveres acordados pela sociedade é o que se denomina de cidadania”, e, “Educação é o conjunto de estratégias desenvolvidas pela sociedade para: possibilitar a cada indivíduo atingir seu potencial criativo; estimular e facilitar a ação comum, com vistas a viver em sociedade e exercer cidadania”.

O documento *Ensino de ciências: o futuro em risco*, publicado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 2005), destaca a importância dessa formação cidadã para os países que desejam integrar a sociedade do conhecimento e afirma que, ao país que não se integrar,

[...] estão reservadas atividades como as indústrias poluentes, o turismo sexual e o amplo setor informal de serviços. Aos demais, está reservada a capacidade de aumentar o bolo e distribuí-lo. Assim, a diferença entre avanço e atraso residirá, em grande parte, na escola capaz de preparar a população para tempos mais exigentes.

³ Vale ressaltar que, nos últimos anos, o Brasil aumentou significativamente a sua produção científica, além do que, a área de ensino de ciências e matemática da Capes registra 21 mestrados acadêmicos, 16 profissionais e oito doutorados, distribuídos em 33 programas de formação de professores. No Brasil, há mais de cem centros e museus de ciência, muitos deles com projetos voltados à educação científica para professores, alunos e ao público em geral.

⁴ Para Schwartzman, educação científica é um conceito que remete a diferentes sentidos. Abrange a difusão de conhecimentos gerais sobre ciência e tecnologia, a motivação do interesse pela ciência, o desenvolvimento de "atitudes científicas" na observação dos fatos e no raciocínio, em contraposição ao sentido comum.

Com o intuito de proporcionar esta formação, a educação científica tem recorrido a movimentos que se tornaram conhecidos como: “alfabetização científica e tecnológica⁵”, “ciência para todos”, “ciência, tecnologia e sociedade” e “educação em ciência para a cidadania” que, apesar de permitirem entendimentos diversos, possuem propostas que convergem. Estas expressões, que se tornaram *slogans*, compõem a pauta de discussões e aparecem em numerosas comunicações de política educativa de organismos internacionais influentes, como a UNESCO, o *International Council for Science*, o *International Bureau of Education* e a Organização dos Estados Ibero-americanos para a Educação, a Ciência e a Cultura (OEI), além de associações profissionais que têm desenvolvido projetos para a educação científica e tecnológica, como a *American Association for the Advancement of Science* (AAAS), a *National Research Council* (NRC) e a *National Science Teachers Association* (ACEVEDO-DIÁZ et al., 2003).

Assim, as transformações políticas, sociais e econômicas por que passa a sociedade e a necessidade de que todos os cidadãos possam ter acesso à educação acabaram por estabelecer uma relação direta entre educação e cidadania, o que fez voltar à tona uma das finalidades da educação, a de educar na perspectiva de formar cidadãos.⁶

O movimento em prol da “alfabetização científica”, que reivindica o acesso de todos os cidadãos ao conhecimento científico para que possam exercer seus direitos e deveres na sociedade, ganha força e a alfabetização científica torna-se um objetivo importante da educação contemporânea.

Embora no começo deste capítulo as falas de Augustine e de Argüello dêem um tom de contemporaneidade às discussões relacionadas à alfabetização científica, o uso desta expressão não é recente, surge por volta dos anos 40. Paul Hurd⁷ (1997 apud VALENTE, 2002, p. 1) observa a presença da idéia da aprendizagem das ciências para todos nas conferências proferidas por James Wilkinson, com o título *Ciência para Todos*, em 1847, e pelo filósofo Herbert Spencer, em 1859, que afirmava que os cursos estavam cheios de fatos mortos e que era preciso tornar bem claro os apreciáveis efeitos da aprendizagem das ciências para o bem estar humano.

⁵ A dimensão tecnológica tem aparecido de forma explícita, muito recentemente.

⁶ Vale lembrar que a escola tradicional e acadêmica no molde que conhecemos hoje é uma herança do século XIX. O ideal republicano que inspirou o sistema educativo, ao defender uma educação moral e cívica, passou por dificuldades por estar em uma sociedade intensamente voltada aos valores religiosos e à instrução moral de criação cristã.

⁷ HURD, P. D. **Inventing science education for the new millennium**. New York: Teachers College Press, 1997.

Ao nos reportar ao artigo 6º da primeira Lei de educação promulgada no Brasil por D. Pedro I, em 15 de outubro de 1827, vemos que o termo alfabetização aparece no sentido de que todo mundo deveria saber ler e escrever; aparece também nas atribuições das províncias quanto à escolaridade elementar a ser oferecida aos cidadãos brasileiros:

Los profesores enseñarán a leer, escribir, las cuatro operaciones de aritmética, práctica de quebrados, decimales y proporciones, las nociones más generales de geometría práctica, la gramática de la lengua nacional, y los principios de moral cristiana y de la doctrina de la religión católica y apostólica romana, proporcionados a la comprensión de los chicos; prefiriendo para las lecturas la Constitución del Imperio y la Historia de Brasil (BIZZO, 2006, p. 145).

Não há nesse documento qualquer menção que mostre alguma preocupação com assuntos que envolvam a possibilidade de se ensinar ciências; ele se restringe tão somente à necessidade de se ler, escrever e de uma aritmética elementar. Uma hipótese para esta ausência da ciência poderia ser a pouca importância atribuída a ela na solução dos problemas enfrentados pela sociedade brasileira da época. Entretanto, na Europa, por volta do século XIX, já se faziam presentes, nos currículos escolares, disciplinas científicas como a Física, a Química, a Biologia e a Matemática.

O filósofo, físico e psicólogo Ernest Mach⁸ (1898 apud VALENTE, 2002, p. 1-2), em seu livro *Popular Scientific Lectures*, fez uma crítica reforçando a necessidade da alfabetização científica em sua época:

[...] sem pelo menos um curso de matemática elementar e de um de educação científica, um homem permanecia um estranho no mundo em que vivia, um estranho na civilização do tempo que lhe deu berço. O que seja que encontre na natureza ou no mundo natural, ou não lhe diz nada porque não tem olho ou ouvido para ele, ou porque lhe fala numa linguagem totalmente não inteligível.

A expressão *scientific literacy* foi usada no campo da educação científica primeiro nos EUA. Depois, passou a ser utilizada na Inglaterra como sinônimo de *public understanding of science*; na França, de *la culture scientifique* e, em Portugal, de *literacia científica*. Segundo Miller (1983), *literacy* tornou-se um daqueles termos frequentemente utilizados e que, apesar de todos concordarem com seu emprego, raramente será possível defini-lo sem que haja discordância. Para Acevedo et al., (2003), a expressão alfabetização científica tem um caráter difuso e o seu significado apresenta uma complexidade polissêmica. O *Programme for International Student Assessment (PISA)*, por exemplo, define-a como,

⁸ MACH, E. **Popular scientific lectures**. Chicago: Open Court Publishing, 1898.

[...] a capacidade de usar conhecimento científico, de identificar questões e extrair conclusões baseadas em evidências, para que ele possa compreender e tomar decisões a respeito do mundo natural e das mudanças nele introduzidas pela atividade humana⁹ (LOKAN et al., 2001, p. 9).

No Brasil, nem mesmo a versão para o português da expressão inglesa *scientific literacy* tem sido consensual. Chassot (2006, p. 38) tem adotado para indicá-la a expressão “alfabetização científica”, que explica como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazerem uma leitura do mundo em que vivem e entenderem a necessidade de transformá-lo para melhor. Os outros autores, como Krasilchik e Marandino (2004) e Santos W (2006) têm adotado a expressão “letramento científico”.

Krasilchik e Marandino defendem a idéia de que há diferença entre letramento e alfabetização e propõem uma transposição da discussão ocorrida no campo da linguagem para o campo da educação em ciências. As autoras (Ibid, p. 18) atribuem à idéia de letramento um sentido mais amplo do que aquele comumente relacionado à palavra alfabetização¹⁰:

[...] ser "alfabetizado" é saber ler e escrever, mas ser "letrado" é viver na condição ou estado de quem sabe ler e escrever, ou seja, cultivando e exercendo as práticas sociais que usam a escrita. Se ampliarmos essa definição de letramento para o âmbito da ciência, entendemos que ser letrado cientificamente significa não só saber ler e escrever sobre ciência, mas também cultivar e exercer as práticas sociais envolvidas com a ciência; em outras palavras, fazer parte da cultura científica.

Na elaboração do *National Science Education Standards*, em 1996, a *National Academy of Sciences* dos EUA, tentando definir *scientific literacy*, apenas retratou-a pelos componentes necessários para que um cidadão possa viver em uma sociedade tecnicamente avançada:

A alfabetização científica significa que uma pessoa pode perguntar, encontrar, e determinar as respostas a questões derivadas da sua curiosidade sobre as experiências do seu cotidiano. Significa que a pessoa tem capacidade para descrever, explicar e prever fenômenos naturais. A alfabetização científica inclui o ser capaz de ler e compreender artigos sobre ciência na imprensa pública e envolver-se numa conversação sobre a validade das conclusões. Implica que uma pessoa pode identificar questões problemáticas subjacentes a políticas nacionais e locais e expressar posições que são científica e tecnologicamente informadas. O cidadão alfabetizado deve ser capaz de avaliar a qualidade da informação científica com base

⁹ [...] the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.

¹⁰ O significado de letramento utilizado por Krasilchik e Marandino, como se pode ver, aproxima-se ao de alfabetização dado pela UNESCO: “Literacy is the ability to identify, understand, interpret, create, communicate and compute, using printed and written materials associated with varying contexts. Literacy involves a continuum of learning to enable an individual to achieve his or her goals, to develop his or her knowledge and potential, and to participate fully in the wider society”.

nas fontes e métodos para gerá-la. A alfabetização científica também implica a capacidade de colocar e avaliar argumentos baseados sobre evidência e de aplicar conclusões para tais argumentos apropriadamente.¹¹

Para Fourez (1997, p. 51), as pessoas podem ser consideradas *scientific literacy*, quando:

[...] seu conhecimento e sua habilidade lhes derem um certo grau de autonomia (a habilidade de ajustar suas decisões aos limites naturais ou sociais), uma certa habilidade para comunicar (selecionar o modo apropriado de expressão), e um certo grau de controle e responsabilidade ao tratar de problemas específicos (técnicos, mas também emocionais, sociais, éticos e culturais). Deste ponto de vista, a Alfabetização em Ciência e Tecnologia não está somente preocupado com o conhecimento científico e técnico, mas também com a participação na vida social de uma sociedade que leva a marca da tecnociência.¹²

A concepção de alfabetização defendida por Miller (1983, p. 29) tem sido a mais citada pelos pesquisadores da educação científica. Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 3) fazem referência a ela:

[...] quando se fala em alfabetização, normalmente não se percebe que a expressão ser alfabetizado apresenta dois significados diferentes: um, mais denso, estabelece relação com a cultura e a erudição. Por conseguinte, o indivíduo alfabetizado é aquele que é culto, erudito, ilustrado. O outro fica reduzido à capacidade de ler e escrever.

Para o mundo atual, o sentido de alfabetização ultrapassa a capacidade de ler e escrever. A alfabetização científica para a vida cotidiana de qualquer cidadão também mostra a necessidade de se ir além de uma aritmética elementar. As mudanças desencadeadas pela ciência e pela tecnologia e a importância delas no desenvolvimento econômico e social de um país exigem um perfil de cidadão com habilidades e competências diferentes das observadas no passado.

¹¹ Scientific literacy means that a person can ask, find, or determine answers to questions derived from curiosity about everyday experiences. It means that a person has the ability to describe, explain, and predict natural phenomena. Scientific literacy entails being able to read with understanding articles about science in the popular press and to engage in social conversation about the validity of the conclusions. Scientific literacy implies that a person can identify scientific issues underlying national and local decisions and express positions that are scientifically and technologically informed. A literate citizen should be able to evaluate the quality of scientific information on the basis of its source and the methods used to generate it. Scientific literacy also implies the capacity to pose and evaluate arguments based on evidence and to apply conclusions from such arguments appropriately.

¹² [...] their knowledge and skills give them a certain degree of autonomy (the ability to adjust their decisions to natural or social constraints), a certain ability to communicate (to select the appropriate mode of expression), and a certain degree of control and responsibility in dealing with specific (technical but also emotional, social, ethical and cultural) problems. On this view, STL is not only concerned with scientific and technical knowledge but also with participation in social life in a society bearing the stamp of technoscience.

Gil-Pérez e Vilches (2006) consideram que a alfabetização científica é necessária para a ciência se tornar mais acessível a todos os cidadãos; reorientar o ensino de ciências para os futuros cientistas; modificar concepções errôneas da ciência frequentemente aceitas e difundidas; tornar possível a aprendizagem significativa de conceitos.

Segundo Krasilchik (1992), a resposta à pergunta “o que um aluno alfabetizado deve saber valorizar e saber fazer?” levou ao estabelecimento de modelos que consideram diferentes níveis estruturais, com início na “alfabetização nominal”, passando pela “alfabetização funcional”¹³, quando os alunos desenvolvem os conceitos científicos, mas não os entendem, depois pela “alfabetização estrutural”, quando já são capazes de atribuir significados próprios aos conceitos e, por fim, pela “alfabetização multidimensional”¹⁴, quando são capazes de adquirir e explicar conhecimentos científicos, além de aplicá-los na solução de problemas do cotidiano.

Não há um consenso entre os especialistas sobre quais conhecimentos devem ser relevantes para que uma pessoa possa ser considerada alfabetizada/letrada cientificamente em uma dada sociedade. As diferentes visões que se tem sobre as concepções de alfabetização científica proporcionaram a construção de modelos curriculares que evidenciam conhecimentos diversos e distintos. Mas na elaboração de qualquer lista, não poderia de deixar de constar a compreensão da natureza da ciência, da atividade científica e dos processos de produção do conhecimento científico.

Diante do exposto, e deixando o caráter difuso e a complexidade polissêmica à parte, a maioria dos educadores em didática das ciências está de acordo que a alfabetização científica é a finalidade mais importante do ensino de ciências e difere do que se entende por formação propedêutica. Assim, é possível afirmar, em linhas gerais, que se busca uma alfabetização/letramento científica e tecnológica para formar indivíduos aptos ao exercício da cidadania, com participação nas discussões da vida social de uma sociedade influenciada pela ciência e pela tecnologia.

Se, quanto às finalidades do ensino de ciências, a maioria dos especialistas está de acordo, o mesmo não se pode dizer quanto aos argumentos utilizados para a defesa da alfabetização científica. Segundo Millar (2003), eles estão em concordância com os interesses dos grupos profissionais ou das comunidades escolares. Destacamos quatro destes argumentos

¹³ Nos documentos da UNESCO tem estabelecido a distinção entre analfabetismo total (quando a pessoa não sabe ler nem escrever) e analfabetismo funcional (quando a pessoa sabe ler e escrever, mas não consegue utilizar essa capacidade, por exemplo, para preencher um formulário).

¹⁴ Bybee (1995) refere-se a três dimensões da alfabetização científica: “funcional”, “conceitual e processual” e “multidimensional”. A terceira é semelhante à apresentada por Krasilchik.

por serem os que aparecem com mais frequência na bibliografia utilizada, são eles: os de natureza econômica, utilitária, sócio-cultural e democrática (ACEVEDO et al., 2003; DURANT et al., 1989; MILLAR, 2003; REIS, 2006; SHEN, 1975).

O argumento que vê na educação científica a possibilidade de formar alunos com o objetivo de atender às demandas econômicas nasce após a Segunda Guerra Mundial, quando houve uma valorização da ciência e da tecnologia. Vista como requisito básico para o desenvolvimento econômico, essa valorização foi acentuada com o lançamento pelos Russos do satélite Sputnik e prosseguiu com a emergência do poder econômico do Japão e dos países à margem do Pacífico (Coréia, Taiwan, Singapura), ao ameaçarem a liderança industrial americana.

Esses acontecimentos fizeram o governo americano acelerar o movimento de reforma da educação científica. Cientistas, universidades, entre outros setores da sociedade norte-americana, se uniram, sob a liderança dos primeiros, com o intuito de melhorar a educação científica. Para tanto, implantaram grandes projetos curriculares que ficaram conhecidos pelas suas siglas: *Biological Science Curriculum Study* (BSCS), para a Biologia; *Physical Science Curriculum Study* (PSSC); *Introductory Physical Study* (IPS) e o *Project Harvard* em Física; *Chem Study* e *Chemical Bond Approach Project* (CBA), em Química; *School Mathematics Study Group* (SMSG), para a Matemática.

A preocupação em relação à melhoria da educação científica caracterizou também, nesse mesmo período, o projeto *Nuffield* que foi desenvolvido na Inglaterra. Posteriormente, no Brasil, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura/SP ficou encarregado de produzir *kits* e elaborar cursos para preparar os professores para as inovações ou, mais especificamente, de adaptar os projetos norte-americanos ao ensino de ciências brasileiro.

Ao argumento econômico atribui-se a idéia, comum desde o século XIX, da importância da formação técnico-científica nas escolas: para que alcance o progresso econômico e tecnológico e seja competitiva internacionalmente, uma nação depende de pessoal técnico e cientificamente qualificado. Assim, um dos objetivos da educação científica é revelar talentos ou despertar vocações entre os alunos da área científica e tecnológica e estimulá-los a se tornarem “futuros cientistas” e engenheiros, suprimindo a demanda de profissionais qualificados, tendo em vista que a geração de riquezas e de bem é necessária ao país.

Em relação às finalidades e as formas de ensinar ciências, Krasilchik (1992) destaca a atribuição das disciplinas científicas na preparação de profissionais para compor o

quadro de cientistas e tecnólogos com uma sólida base de conhecimento e criatividade para encontrar soluções próprias e capacidade para trabalhar na superação das diferenças existentes entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Algumas críticas ao argumento que liga o progresso científico ao econômico podem ser destacadas, D'Ambrosio (2004a, p. 195) diz que:

O processo de desenvolvimento industrial deve ser analisado, e para tal é importante desfazer o mito de ser o progresso científico determinante do progresso social e econômico. Com esse falso pressuposto, tem havido investimentos maciços em educação e formação de quadros científicos pelos países do Terceiro Mundo após a Segunda Guerra Mundial, e os resultados foram irrisórios.

Assim, se é um mito que o progresso científico gera o progresso social e econômico, a formação de um pequeno número de especialistas seria suficiente para que o desenvolvimento tecnológico fosse alcançado. Este fato não serviria de justificativa para este argumento da necessidade de oferecer um currículo de ciências com ênfase apenas no conteúdo científico, pois uma grande parcela de alunos do ensino básico podem ou não optar em seus estudos na universidade pela área de exatas. Segundo Chassot (2006), “não ensinamos ciências para formar cientistas”, mas, cabe aos professores o desafio de ensiná-la de modo a atrair a todos os alunos e não somente aos que possuam habilidades ou motivação.

Há que se ressaltar, como frisa Chassot (2006, p. 77), que a revolução tecnológica tem feito com que cada vez mais rapidamente nasçam e desapareçam profissões como as de tipógrafos, datilógrafos, bancários, aeronautas, entre outros, que foram bruscamente transformadas e os seus conhecimentos tornaram-se obsoletos. De fato, as mudanças não são tão sentidas quando a ênfase no ensino está no fazer intelectual, ocorrendo o contrário quando o ensino se volta apenas para a técnica, que pode rapidamente cair em desuso.

O argumento econômico é reforçado pela ênfase na “formação do pequeno cientista” por meio da vivência do método científico (observação do fenômeno, formulação e teste de hipóteses, coleta, classificação e análise de dados e a conclusão do experimento). Esta formação não surtiu o efeito esperado nas salas de aulas, e o que se tem visto são alunos treinados a repetir as etapas citadas, sem saber o que estão de fato fazendo. A expansão dessa idéia pode ser observada nos trabalhos apresentados na maioria das feiras de ciências.

Outro ponto relevante sobre o argumento econômico é a distinção que deve ser considerada entre a ciência concebida pelos cientistas – aquela produzida, testada e legitimada pelos seus pares – e a ciência ensinada na escola – aquela que passou por transposições didáticas até chegar à sala de aula.

Reis (2006) destaca, ainda, que pesquisas recentes mostram que o conhecimento de ciência necessário ao trabalho dos cientistas, além de ser bastante específico do contexto em que investigam, representa apenas um dos muitos requisitos inerentes (capacidade de análise e interpretação de dados, de trabalho em grupo e de comunicação fluente) a sua profissão e que não são valorizados pelos currículos atuais. Em relação aos alunos que pretendem seguir uma carreira científica, de acordo com o autor, os currículos obsoletos e irrelevantes acabam por desencorajá-los em prosseguir seus estudos de ciências.

A influência na educação da valorização da ciência e da tecnologia vista como requisito básico para o desenvolvimento econômico, fez com que fosse atribuído aos cientistas um papel de destaque na formação dos professores de ciência; somente após um longo período é que as escolas passaram a dar mais atenção aos processos de aprendizagem do que aos conteúdos. Com isso, a influência dos cientistas na educação científica diminuiu, e os programas de qualificação dos professores foram progressivamente separados da pesquisa científica.

Ao lado da formação de profissionais qualificados para atender à demanda do mercado, destaca-se também o argumento utilitário, que dá importância à técnica, ou seja, a busca de uma educação científica com uma ênfase mais tecnológica e menos abstrata dos fenômenos. Para Millar (2003, p. 80) este argumento aponta “para um currículo com uma ênfase mais forte em um modo de conhecer mais tecnológico sobre os fenômenos, em conhecimento mais aplicável imediatamente do que em princípios abstratos mais gerais.”

A aquisição do conhecimento científico auxiliará o aluno a tomar a melhor decisão quando lidar com aspectos relacionados às suas necessidades básicas (saúde, alimentação, habitação, segurança). Assim, entende-se que um aluno, ou uma pessoa comum, de posse desses conhecimentos, poderia conscientemente mudar os seus hábitos, preservar a sua saúde e exigir condições melhores de vida, o que levaria à conclusão de que ser alfabetizado em ciências é importante por razões práticas.

Segundo Reis (2006, p. 162), para qualquer cidadão é necessário:

- a) conhecimento científico (nomeadamente, sobre eletricidade, fricção, anatomia e fisiologia humanas, saúde e doença, microbiologia e fotossíntese) que permitam uma experiência informada e inteligente com o mundo natural e a utilização dos artefatos e processos tecnológicos com que se depara no seu dia-a-dia.
- b) capacidades intelectuais indispensáveis à resolução de problemas da vida diária (analisar e interpretar dados, prever e formular hipóteses).
- c) atitudes ou disposições úteis na vida diária e no trabalho (forma racional e analítica de pensar, intuição, curiosidade e ceticismo).

Os problemas decorrentes do argumento utilitário surgem pelo fato de não ser tão necessário a ampliação do número de técnicos para lidar com a tecnologia, pois, aparelhos como máquina de lavar, computador, DVD e televisão têm se tornado tão sofisticados e de simples utilização que exigem capacidades mínimas para lidar com eles, ficando a intervenção de especialistas limitada ao conserto de alguns problemas. Outro problema em relação a este argumento está em não se conseguir sequer explicar os conceitos científicos envolvidos no funcionamento desses aparelhos. Segundo Krasilchik (1992, p. 4), para alguns “a atual sofisticação tecnológica exige apenas saber apertar botões, contrariamente ao desejo expresso por sociedades que pedem qualificações mais adequadas no manejo de tecnologias próprias”.

Uma das questões contrárias a este argumento é a de que nem todas as coisas que são técnicas, que envolvem a tecnologia, são imprescindíveis de serem ensinadas na educação científica. Uma técnica muito importante é saber dirigir um carro, mas ninguém pensa em inserir esta técnica no ensino das escolas.

Outra questão é que os conhecimentos e as capacidades necessárias ao mundo do trabalho sofrem mudanças constantes, ou seja, o que é necessário hoje será obsoleto amanhã. Alguns resultados de investigação mostram que não há garantia de que os conhecimentos científicos aprendidos na escola sejam aplicados no cotidiano. Para que isso pudesse ocorrer, seria necessário um ensino de ciências que destacasse a aplicação e a relevância dos conteúdos e capacidades para a vida dos alunos, o que não têm ocorrido (REIS, op. cit.).

Na contramão das defesas da alfabetização científica, alguns autores, como Millar (2003), defendem o argumento sócio-cultural, por entenderem que a sociedade se beneficia da integração e do entendimento mútuo há a aproximação entre a cultura científica e a humanística, fato que ocorre quando as pessoas deixam de ter medo da ciência e da tecnologia, além de que a ciência é o produto definidor de nossas características sociais (argumento social).

A ciência tem um espaço garantido nos currículos escolares por ser a principal aquisição de nossa cultura. Ela é um dos fundamentos da sociedade do conhecimento, tem um papel destacado no desenvolvimento tecnológico, o que nos possibilita entender como viver numa sociedade moderna. Portanto, todos os cidadãos devem entender e apreciar o conhecimento científico como produto cultural (argumento cultural). Os autores têm utilizado o argumento cultural e o social em conjunto.

Para Shen (1975, p. 267), a alfabetização científico cultural

[...] é motivada por um desejo de saber algo sobre ciência, como uma realização humana fundamental, ela é para a ciência, o que a apreciação da música é para o músico. Ela não resolve nenhum problema prático diretamente, mas ajuda abrir caminhos para a ampliação entre as culturas científicas e humanísticas.

A motivação a que se refere a autora pode ser notada desde a segunda metade do século XIX. Segundo Reis (2006), nesta época, para ser considerado culto e bem informado, um indivíduo deveria possuir, por exemplo, algum conhecimento sobre o funcionamento do mundo natural, sobre a forma científica de pensar e sobre o efeito da ciência na sociedade.

Já em 1959, o filósofo e cientista C. P. Snow, na conferência proferida em Cambridge, depois publicada em seu livro *As duas culturas e uma segunda leitura*, adotou a expressão “duas culturas” para mostrar a polarização entre a cultura humanística e a cultura científica, não só na comunidade acadêmica, como também em grande parte de nossa vida prática.

No texto *The divorce between Science and “Culture”*, escrito em 29 de janeiro de 1958, por ocasião do recebimento do prêmio, da Unesco, *Kalinga prize for the popularization of science*, Bertrand Russel preocupava-se em mostrar que a educação científica é de fundamental importância, não só para quem está na escola, mas também para as pessoas que não se mostravam interessadas em ser cientistas.

Russel mostrava como um fenômeno moderno, nos países ocidentais, o divórcio entre a ciência e a cultura, já que os gregos não faziam esta separação. Um dos fatores que colaboravam para esta separação era o entendimento de cultura oriundo das tradições do Renascimento, que se voltava apenas à literatura, à história e à arte. Russell recorda as contribuições de Leonardo da Vinci, que devotava sua energia mais à ciência do que à própria pintura

A preocupação de Russel estava toda voltada ao analfabetismo científico que se expandia, no período, devido à crescente especialização da ciência, o que levaria alunos e o público em geral a se distanciar cada vez mais das novas idéias e das tecnologias advindas da ciência moderna.

Este argumento mostra a necessidade de alguns conhecimentos sobre a história da ciência, a ética da ciência, a argumentação em ciência e a controvérsia científica. Dá-se uma ênfase maior à dimensão humana e menor à ciência como corpo de conhecimento. Segundo Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 5), a alfabetização científica cultural “poderá contribuir para minimizar a grande quantidade de superstições e crenças que permeiam a sociedade”.

Um dos problemas apontados em relação ao argumento cultural e social é a dicotomia entre a anti-ciência e o progresso científico. Segundo Ziman (1996, p. 12), os ataques agora são contra a ciência, pois “a ciência é caracterizada como uma força materialista, anti-humana, um monstro frankensteiniano fora de controle”. A clássica metáfora citada por David Knight de que “a ciência é um círculo de luz em expansão cercado pela crescente circunferência da escuridão” trouxe consigo alguns mitos sobre a ciência e o cientista, como a idéia de que para fazer ciência é preciso ser gênio. Esse fato, em nosso entender, tem exercido influência negativa tanto na escola como na sociedade, já que as pessoas passam a ter uma visão ingênua da ciência: ligada ao extraordinário e realizada por alguém com um dom especial.

Para uma grande parte da população, a ciência está associada a desastres, como a explosão do reator da usina de Chernobyl que, em 1986, causou uma imensa nuvem radioativa contaminando pessoas, animais e o meio ambiente de vários países da Europa; o grave acidente tóxico, na década de 1980, na cidade de Bhopal; o defeito nos tanques de combustível que causou a explosão da *Challenger* ou a bomba atômica. A Ciência é vista como uma fonte de problemas e não de solução, como algo que deve ser evitado ou freado.

O educador em ciências Glen Aikenhead (1997, p. 6) comenta que as investigações dos pesquisadores do campo “social studies of science”, que destacam a ciência como uma subcultura da cultura Ocidental e Americana, declaram que o estudo social da ciência revela-a como “[...] mecanicista, materialista, reducionista, empírica, racional, descontextualizada, matematicamente, idealizada, pública, ideológica, masculina, elitista, competitiva, exploradora, impessoal e violenta¹⁵”.

O afastamento da ciência das questões sociais pode levar tanto o público em geral quanto os alunos a uma visão equivocada do que seja a ciência. Isso tem afastado alunos dos cursos das áreas de exatas. A Unesco (2005, p. 4), na publicação *Ensino de Ciências: o futuro em risco*, menciona que, no Brasil,

[...] o número de alunos que buscam a área de Engenharia corresponde a 8% da matrícula total no ensino superior, bem menos do que a média dos países analisados (12%). Na Coreia, país cujo desenvolvimento econômico aflorou nas últimas décadas, 27% das matrículas da educação superior são na área das Engenharias.

O Brasil não é um caso isolado, a Comissão Européia, em 2007, no documento *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, também se reporta a

¹⁵ [...] mechanistic, materialist, reductionist, empirical, rational, decontextualize, mathematically, idealized, communal, ideological, masculine, elitist, competitive, exploitive, impersonal, and violent.

esse problema e atribuí o declínio do interesse dos jovens pela ciência e pela matemática à maneira pela qual elas estão sendo ensinados nas escolas. Nesse documento, entre as principais razões dessa ocorrência, está o despreparo dos professores na abordagem dos temas científicos ao utilizarem como método apenas o cuspe e giz (*chalk and talk*), dando ênfase à memorização em detrimento do entendimento dos conceitos e tornando o assunto desinteressante.

Antes da publicação desses documentos, Fourez (2003) já havia alertado para o que chamou de crise no ensino de ciências no mundo industrializado e destacou, entre os fatores que a desencadearam, a rejeição dos alunos em concorrer a uma vaga para os cursos de ciências das universidades de língua francesa na Bélgica. Mesmo sabendo do valor e da importância da ciência, os alunos optaram pelos estudos superiores ligados ao social ou à psicologia. A justificativa foi a de que não estariam preparados para os estudos científicos.

Segundo Fourez, nessa crise estaria envolta uma questão de sentido. Os alunos teriam a impressão de estar sendo obrigados a ver o mundo com olhos de cientistas, e eles estariam buscando um ensino de ciências que os auxiliasse a compreender e a viver melhor em seu mundo. Esta postura não significa uma alienação em relação às questões do mundo, mas que os modelos científicos que lhes são impostos não estão servindo para que compreendam a “sua” história e o “seu” mundo. A reivindicação dos alunos é que os cursos de ciências sejam centrados em seus interesses e não nos da comunidade de cientistas ou do mundo industrial.

Essa reivindicação dos alunos parece-nos plausível na medida em que o ensino de ciências ainda toma por base a idéia que se tinha quando a disciplina foi inserida no currículo escolar, no século XIX. Segundo Matthews (1997), esperava-se que ela causasse um impacto benéfico sobre a qualidade da cultura e da vida pública, pelo fato de os alunos apreciarem assuntos sobre a natureza da ciência. Mas, de acordo com Ziman¹⁶ (1980 apud MATTEWS, 1995, p. 193) o que ocorreu foi o contrário, ou seja, estabeleceu-se uma visão de ensino ortodoxo de ciências que conseguiu apenas difundir um materialismo ingênuo, um positivismo primitivo e uma tecnocracia complacente.

Na perspectiva contrária a alfabetização científica técnico-formal, há a linha que busca assegurar a educação científica para todos os cidadãos como forma de construção de uma sociedade mais democrática. Não é uma postura nova, já que o próprio iluminismo tinha

¹⁶ ZIMAN, J. **Teaching and Learning about Science and Society**. Cambridge University Press, Cambridge. 1980.

como propósito a educação do cidadão como forma de acabar com o obscurantismo, defender a liberdade e criticar o autoritarismo político e religioso.

A defesa de uma educação mais democrática reveste-se de importância pelo fato de que a sociedade requer cidadãos capacitados para a participação crítica e reflexiva em discussões, debates e processos decisórios sobre temas de interesse público relacionados com a ciência e a tecnologia. Segundo Holton (1979, p. 217):

Os cientistas e os não-cientistas precisam agora, certamente, também de um maior contato com as discussões substanciais sobre o impacto da ciência e tecnologia sobre os valores humanos e éticos. A fuga da maioria dos membros de uma profissão para o alto empíreo, onde podem trabalhar tranquilamente em problemas puramente científicos isolados da agitação da vida real, talvez fosse adequada a uma fase anterior da ciência; no mundo de hoje, é um luxo que não podemos sustentar.

Assim, pretende-se que a educação científica contribua para que os cidadãos: discutam e saibam como influenciar as decisões políticas relativas à atividade científica com eventuais implicações sociais, econômicas e ambientais, não deixando o debate restrito à esfera dos cientistas; desenvolvam as competências necessárias para tomar medidas sobre os perigos e riscos que envolvem a atividade científica; considerem a ciência envolvida em seu cotidiano, proporcionando a melhoria da qualidade de vida em áreas como a da saúde, a dos recursos energéticos, a da conservação do ambiente, a dos meios de comunicação, a de transporte, entre outros, e possuam conhecimentos e capacidades indispensáveis à compreensão e à análise crítica das notícias veiculadas pelos meios de comunicação sobre ciência e tecnologia.

Próxima a esse argumento, está também a posição dos participantes da Conferência Mundial sobre Ciência, promovida pela Unesco, expressa na *Declaração sobre Ciência e o Uso do Conhecimento Científico*, no item 34:

A educação em ciência em sentido amplo, sem discriminação e abrangendo todos os níveis e modalidades, é um requisito fundamental da democracia e também do desenvolvimento sustentável. Nos últimos anos, medidas de abrangência mundial foram adotadas, visando promover a educação fundamental para todos. [...] É sobre essa plataforma que a educação em ciência, a comunicação e a popularização têm que ser construídas. Mais do que nunca, é necessário desenvolver e expandir a informação científica em todas as culturas e em todos os setores da sociedade, [...] de modo a ampliar a participação pública nos processos decisórios relacionados à aplicação de novos conhecimentos (UNESCO, 2003, p. 32-33).

Como diz Millar (2003), o nível de conhecimento público da ciência está associado ao desenvolvimento econômico do país. Alguns autores, como Krasilchik e

Marandino (2004, p. 18) em relação à formação do cidadão, possuem uma posição semelhante a destacada pela Unesco:

Considerando que, de um lado, há um crescimento marcadamente amplo da ciência e da tecnologia e, de outro, situações que agravam a miséria, a degradação ambiental e os conflitos étnicos, sociais e políticos, é preciso que os cidadãos estejam em condições de usar seus conhecimentos para fundamentar suas posições e suas ações.

Questionar os objetivos da ciência e propor mudanças a partir dessas reflexões exige a participação do cidadão, buscando transformar a sua própria condição na sociedade, assim como a própria sociedade. Para isso, segundo Reis (2006, p. 164), o argumento democrático deve promover:

[...] uma compreensão básica da ciência (de como os cientistas trabalham e decidem o que é ciência legítima) e o desenvolvimento de uma atitude crítica que reconheça, simultaneamente, as potencialidades, as limitações e os comprometimentos ideológicos do empreendimento científico.

E, em relação à educação científica, esse autor aponta a necessidade de mudanças para que o aluno possa ser autônomo e questionar o seu próprio aprendizado:

A prática corrente da educação científica promove a conformidade relativamente ao conhecimento autorizado e ao discurso científico, encorajando os alunos a procurarem a aprovação de uma autoridade legitimada para validar suas ações, em vez de os implicar em discurso crítico e democrático.

O argumento democrático tem sido defendido pela Unesco, em parceria com os países em desenvolvimento, como estratégia para melhorar a educação científica desses países. Com o intuito de auxiliar na construção de uma política de desenvolvimento da educação científica, debates e elaboração de documentos têm sido feitos para tentar minimizar as condições de vulnerabilidade econômica, social e cultural que têm afetado um grande número de alunos.

A declaração do Seminário Internacional *Ciencia de Calidad para Todos* expressa como princípio, a formação científica de cidadãos para uma cidadania que permita a participação democrática em discussões científicas e tecnológicas. Considera que a educação científica deve ser reconhecida como fundamental para a plena realização do ser humano e também para o exercício de sua cidadania.

O movimento pela alfabetização científica e tecnológica voltada para a cidadania tem como preocupação não deixar a educação científica centrada apenas no conhecimento

científico e técnico e que seus objetivos sejam holísticos e tenham relevância social para o aluno, incluindo os valores éticos e democráticos que estão em jogo, quando a ciência e a tecnologia estão presentes na sociedade (ACEVEDO et al., 2003, p. 02).

A ênfase apenas no desenvolvimento do conteúdo científico provoca o distanciamento entre os conceitos científicos, aprendidos em sala de aula, e as questões relevantes para a vida dos alunos, como transgênicos, células-tronco, aquecimento do planeta, miséria, entre tantas outras, ligadas ao desenvolvimento social e à idéia de progresso da ciência. Sobre este distanciamento, Machado (1997, p. 148) diz que:

[...] a ciência escolar torna-se algo muito distante de suas ocorrências jornalísticas, e os alunos parecem incapazes de compreender minimamente não a solução, mas até a própria formulação dos problemas de que se ocupam os cientistas, de vislumbrar o significado dos resultados que alcançam.

A dependência das pessoas em relação aos especialistas e a ignorância e o medo da ciência constituem alguns dos problemas apontados em relação ao argumento democrático. A dificuldade de participação dos cidadãos em discussões sobre questões sócio-científicas devido ao crescimento e à especialização do conhecimento científico, aliada à falta de conhecimento sobre os aspectos da ciência e da tecnologia, tudo isso faz com que o impacto dessas atividades sobre a sociedade não tenham, para eles, significado algum. Conseqüentemente, a dependência dos pareceres de especialistas, cientistas, médicos, economistas será inevitável. É a opinião deles que passa a determinar o que é certo e errado, não sofrendo questionamentos, como se fossem dogmas.

Sobre as finalidades da educação científica, é possível perceber que há um confronto entre dois grupos. Um deles aborda a educação científica como meio para a formação de futuros cientistas e engenheiros e o outro grupo, que questiona se esta abordagem, com ênfase no ensino do método científico, enraizado na experimentação, é um objetivo educacional significativo.

No primeiro caso, segundo Duschl (2000) os membros da comunidade científica têm papel dominante e decisivo e influenciam significativamente na determinação do foco do currículo.

A abordagem do segundo grupo está mais alinhada com as propostas de alfabetização científica que visam à formação do aluno-cidadão. Essa proposta busca que os alunos aprendam os conhecimentos científicos e também compreendam a existência de outras

questões que envolvem a construção desse conhecimento. Krasilchik (1992, p. 5) cita Hurd (1986)¹⁷ para explicar essa formação:

Há muito tempo, assumiu-se que a escolarização deve buscar a compreensão de nossa sociedade e do nosso compromisso democrático. Além disso as escolas foram incumbidas da responsabilidade de não só facilitar a mobilidade social do indivíduo mas também de ajudar a assegurar o progresso econômico e social da nação.

Como diz Valente (2001, p. 7), o ensino das ciências envolve responsabilidade, pois

[...] além de ensinar a própria ciência, o seu fazer-se e o seu corpo de conhecimento, é preciso ajudar a **integrar a ciência nas nossas crenças e convicções** sobre pena de aquela não fazer parte do nosso viver, das nossas lutas, da nossa participação política e cívica e de nos momentos de desespero, em que deveres e direitos se desvanecem e confundem, deixamos o barco correr ao sabor da **demagogia** ou da **superstição**. (grifos da autora)

Valente (2001, p. 7) considera que a ciência é importante para a formação de alunos pelo fato de que ela faz parte da cidadania moderna, pois

[...] o lugar que ela [a ciência] tem na sociedade é determinante na demarcação dos limites entre direitos e deveres, **no peso que tem nos argumentos** que os permitem **estruturar e hierarquizar** quando em **conflito**. E o modo como pensamos a ciência, o lugar que lhe damos nas nossas decisões, a respeitabilidade com que tratamos as suas verdades, o interesse que colocamos em conhecer as condições em que essas verdades são estabelecidas, a consciência que temos dos seus limites, derivados das reduções que se fazem ao enunciar as perguntas ou provenientes dos meios utilizados. O modo com que articulamos esta forma especial do pensamento humano com as nossas dúvidas, os nossos receios, as nossas convicções ou as nossas crenças, são determinantes para a nossa intervenção como cidadãos. (grifos da autora)

Quando trazidos para a discussão, os temas relacionados a crenças e valores, sejam eles familiares, políticos, ideológicos ou religiosos, causam certo desconforto ao professor, que tende a reduzir a educação científica ao ensino do conhecimento científico. Este, por estar menos sujeito a conflitos e por ajudar a construir uma imagem da ciência como neutra e com um estatuto mais estável, assegura ao professor um maior prestígio.

Prossegue a autora (Ibid, p. 1):

[...] a ciência e a educação estão permeadas por um sistema de crenças e valores e que estas sustentam as nossas posições em torno de uma variedade de questões e de

¹⁷ HURD, Paul De Hart. **A rationale for a science, technology and society theme in science education**. In: NATIONAL Science Teachers Association Yearbook. Washington: NSTA, 1986. p. 94-10.

formas de abordar e resolver os problemas. Derivam das nossas visões mais amplas sobre o mundo e sobre a natureza humana e seu destino e sobre o papel que nos reservamos no universo a que pertencemos. Forjam a nossa consciência de pertença a uma comunidade e o nosso envolvimento na acção, a nossa expressão de cidadania.

Krasilchik e Marandino (2004) explicam que:

O conhecimento e as informações são a base necessária para analisar questões controversas que incluem conflitos de interpretações e de decisões, dependentes de valores pessoais e sociais. Preparar o cidadão para pensar sobre questões que permitem várias respostas – muitas vezes conflitantes – demanda que ele seja alfabetizado em ciências. (grifo nosso)

O sistema de valores e crenças revela-se, tanto na ciência, como em seu ensino, em diversos planos, com níveis de lógica diferentes, como explica Valente (2001, p. 1):

Num **primeiro**, o nível do que se pensa sobre a ciência e do que se pensa sobre a educação; num **segundo**, o nível das crenças inerentes à própria ciência, sobre a ordem e a inteligibilidade do mundo; na educação, a escolha do currículo e o valor a atribuir ao ensino das ciências; num **terceiro** nível dentro do próprio ensino das ciências, a escolha dos tópicos considerados mais pertinentes; num **quarto** nível, o do modo como os assuntos são ensinados reflectindo os valores da sociedade filtrados pelo próprio professor. Na educação científica esses valores revelam-se, por exemplo, no modo como se ensina a energia, a reprodução, se relatam as experiências com pessoas ou animais, as controvérsias entre ciência e cultura, entre ciência e religião, sobre o ambiente e o homem, sobre o universo, e muitos outros, [...]. (grifos da autora)

Assim, uma reflexão voltada a mudanças na educação científica supõe que sejam dadas ao professor, ao longo da sua formação, condições para discutir os aspectos da ciência, que normalmente são ignorados, ou assuntos que lhe são desconfortáveis, devido ao seu desconhecimento, como a história e a filosofia da ciência ou sobre a relação da ciência com as questões sociais (VAN DRIEL et al., 2001).

Segundo Krasilchik (1992, p. 6),

[...] a contribuição da análise da ciência, como instituição para formar cidadãos autônomos, capazes de opinar e agir exige que as questões científicas sejam consideradas em seus multifacetados aspectos: éticos, políticos, culturais e econômicos, sem que haja doutrinação, forçando os jovens a adotarem posturas preestabelecidas.

A ampliação do entendimento dos alunos sobre os significados éticos, políticos e sociais que envolvem a ciência e a tecnologia não pode passar despercebida nem ser eliminada da sala de aula.

A proposta de alfabetização científica, ou seja, de um ensino que vá além da tradicional transmissão de conhecimentos científicos e favoreça a participação dos cidadãos na tomada de decisões reforçam a posição da ciência como elemento da cultura.

Portanto, para que a ciência, como parte da cultura de nossa sociedade, seja entendida quanto ao papel fundamental que tem nas transformações da vida humana e das instituições é preciso pensar sobre qual a educação científica que deve ser praticada nas escolas.

CAPÍTULO II

A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NA FORMAÇÃO UNIVERSITÁRIA

“Havia um homem que aprendeu a matar dragões e deu tudo que possuía para se aperfeiçoar na arte. Depois de três anos ele se achava perfeitamente preparado, mas que frustração, não encontrou oportunidades de praticar sua habilidade.”

Dschuang Dsi

“Como resultado ele resolveu ensinar como matar dragões.”

René Thom

A educação superior é vital para a nossa sociedade e, como todo o sistema educacional, tem sido discutida e reformulada para superar os desafios devidos aos intensos questionamentos de paradigmas, como o da ciência, que até há pouco direcionava o seu desenvolvimento.

Sobre esse aspecto, a Conferência Mundial de Educação Superior, realizada pela UNESCO, em Paris, no ano de 1998, apresentou as dificuldades e os objetivos de cada continente para a educação superior. No preâmbulo da declaração emitida nesta Conferência, está a importância da educação superior e os desafios a serem enfrentados no século XXI:

No limiar de um novo século, há uma demanda sem precedentes e uma grande diversificação na educação superior, bem como maior consciência sobre a sua importância vital tanto para o desenvolvimento sociocultural e econômico, como para construção do futuro, diante do qual as novas gerações deverão estar preparadas com novas habilitações, conhecimentos e ideais (UNESCO, 1999, p. 17).

Entre as preocupações internacionais da universidade moderna está a de estabelecer a relação entre o ensino e a pesquisa, que tem se mostrada abalada. O estretecimento na relação entre a ciência como pesquisa e a ciência como ensino tem influído diretamente no papel do professor, assim como nos acadêmicos que procuram manter uma hierarquia dos conteúdos da área específica, atribuindo maior valor às questões técnicas e menor valor às questões epistemológicas, históricas e sociais.

Com vistas a esclarecer um pouco mais sobre esse problema, podemos destacar as palavras de Marcovitch (2000, p. 42) sobre a formação de professores:

O professor tem que estar continuamente ligado à evolução do conhecimento em sua área de especialidade e ao mesmo tempo atualizar-se com a dinâmica do mundo externo. Na condição de cidadão ele já tem esse dever, mas como professor obriga-se mais ainda.

O autor explica, ainda, que:

Não basta ao docente demonstrar conhecimento dos fatos. Isso também o aluno, via meios de comunicação de massa, obtém. O que ele espera do seu professor é que este lhe dê a interpretação desses fatos. O professor não precisa ser necessariamente um generalista, mas quando um fato é suficientemente importante para fazer parte da vida desse jovem, ele espera do seu mestre uma análise qualitativa, fundamentada na razão e na consciência. Uma análise que surpreenda e que sirva como disciplina de raciocínio e de escolha de valores, utilizável em outras situações.

Essa não tem sido a realidade vista nos cursos de licenciaturas; em que alguns docentes não têm se dedicado às questões educacionais da mesma forma como o fazem com

as questões que envolvem a disciplina específica de sua área profissional. Na introdução do livro *Mathematical People: profiles and interviews*, escrita por Davis (2008, p. xii) com o título *Reflections on writing the history of mathematics*, ele destaca que “[...] em média, os cientistas, os professores de matemática de todos os níveis e o pesquisador em matemática não lêem a história da matemática. Ela não é pensada como essencial para suas carreiras profissionais.”¹⁸

Entendemos que a concepção de matemática e de ensino que tem permeado os cursos de licenciaturas tem contribuído para a pouca relevância dada à história, ainda mais, quando a História tem que concorrer no semestre com disciplinas de conteúdos matemáticos como as estruturas algébricas, cálculo, matemática computacional, teoria dos números, entre outras

Este tem sido um dos problemas da formação profissional do formador de professores que ministra disciplinas específicas, como explica Fiorentini et al., (2003, p. 155):

Sem uma formação teórico-prática em Educação Matemática, esses formadores tendem a se restringir a uma abordagem técnico-formal dos conteúdos que ensinam, pois não adquiriram formação para explorar e problematizar outras dimensões – histórico-filosóficas, epistemológicas, axiológicas e didático-pedagógicas – relacionadas ao saber matemático e consideradas fundamentais à formação do professor.

Mesmo admitindo o pressuposto de que, o docente que ministra aulas em um curso de licenciatura em matemática, que tem como objetivo formar o futuro professor para atuar no ensino básico, deveria estar preocupado com as discussões envolvidas na área da educação, a nosso ver isso não tem ocorrido.

A responsabilidade do formador de professores está em ajudar o futuro professor a desenvolver habilidades e competências para que quando em ação possa ensinar os seus alunos, a de terem uma visão histórica e crítica da Matemática, no seu estado atual e nas várias fases da sua evolução. O formador de professores deve também fornecer subsídios para que o futuro professor possa tomar decisões sobre a importância relativa dos vários tópicos, tanto em relação ao conhecimento matemático, estabelecendo relações entre os conteúdos que ensina e as dimensões que envolvem a sua construção, como sobre a aprendizagem significativa de seus alunos.

Essa responsabilidade do formador fica prejudicada se ele não teve contato em sua formação com os pressupostos básicos relativo à história do conteúdo que irá ministrar, ou

¹⁸ [...] the average scientist, the average teacher of mathematics at any level, and the average research mathematician do not read the history of mathematics. It is not thought necessary to their professional careers.

seja, a falta de uma formação em educação matemática que possibilite ao formador estabelecer relações entre os conteúdos matemáticos e as dimensões referidas por Fiorentini et al.

Alguns docentes não se vêem como formador de professor, sendo assim, valorizam no curso de licenciatura um perfil de profissional, como afirma Fourez (2003, p. 111), mais centrado sobre o projeto de fazer deles especialistas em ciências do que educadores:

[...] esteve mais centrada sobre o projeto de fazer deles técnicos de ciências do que de fazê-los educadores. Quando muito, acrescentou-se à sua formação de cientistas uma introdução à didática de sua disciplina. Mas nossos licenciados em ciências, como nossos regentes de então, quase não foram atingidos, quando de sua formação, por questões epistemológicas, históricas e sociais.

Assim, o questionamento de Perrenoud (1999, p. 15) se a universidade seria o lugar ideal para formar professores, tem sua crítica endereçada a postura do especialista, quando este se isenta da sua função de educador. Ele ressalta que

[...] quando ensinam, os pesquisadores podem, durante anos, entediar seus alunos, perder-se em monólogos obscuros, ir muito rapidamente, mostrar transparências ilegíveis, organizar avaliações arcaicas e assustar os alunos pelo seu nível de abstração ou sua pouca empatia ou senso de diálogo. Isso tanto pode sugerir um grande desprezo pelo ensino quanto uma fraca capacidade reflexiva aplicada a esse trabalho.

A falta de interesse pelo ensino leva o formador/especialista a separar na prática pedagógica os conteúdos específicos dos fundamentos metodológicos e didáticos, reforçando o reducionismo científico, caracterizado pelas técnicas de ensino baseada na transmissão de conhecimento de conteúdos a partir do livro texto mediante a utilização de giz e lousa, dando pouca ou nenhuma importância às dimensões metafísicas.

Essa postura tem levado os futuros professores a um entendimento equivocado em relação ao que seja um curso de licenciatura, principalmente os da área de exatas, pois ao vivenciarem uma prática que trata como separados o saber técnico das dimensões metacientíficas, que enaltece a importância das disciplinas específicas em detrimento das outras, os futuros professores nem percebem a existência da relação dialética que existe entre elas.

A preocupação com a formação técnica do futuro professor em detrimento de uma formação global tem estabelecido uma tensão levando a dissociação entre o ensino e a pesquisa, o que a nosso ver tem trazido limitações a formação do futuro professor, pois como

explicam Schimank e Winnes (2000, p. 406), “Um pesquisador ativo hoje é normalmente forçado a uma limitada especialização, enquanto que um bom ensino requer uma visão geral mais ampla”.¹⁹

Uma posição contrária a essa postura de desprezo pelo ensino é encontrada no artigo de Marcovitch (2000, p. 37), quando o autor apresenta a alusão feita por Max Weber no ensaio “A ciência como vocação” destacando os dois desafios simultâneos que devem ser compreendidos por quem deseja seguir a vida acadêmica e quer alcançar sucesso: qualificar-se não apenas como pesquisador, mas também como professor.

Segundo Otte (1993, p. 158) “a ciência preenche na sociedade moderna uma função dupla, que pode ser designada pelos termos ‘pesquisa’ e ‘educação’”. Mas, atualmente o que se tem visto e espalhado pelas universidades é a compreensão de ciência que a vê caracterizada apenas como pesquisa.

A ciência aparece, de um lado, como produtividade (instrumento), e do outro, como cultura (reflexão); como diz Otte (Ibid., p. 157) a ciência “possui funções tanto objetivas quanto educacionais. A matemática não é apenas a resolução criativa de problemas, mas uma contribuição para o desenvolvimento da relação humana, e não supersticiosa, do indivíduo com a realidade”.

Ao abordarmos a relação entre ensino e pesquisa é conveniente fazermos uma retrospectiva dos seus passos na universidade. No século XIX, o cardeal Newman apresentava como um dos objetivos da universidade, a “difusão e a extensão do conhecimento em lugar do seu avanço. Se seu objeto era a descoberta científica e filosófica, eu não vejo por que uma Universidade deveria ter os estudantes [...]” (NEWMAN²⁰, 1976 apud JENKINS; HEALEY, 2005)²¹. Já von Humboldt defendia a unidade entre ensino e pesquisa, para ele, as “universidades deveriam tratar a aprendizagem sempre consistindo de problemas ainda não resolvidos completamente e conseqüentemente sempre em um modo de pesquisa”²². (von HUMBOLDT²³, 1970 apud JENKINS; HEALEY, 2005, p. 9).

Nos séculos XII e XIII, a Europa Medieval viveu um período próspero com o renascimento das cidades, a vida intelectual foi estimulada, a reflexão científica e filosófica

¹⁹ An active researcher today is usually forced into a very narrow specialisation whereas good teaching requires a broad overview.

²⁰ NEWMAN, J. **The idea of a university**. Oxford: Clarendon Press. 1976. (1852 first edition)

²¹ [...] diffusion and extension of knowledge rather than the advancement. If its object were scientific and philosophical discovery, I do not see why a University should have students [...].

²² [...] universities should treat learning always as consisting of not yet wholly solved problems and hence always in a research mode”.

²³ HUMBOLDT, W. von. **On the spirit and organisational framework of intellectual institutions in Berlin**. Minerva 8, 242-267. 1970.

foi retomada e, com isto, a fundação da *universitas* foi impulsionada e se disseminou com extraordinária rapidez; Bolonha (1190), Oxford (1214), Paris (1215), Montpellier (1220), entre outras. A criação das universidades, influenciada pelos conhecimentos árabes, foram uma das heranças mais importante deste período. A universidade, “é o grande presente da Europa Medieval à Europa Moderna.” (MORIN, 2000, p. 22).

A *Universitas Magistrorum et Scholarium* significava a corporação de mestres e estudantes, distinguindo-a das escolas catedrais e dos antigos mosteiros, onde podiam ser encontrados os eclesiásticos, os detentores do saber. A *universitas* era o espaço onde se conservava e transmitia o saber e o lugar específico para a formação de uma elite intelectual laica. O método de ensino utilizado era o escolástico²⁴. Nesta época, para se ter o status de *universitas*, era necessário oferecer apenas um curso; o ensino dividia-se entre as faculdades de Medicina, Direito, Teologia e Filosofia.

Durante o Papado de Nicolau V a ciência aristotélica predominou e em 1452 passou a ser a doutrina oficial da Universidade de Paris. Em 1473, o rei Luiz XI decretou que as idéias de Aristóteles e Tomás de Aquino devem ser ensinadas e dogmatizadas por serem mais adequadas que as de William de Occam, Marsile Ficino, entre outros.

Segundo Gingras; Keating; Limoges (2007, p. 108), a criação de uma universidade somente poderia ocorrer por meio de cartas fundacionais concedidas pelo Papa ou pelo imperador; assim, desde a sua fundação, já estava protegida e a serviço da Igreja que, por sua vez, a via como “um espaço ideal para a criação e propagação de uma doutrina religiosa ortodoxa”; estava apoiada também pelas autoridades locais, “que nelas viam uma fonte de prestígio e um lugar de formação de seus servidores do Estado”. Havia um interesse no controle da universidade no que dizia respeito às discussões envolvendo o conhecimento relacionado à fé e à razão.

Poucas descobertas foram feitas no ensino universitário nesse período, pois o modelo de ensino predominante consistia basicamente em apenas comentar os Antigos, atendo-se às cópias manuscritas. Em relação à matemática, segundo Cajori (2007), a atitude demonstrada pelas universidades, como a de Paris, era de desinteresse, a geometria era negligenciada e em seu lugar preferia-se o estudo da lógica de Aristóteles.

Para Gingras; Keating; Limoges (2007, p. 123):

²⁴ A escolástica é um modo de ler e de comentar hierarquicamente os textos: primeiro, uma leitura do sentido das palavras, segundo, o sentido das frases e terceiro do sentido profundo do próprio texto, este último passo competia ao mestre. Associada a esta técnica de leitura, fazia-se uma exposição oral, o debate (*disputatio*). A escolástica pretendia dar sentido lógico-científico às grandes doutrinas da Igreja, como o pecado, a Trindade, a predestinação, para isso, passou a fazer interpretações das teorias de Platão e Aristóteles.

A síntese proposta por Tomás de Aquino em meados do século XIII, e que deu à filosofia de Aristóteles uma nova orientação de acordo com a teologia católica, estabeleceria as grandes linhas da doutrina escolástica, que seria ensinada nas universidades até ao século XVII.

Os filósofos escolásticos dominavam as universidades medievais e ignoravam os mais simples fatos que ocorriam no mundo físico, pois estavam envolvidos nas suas elaboradas especulações metafísicas. Compayré²⁵ (1911 apud GOMES, 2003, p. 20) em sua obra *Jésuites*, ao se referir às universidades mantidas pelos jesuítas, diz que: “a alta ciência vive de liberdade e os jesuítas não admitem que o espírito se emancipe”.

A invenção da imprensa modificou esse quadro ao reproduzir os livros, em grande quantidade, facilitando o acesso das pessoas ao conhecimento. Segundo Burke (2003, p. 105), os livros, de Kepler, *Nova Astronomia*, de Galileu, *Discurso sobre duas novas ciências* e de Francis Bacon, *O Avanço do Conhecimento*, traziam em seus títulos, o progresso do conhecimento no século XVII e, junto com eles, uma nova visão do conhecimento como algo passível de ser acumulado, aperfeiçoado, atualizado e transmitido, exercendo uma pressão nos estudantes a deixarem de cultivar os antigos:

O ideal acadêmico moderno poderia ser visto como a rotinização dessas aspirações dos séculos XVII e XVIII. A inovação intelectual, mais que a transmissão da tradição, é considerada uma das principais funções das instituições de educação superior e, assim, espera-se que os candidatos aos graus mais elevados façam ‘contribuições ao conhecimento’.

O rompimento com o modelo de ensino predominante, o surgimento de um novo modo de pensar e a possibilidade de a universidade se tornar cada vez mais laica só foi possível com a aproximação da cultura oriental à ocidental, em decorrência das Cruzadas, da expansão do comércio, do Renascimento, do Iluminismo, da Reforma Protestante e do processo de industrialização. A universidade começava a ter autonomia frente à dominação da Igreja e do poder do Estado, dos príncipes e dos senhores feudais.

No século XIX, a transformação da universidade para dar respostas aos desafios do desenvolvimento das ciências era necessária; um dos pressupostos era o de que ela se tornasse laica, autônoma em relação à religião e ao seu poder e das autoridades. A grande maioria das universidades passou, então, a pertencer ao Estado, o que lhe garantia certa autonomia intelectual, mas não financeira. Isso resultava em um maior controle da

²⁵ COMPAYRÉ, Gabriel. *Jésuites*. In: BUISSON, Ferdinand. *Nouveau Dictionnaire de Pédagogie et d'Instruction Primaire*. Paris: Hachette, 1911.

universidade por parte do Estado, pois a ele caberia a responsabilidade do pagamento dos salários dos professores, a construção dos prédios e a provisão de empregos para os egressos.

Nesse mesmo século, mais precisamente em 1810, sob a proteção do Estado da Prússia, foi fundada a Universidade de Berlim, e é nela, com a liderança do filósofo Friedrich Wilhelm Christian Karl Ferdinand mais conhecido como o barão von Humboldt (1767–1835), e com a contribuição de pensadores como os filósofos Johann Gottlieb Fichte (1762-1814) e de Friedrich Daniel Ernst Schleiermacher (1768–1834) que podemos constatar, não uma reforma, mas a proposta de um novo modelo de universidade, a começar pela relação Universidade/Estado, em que se assegurou a autonomia da ciência dentro do quadro de supremacia do sistema político da Prússia.

Este novo modelo serviria de orientação para as demais universidades, em oposição ao modelo herdado das universidades do século XII, como as de Bolonha, Paris, Oxford, que tinham como alicerce a função “Ensino” e como característica:

[...] tradicional, corporativista, conservadora, dissociada das pesquisas empírico-sistemáticas, centrada na transmissão dogmática do conhecimento por meio de um sistema estático, uma espécie de ‘missa do intelecto’, que se recusa a incorporar um compromisso com o pragmatismo utilitarista (BARTHOLO JR, 2001, p. 45).

Foram profundas as modificações instituídas por Humboldt a este conceito de universidade. Uma delas foi a idéia de que se tinha antes da revolução científica de que a função da universidade era a de ser apenas uma instituição pedagógica, ou seja, com ênfase exclusivamente na função “Ensino”. Humboldt, em seu texto *Sobre a organização interna e externa dos estabelecimentos científicos superiores em Berlim*, destaca a importância da pesquisa como função primordial da universidade, ao lado do ensino.

A mudança proposta por Humboldt para a universidade era significativa porque até então, segundo Rossi (2001, p. 9) a universidade não tinha o desenvolvimento da ciência como função primordial:

A ciência moderna não nasceu na tranquilidade dos *campus* ou no clima um tanto artificial dos laboratórios de pesquisa *ao redor* dos quais, mas não *dentro* deles, (como acontecia desde séculos e ainda acontece nos conventos) parece escorrer o rio ensangüentado e lamacento da história. E isso por uma simples razão: porque aquelas instituições (no que concerne àquele saber que denominamos “científico”) não tinham nascido e porque aquelas *torres de marfim*, utilizadas com tanto proveito e tão injustamente insultadas no decorrer do nosso século, não tinham sido ainda construídas pelo trabalho dos ‘filósofos naturalistas’.

Poucos eram os cientistas no século XVII que desenvolveram suas carreiras na universidade, embora tivessem estudado em uma universidade. Diante desse quadro, a pesquisa científica era uma atividade que ocorria alheia à universidade; segundo Rossi (op. cit., p. 10), as universidades não estavam no centro da pesquisa científica e a

[...] ciência moderna nasceu fora das universidades, muitas vezes em polêmica com elas e, no decorrer do século XVII e mais ainda nos dois séculos sucessivos, transformou-se em uma atividade social organizada capaz de criar as suas próprias instituições.

Humboldt incorpora a pesquisa à universidade e a articula com o ensino, tendo como elo o conceito de sujeito, obtendo o que, para ele, era o elemento central da universidade, a “unidade entre o ensino e a pesquisa”. Otte (1993, p. 160), diz que

[...] na concepção humboldtiana de ciência o conceito de sujeito constitui a ligação entre a pesquisa e o ensino, o qual, porém, não foi suficiente durante o século XIX para também incluir a técnica como uma atividade empírica e prática. Em Humboldt, a técnica era vista apenas como uma função a serviço dos objetivos cotidianos, e colocada em oposição a uma consciência superior. Na matemática, isso conduzia a divisão entre a matemática pura e a aplicada e a um papel subordinado da aplicação direta da matemática, enquanto a matemática como instrumento educacional assumia um grande significado em sua concepção de ciência.

Mesmo entendendo que, tanto a matemática pura como a matemática aplicada, devem ser consideradas como matemática cabe aqui uma discussão, ainda que sucinta sobre esta divisão.

Esse assunto é tratado pelo professor Amoroso Costa (1885-1928) em seu livro *As idéias fundamentais da matemática*. Para ele, os trabalhos modernos aceleraram a separação entre a parte lógica ou formal da ciência daquela em que intervêm a intuição e a percepção externas. Entretanto, segundo o autor, convém fazer esta distinção, sem se esquecer “que elas se combinam e reagem constantemente uma sobre a outra.” (COSTA, 1981, p. 326).

A matemática, ao longo do seu desenvolvimento, tem se caracterizado especialmente como uma ciência, pelo grau de abstração adotado sobre os seres considerados. Podemos dizer que a matemática pura tem sido a guardiã desta característica, pois, ela prescinde da inspiração que vem diretamente dos objetos da realidade física e constrói teorias que são sistematizadas e generalizadas abstratamente.

As intuições ou os elementos acessíveis à experiência são camuflados pelo rigor teórico com formalização matemática. Segundo Costa (op. cit., p. 325), para a matemática pura, “as entidades são símbolos, cujas propriedades decorrem dos postulados sujeitos apenas

às leis da razão”. A matemática pura tem, como representante, as idéias platônicas de que o mundo das coisas é diferente do mundo das idéias; os objetos matemáticos como uma reta ou um triângulo, são seres imateriais, se encontram apenas na nossa imaginação, e só podem ser obtidos por meio da abstração.

Para um melhor entendimento sobre ao que está se referindo, Costa (op. cit., p. 325) cita a definição de matemática pura do filósofo e matemático Bertrand Russel, escrita em 1903, em seu livro *Principles of Mathematics*: “a classe de todas as proposições da forma p implica q , onde p e q são proposições contendo uma ou mais variáveis, as mesmas em ambas, p e q não contendo outras constantes além das constantes lógicas”.

Em relação à matemática aplicada, Costa afirma que, na história, foi ela que sucedeu à matemática pura. Podemos confirmar esta afirmação ao analisar, ao longo da história, o aprimoramento ao qual a matemática teve de chegar para responder aos problemas relacionados à agrimensura, à engenharia prática e ao comércio.

Antigamente, o trabalho matemático buscava inspiração diretamente na experiência sensível, os egípcios utilizavam a matemática para a resolução de problemas práticos, no papiro matemático de Rhind, escrito por Ahmés, toda a ênfase estava na apresentação de uma aritmética (contar, as operações básicas, adicionar, subtrair, multiplicar, dividir) e da geometria práticas (medição de área e volumes), o que os ajudou a desenvolver grande habilidade e exatidão na realização de cálculos para construir as pirâmides (BORGES, 2002).

Assim, os símbolos com o nome de reta, triângulo e círculo, tratados na matemática pura, ignoram qualquer significado concreto; já na matemática aplicada, segundo Costa (1981, p. 325) “... êsses símbolos adquirem significação concreta, e admite-se que lhes correspondem certos objetos – intuições e grupos de dados sensíveis – cujas relações satisfazem os postulados desta ou daquela teoria da matemática pura.”

Mesmo que Costa não tenha mencionado o uso das tecnologias da informática em seu livro, acreditamos que seja devido ao seu uso, bastante restrito na época, que hoje tem marcado o uso do computador, sobretudo na distinção que esse uso faz entre a matemática pura, que o rejeita, e a matemática aplicada que o tem utilizado constantemente na confirmação dos dados dos modelos elaborados.

Retomemos a nossa discussão sobre a dicotomia na universidade entre ciência como pesquisa versus ciência como ensino, que Humboldt via como um equívoco. Segundo Morin (2000), a reforma de Humboldt introduziu as ciências modernas na universidade, assim como a idéia de departamentos que foram criados para atender e integrar as novas ciências.

Para Morin, a universidade apenas fará coexistir, e não comunicar as duas culturas, abordadas por Snow em seu livro *As duas culturas*.

Neste livro, Snow (1995, p. 10) apresenta o erro da polarização entre a cultura científica, na qual incluiu cientistas e tecnólogos, e a cultura intelectual, na qual incluiu toda a área de humanidades:

[...] os humanistas não conhecem conceitos básicos da ciência e os cientistas não tomam conhecimento das dimensões psicológicas sociais e éticas dos problemas científicos. Essa dicotomia cultural, que traz graves conseqüências educacionais, ao ser reconhecida, causou e causa ainda ondas de indignação principalmente na academia.

Para Snow, a visão estreita e as especializações excessivas de cientistas e humanistas levam-nos a ter uma imagem distorcida uns dos outros e, conseqüentemente, dificulta a comunicação entre eles. O autor mostra o isolamento em que as duas se encontram e como este isolamento pode se tornar um perigo para a sociedade.

Como, na maioria de suas palestras, o público era composto por educadores e acadêmicos, Snow chama a atenção para o fato de que esta dicotomia cultural traz graves conseqüências educacionais e propõe que haja mudança na educação, que por si só, não solucionaria os nossos problemas, mas ajudaria a compreender quais são os nossos problemas para que assim pudéssemos atingir um número maior de pessoas. Para Snow, ao proceder desta forma, teríamos a possibilidade de ter uma educação na qual as pessoas possam usufruir e produzir ciência e arte juntas para, posteriormente, amenizar o sofrimento de seus contemporâneos. Snow (Ibid., p. 128) explica que

[...] não estamos formando homens e mulheres que possam compreender o nosso mundo tanto quanto Piero della Francesca ou Pascal ou Goethe compreendiam o seu. No entanto, com sorte, podemos educar uma grande proporção de nossas melhores inteligências para que não desconheçam a experiência criativa, tanto na ciência quanto na arte, não ignorem as possibilidades da ciência aplicada, o sofrimento remediável dos seus contemporâneos e as responsabilidades que, uma vez estabelecidas, não podem mais ser negadas.

Em decorrência desta unidade, o professor ao ministrar suas aulas, não seria apenas um mero transmissor do saber acadêmico, pois ao possuir experiência de pesquisa na sua disciplina, estaria apto a realizar simultaneamente as atividades de pesquisa e ensino. Segundo Paula e Silva (2001, p. 2), para Humboldt:

Não se tratava de formar necessariamente um pesquisador, mas de reconhecer na atividade de pesquisa uma dimensão transformadora do indivíduo, de associar ao

envolvimento na produção de conhecimento uma oportunidade única de descoberta pessoal de uma nova postura, ativa e criadora, face ao mundo.

A universidade passava a ser o espaço independente onde o papel do professor e dos acadêmicos deve mudar, assim como, as relações entre eles. Os professores, contrapondo-se ao modelo tradicional de ensino, em que o aluno estava sempre na sua dependência, introduzem o estudante nos princípios, métodos e técnicas da resolução de problemas científicos, por meio do ensino baseado na pesquisa, os estudantes poderiam aprender observando e participando da pesquisa que o professor estava realizando.

Segundo Morin (2000, p. 23), esta dupla função da universidade, proposta por Humboldt, acabava sendo um paradoxo, pois, ela deveria “adaptar-se à modernidade científica e integrá-la, responder as necessidades fundamentais de formação, fornecer professores às novas profissões técnicas”, sem deixar de “fornecer um ensino meta-profissional, meta-técnico”.

Estava muito claro, para Humboldt, que a universidade não poderia se dedicar somente à formação de profissionais com um perfil técnico, mas deveria se voltar à formação de uma atitude de pesquisa. Morin (Ibid., p. 23-24) apresenta a explicação dada por Humboldt sobre a missão da universidade:

Aqui, reencontramos a missão transecular pela qual a universidade conclama a sociedade a adotar sua mensagem e suas normas: Inocular na sociedade uma cultura que não é feita para as formas provisórias ou efêmeras do *hic et nunc*²⁶, mas que é, contudo, feita para ajudar os cidadãos a viver o *destino hic et nunc*. Defender, ilustrar e promover no mundo social e político os valores intrínsecos à cultura universitária: autonomia da consciência, problematização (com sua consequência, que é a manutenção da pesquisa aberta e plural), primado da verdade sobre a utilidade, a ética do conhecimento.

As mudanças inovadoras de Humboldt, de que o aprendizado se faz pela pesquisa, não foram aceitas por todas as universidades, como as da Rússia e da França; esta última, influenciada pela reforma Napoleônica, defendia a pesquisa somente para os sábios agrupados por academias e a formação profissional estaria sob a responsabilidade das *Grandes Écoles*; tanto a Rússia, quanto a França, ainda mantêm a dicotomia entre ensino e pesquisa.

O modelo de universidade proposto por Humboldt estava centrado em ideais, como o da garantia da autonomia universitária diante do Estado, da Igreja e dos poderes políticos; o da concepção liberal e elitista de universidade, o da estreita ligação entre a formação das elites dirigentes, o do nacionalismo, além da formação integral e humanista do

²⁶ É uma expressão em latim que significa: aqui e agora.

homem, ao invés da formação profissional; da concepção idealista e não-pragmática de universidade, ao invés da iniciação à pesquisa científico-profissionalizante especializada de nível superior voltada à prestação de serviços ao mercado.

Os pressupostos básicos que propiciavam a unidade da proposta de Humboldt estavam na liberdade de cátedra, na unidade de ensino e pesquisa, na unidade da ciência na filosofia, na formação ética da pessoa pelo valor pedagógico da ciência, no culturalismo e no nacionalismo (BARTHOLO JR, 2001).

Segundo Schimank e Winnes (2000, p. 401) a garantia do funcionamento do modelo humboldtiano está na unidade entre o ensino e a pesquisa em qualquer um dos três caminhos, seja no nível das funções, no nível de recursos ou no nível das organizações,

[...] a maioria das funções nas universidades, especialmente a que o professor sobressai, não poderia ser diferenciada em função do ensino e da pesquisa; a maioria dos recursos financeiros da universidade, especialmente financiamento institucional, constituem uma conciliação de interesses em comum para ambas as tarefas; e as maiores organizações e, seguramente as que sobressaem, no sistema de ensino superior são universidades com a dupla missão de ensino e pesquisa.²⁷

Para esses autores, sem a garantia destes níveis na estrutura institucional, teríamos a mudança do modelo de universidade de Humboldt para um modelo pós-humboldtiano. O modelo de universidade de Humboldt recebeu críticas como sendo inadequado, mas em nenhuma das universidades européias pesquisada por Schimank e Winnes foi apresentado o desenvolvimento de um modelo pós-humboldtiano que fosse estável.

Se uma das inovações da proposta de Humboldt estava justamente na nova idéia de universidade baseada no avanço do conhecimento com a inserção da pesquisa, e que ensino e pesquisa estão integrados no papel do professor, hoje o que tem caracterizado o surgimento de um modelo pós-humboldtiano é um retrocesso, uma vez que, até mesmo financeiramente, não se dá ênfase ao ensino, como nas universidades medievais, mas na pesquisa.

O papel que a ciência e a tecnologia representam na sociedade é um dos fatores que leva a universidade a priorizar a pesquisa. A ciência tem se afastado totalmente dos interesses sociais e tem se orientado mais pelo progresso científico, a ciência hoje em dia significa pesquisa.

²⁷ [...] most roles at the universities, especially the dominant one of professor, are not differentiated according to teaching and research; most financial resources of universities, especially institutional funding, are a common pool for both tasks; and most organizations, and certainly the dominant ones, within the higher-education system are universities with the dual mission of teaching and research.

Isto faz com que a relação de incompatibilidade entre ensino e pesquisa se acentue, pois a ênfase na formação de uma nova geração de matemáticos especialistas acaba por resultar em uma relação quase nula dos pesquisadores com o ensino, obtendo como resultado, pesquisadores que acabam por serem forçados a ensinar nas universidades, obtendo resultados pífios.

Esta especialização na matemática é perceptível após o período de 200 a.C. até por volta de 1870 quando a matemática ainda se sustentava sobre uma base empírica e pragmática, tendo passado por mudanças significativas com o surgimento de novas criações:

El álgebra recibió un impulso totalmente nuevo con Galois; la geometría recobró vitalidad y se vio profundamente alterada por la introducción de las geometrías no euclídeas y el resurgimiento de la geometría proyectiva; la teoría de números se transformó en teoría analítica de números; y el análisis se amplió extraordinariamente con la introducción de la teoría de funciones complejas y la expansión de las ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales (KLINE, 1972a, p. 1348).

Essa revolução ocorrida na matemática ampliou o número de matemáticos, o que possibilitou a democratização do seu ensino, além de fomentar a fundação de sociedades matemáticas e aumentar consideravelmente a divulgação da investigação matemática.

Entretanto, este crescimento da atividade matemática trouxe consigo uma consequência menos agradável, como afirma Kline (Ibid., p. 1349):

Junto a la explosión de la actividade matemática se produjo una novedad menos agradable. Las diferentes disciplinas se hicieron autónomas, dando lugar cada una de ellas a su propia terminología y metodología. La búsqueda de cualquier resultado impuso el estudio de problemas más especializados y más difíciles, que requerían más ideas, y más ingeniosas, una fértil inspiración, y demostraciones más intrincadas. Para realizar cualquier avance, los matemáticos se vieron obligados a adquirir una sólida fundamentación teórica y gran habilidad técnica. La especialización se hizo notable en los trabajos de Abel, Jacobi, Galois, Poncelet y muchos otros. Aunque se puso algún acento en la interrelación entre diferentes ramas con nociones como las de grupo, transformación lineal o invariância, el efecto general fue el de una separación en numerosos campos distintos y alejados entre si.

Cauchy e Gauss foram os últimos matemáticos que tinham uma visão global do conhecimento matemático; Poincaré e Hilbert foram considerados matemáticos quase universais. O matemático Félix Klein até acreditou que poderia ser possível superar a especialização e a divergência entre os diferentes ramos mediante os conceitos de grupo, transformações lineares ou invariância, mas isto não ocorreu.

Segundo Otte (1993, p. 167), já por volta dos anos 50, dominava na matemática um ideal de “pensamento conceitual”, em oposição a uma concepção algorítmico-constructiva.

Os estudantes universitários que cursavam matemática tinham, na sua formação básica, as disciplinas geometria analítica e álgebra linear, introduzidas axiomáticamente sem utilização de coordenadas, e na fundamentação conceitual da análise, tendo como base as teorias de Cantor, Dedekind e Peano.

O século XIX se caracterizou pela reintrodução do rigor nas demonstrações, as publicações passaram cada vez mais a interessar somente a um círculo restrito de especialistas, de difícil acesso, até mesmo para alguns matemáticos, e incompreensível para aqueles que estão se iniciando na área (KLINE, 1972). Hoje, a excessiva especialização é ainda mais latente; para Santos B (1989, p. 13),

[...] o avanço da especialização torna impossível ao cientista, e já não apenas ao cidadão comum, compreender o que se passa (e porque se passa) à volta do habitáculo (cada vez mais estreito) em que a ciência se desenvolve.

A especialização e a técnica da linguagem científica distanciaram o pesquisador de conhecer sobre assuntos de cujos grupos e área de pesquisa ele não participa; fez aumentar o enclausuramento do especialista na sua própria disciplina, além de restringir seu conhecimento a uma pequena parcela separada do contexto geral. Este último aspecto, entendido por Morin (2000, p. 15) como reducionista, contrapõe-se à idéia sistêmica de que “o todo é mais do que a soma das partes”.

Se, por um lado, a especialização do saber científico não tem sido benéfico, por outro, ela tem proporcionado uma delimitação cada vez maior das áreas de pesquisa, contribuindo de maneira significativa para um aumento da produtividade científica, com a justificativa de o pesquisador poder aprofundar seus conhecimentos em um determinado assunto, possibilitando a aquisição, com maior rapidez, da técnica e da linguagem científica específica do seu campo de atuação.

Um ponto de vista interessante sobre a discussão entre pesquisa e ensino é dado por Belhoste (1998, p. 291). Este autor lembra um fato que parece ter se esvanecido hoje em dia: o de que os matemáticos, em sua grande maioria, são professores, assim caracterizados por realizarem suas atividades no interior do ambiente escolar ou universitário. Esta visão é a que a opinião pública tem da matemática, que ela é uma disciplina de ensino, entretanto, os matemáticos se opõem a ela; para eles é a atividade de pesquisa que constitui o elemento definidor de sua identidade profissional. Para os matemáticos “[...] ensinar matemática não é

vista como uma atividade suficiente para ser matemático; para isso, seria preciso, e, sobretudo, produzir resultados matemáticos”²⁸.

Belhoste (1998, p. 292) afirma que este ponto de vista da atividade do matemático é recente, surge ao final do século XIX:

O período entre 1770 e 1820 marca uma mudança considerável no aparecimento de um estatuto de matemático profissional, ao mesmo tempo em que a pesquisa matemática se implanta dentro da instituição de ensino. Uma nova figura emerge, portanto, a do professor de matemática, primeiro na França e depois em toda Europa.²⁹

Anterior a esse período, ao se considerar, o estatuto de matemático, não como uma categoria a-histórica, mas como uma construção social, tornava-se quase impossível definir, por exemplo, Descartes como matemático, ao invés de filósofo, ou, Louis Richard, professor de matemática de Galois, como professor, em vez de matemático. Foi então, por meio principalmente do “ensino que a atividade matemática se profissionaliza na Europa, dando origem à figura do matemático moderno.”³⁰ (Ibid, p. 291).³¹

As controvérsias mostradas até momento sobre a dicotomia entre ensino e pesquisa têm reflexos diretos no ensino. Alguns matemáticos e educadores manifestaram-se contrários à reforma curricular da matemática, justamente por ela se preocupar excessivamente com a especialização do professor, em vez de construir uma matemática capaz de estabelecer laços com outras ciências.

Conforme afirma Boaventura de Souza Santos, há uma excessiva especialização entre os próprios cientistas; ou como retratado na pesquisa de Schimank e Winnes, a separação entre professores que ensinam e professores que pesquisam ou entre aqueles que veem a ciência como pesquisa ou como ensino, só tende a agravar cada vez mais a separação entre ensino e pesquisa.

Diante deste quadro, a universidade fica em uma posição desconfortável em compreender a ciência caracterizada apenas como pesquisa, o que mostra a necessidade de

²⁸ [...] enseigner les mathématiques ne suffit pas pour être mathématicien, il faut encore et sur tout produire des résultats mathématiques.

²⁹ La période entre 1770 et 1820 marque un tournant majeur dans l’émergence d’un statut de mathématicien professionnel, en même temps que la recherche mathématique s’implante dans les institutions d’enseignement. Une nouvelle figure émerge alors, celle du mathématicien professeur, d’abord en France puis partout en Europe.

³⁰ l’enseignement que l’activité mathématique se professionnalise en Europe pour donner naissance à la figure moderne du mathématicien.

³¹ Vale lembrar que a palavra cientista existe há apenas 150 anos e que no período da sua aceitação o cientista não tinha nenhum status na sociedade (KRAGH, 2001), como ele tem hoje.

estabelecer, no seu interior, uma relação significativa entre a pesquisa e o ensino, segundo Robinson³² (1973, apud OTTE, 1993, p. 158):

Uma universidade que [...] não aproveita suas mais importantes e mais amplas correias de transmissão para a interação de sua pesquisa com a prática, isto é, a formação de estudantes em todas as funções socialmente importantes, não poderá concorrer futuramente com a pesquisa privada, igualmente despreparada mas altamente eficiente, organizada pelos grupos sociais dominantes. Uma universidade que não coloca constantemente o potencial crítico e as motivações e interesses práticos de seus estudantes, para a determinação e a avaliação dos seus objetivos também na pesquisa, perderia simultaneamente um dos seus mais fortes fatores de resistência contra a submissão aos interesses materiais dos poderosos grupos sociais.

A compreensão da ciência apenas como pesquisa foi objeto de um estudo recente realizado por Jenkins e Healey (2005) na Grã-Bretanha, que pode ser estendida ao que tem ocorrido em outros países. Os autores identificaram algumas razões da dicotomia entre ensino e pesquisa, entre elas: a direção que o governo tem apontado de que para assegurar uma pesquisa de alta qualidade, ela deve estar concentrada fora da universidade, em centros particulares especializados, com a obtenção de financiamento estatal ou da indústria, direcionando a pesquisa aos interesses materiais dos poderosos grupos sociais e a falta de evidências mostrada no interior das próprias universidades de uma relação intrínseca entre ensino e pesquisa. A primeira razão identificada por Jenkins e Healey, é descrita também por Chauí (2000, p. 359):

[...] os cientistas trabalham coletivamente, em equipes, nos grandes laboratórios universitários, nos dos institutos de pesquisa e nos das grandes empresas transnacionais que participam de um sistema conhecido como complexo industrial-militar. As pesquisas são financiadas pelo Estado (nas universidades e institutos), pelas empresas privadas (em seus laboratórios) e por ambos (nos centros de investigação do complexo industrial-militar). São pesquisas que exigem altos investimentos econômicos e das quais se esperam resultados que a opinião pública nem sempre conhece. Além disso, os cientistas de uma mesma área de investigação competem por recursos, tendem a fazer segredo de suas descobertas, pois dependem delas para conseguir fundos e vencer a competição com outros.

Das idéias de Humboldt, mais especificamente, a da unidade entre ensino e pesquisa, e da condução de um modelo pós-humboldtiano, descrito por Schimank e Winnes, que atualmente tem marcado a separação entre ensino e pesquisa no nível das funções nas universidades, pode-se concluir que há uma separação entre professores que ensinam e professores que pesquisam.

³² ROBINSON, D. Z. **Will the university decline as the Center for scientific research?** In: Daedalus, p.101-110, 1973.

Desde o final dos anos 40, Morris Kline criticava o ensino superior americano pelo fato de que “as universidades passaram a se guiar fortemente pela pesquisa, colocando-a como único critério para sua autocompreensão e para a avaliação dos seus membros” (OTTE, 1993, p. 138).

Se não se publica, não se progride na carreira! Isto serve tanto para os que desejam fazer parte da comunidade matemática como para aqueles que estão em atividade. Os matemáticos devem estar cientes do ditado *publish or perish*³³, se almejam pelo menos no futuro, à possibilidade de uma contratação definitiva pela universidade. A sua contratação estará atrelada somente a sua publicação, ela não estabelece qualquer ligação com o fato de o candidato estar apto ou não a ensinar, isto, na verdade pouco importa.

Stein (2008, p. 123) se posiciona contra a pressão para a publicação, mas a vê importante porque “(1) ajuda na hora de contribuir para uma publicação e (2) assim fazendo, você pode fornecer a peça-chave de um quebra-cabeça, que pode acabar transformando um resultado não-provado, ou o Teorema de Outro Alguém, num Teorema Seu e de Outro Alguém.”

O problema de os professores ficarem presos à publicação e à especialização excessivas traz consequências para a Educação Matemática, pelo fato de os professores descartarem a possibilidade da inserção da história da matemática em suas aulas.

Se o modelo humboldtiano leva a uma convicção cognitiva de que somente seria um bom professor universitário capaz de ensinar as ciências básicas aquele que fosse um pesquisador produtivo, Schimank e Winnes (2000, p. 406) explicam que “alguns estudos empíricos mostram que não há nenhuma ou quando há é muito fraca e inconclusiva, correlação entre as atividades de pesquisa e o desempenho pedagógico de um professor”³⁴; ou seja, para ser um bom professor não pressupõe necessariamente ser um pesquisador produtivo.

A excessiva especialização do professor na universidade podemos associar a disputa entre professor/universidade *versus* política de mercado, que tem levado as universidades a buscar recursos para o ensino, apoiada nos benefícios trazidos pelas fontes de financiamentos das pesquisas, com a ampliação da infra-estrutura, da equipe de pesquisadores. Além de a pesquisa possibilitar ao professor/pesquisador uma maior reputação na sociedade

³³ Tradução do tradutor: Publique ou pereça. Tradução nossa: Publique ou morra.

³⁴ [...] many empirical studies have demonstrated that there is no, or only a very weak and inconclusive, correlation between research activities and teaching performance of a professor.

científica à qual ele pertence, assim como de propiciar uma visibilidade pública bem maior do que ele teria ao se dedicar ao ensino (SCHIMANK; WINNES, 2000).

Este modo de ver a ciência somente como pesquisa ou como ensino foi um dos fatores a desencadear o declínio nos anos sessenta do ensino da matemática que segundo Morris Kline tinha como slogan “Matemática Moderna”.

Como era muito prestigiado como professor e matemático da Universidade de Nova York, Kline acabou sendo um símbolo da oposição ao movimento da matemática moderna (MMM). No início dos anos setenta um forte movimento de crítica à reforma do ensino da matemática surgiu nos Estados Unidos, depois na França e prosseguiu por outros países devido ao declínio dos resultados escolares dos alunos.

Decorrente desta oposição, Kline publicou em 1973, o livro *Why Johnny can't add: The failure of the new math*³⁵, no qual apresenta a origem, o porquê e as deformações do movimento de reforma do currículo tradicional no ensino de matemática nos Estados Unidos, ocasionada pela entrada do país na Segunda Guerra Mundial. Dois motivos impulsionaram esta reforma, os militares perceberam a deficiência da preparação técnica dos seus quadros em matemática e a necessidade de os americanos melhorarem a qualidade da educação científica do país, após o lançamento do Sputnik pelos russos, como diz Kilpatrick (1997, p. 1),

[...] ninguém poderia evitar a conclusão de que o lançamento do Sputnik tinha trazido consigo profundas implicações política, militar e científica para os americanos. [...] As implicações educacionais do Sputnik foram mais lentas a aparecer. As grandes notícias do dia em educação eram a batalha contínua entre o Presidente Eisenhower e o Governador Faubus sobre a integração da Escola Secundária Central em Little Rock. Somente alguns comentaristas observaram no fim de semana que o Sputnik era o produto de uma sociedade que não só poderia controlar como seus recursos técnicos seriam usados, mas também prover as condições educacionais para desenvolver esses recursos.³⁶

A preocupação com a reforma não se deu imediatamente, mas logo foi percebida a importância da superação do aparente atraso americano em ciência e matemática, produto de um currículo escolar com assuntos antiquados. Um novo currículo foi proposto pelo movimento da matemática moderna com a justificativa de substituir o tradicional que levava os alunos a não gostarem, terem medo e desinteresse em aprender matemática e se saírem

³⁵ Traduzido em 1976, para o português, com o nome *O fracasso da matemática moderna*, este livro teve grande repercussão no meio acadêmico brasileiro.

³⁶ [...] no one could avoid the conclusion that Sputnik's ascent had brought with it profound political, military, and scientific implications for Americans. [...] The educational implications of Sputnik were slower to surface. The big news of the day in education was the continuing battle between President Eisenhower and Governor Faubus over the integration of Central High School in Little Rock. Only a few commentators that weekend observed that Sputnik was the product of a society that could not only command how its technical resources were to be used but also provide the educational conditions for developing those resources.

melhores em outras disciplinas e, em relação aos adultos, devido às dificuldades que tinham em realizar operações simples com frações.

A proposta do movimento era a de unificar a linguagem matemática e os seus três campos fundamentais: Geometria, Aritmética e Álgebra. Assim, a inserção dos novos campos criados, como o da álgebra abstrata, topologia, lógica simbólica, teoria dos conjuntos etc, no currículo, era imprescindível.

O argumento utilizado pelos defensores da proposta era o de que ninguém iria a um advogado ou a um médico que tivesse conhecimento de sua profissão limitado a um período anterior a 1700. Em relação a este argumento, Kline (2000) dizia que, ao utilizá-lo, os educadores ignoravam completamente o fato de que o desenvolvimento da matemática é cumulativo e que é praticamente impossível aprender as novas criações sem conhecer o que foi criado anteriormente.

Kline acreditava que a vida e o espírito da matemática ficavam empobrecidos ao abordar os conteúdos matemáticos apenas na sua forma dedutiva, aliada ao excessivo formalismo e simbolismo da linguagem matemática.

O simbolismo, para Kline, serviria a três propósitos: comunicar as idéias com eficiência; poder ocultá-las e poder ocultar a ausência delas. A impressão deixada foi a de que os textos utilizados pelo movimento da matemática moderna empregavam o simbolismo para ocultar a pobreza das idéias neles contidas. Parece que o propósito de seu simbolismo foi o de tornar sem entendimento o que era óbvio e afastar, deste modo, a compreensão do conhecimento matemático.

A ênfase nas estruturas algébricas e na axiomática fazia com que os professores tivessem dificuldades ao ensinar. No primeiro capítulo, *A taste of modern mathematics* do livro *Why Johnny can't add* temos um trecho retirado do diálogo entre o professor e o aluno, que nos dá a idéia de como seria a explicação de um conteúdo abordado pelo método proposto pela matemática moderna, na sala de aula:

O professor pergunta, 'Porque $2 + 3 = 3 + 2$?'
Sem hesitar o estudante responde, 'Porque ambos são iguais a 5'
Não, reprova o professor, a resposta correta é porque a lei comutativa da adição afirma. Sua próxima questão é, Porque $9 + 2 = 11$?
Novamente o estudante responde imediatamente: '9 mais 1 são 10 e mais 1 são 11.'
'Tudo errado,' o professor exclama. 'A resposta correta é que pela definição do 2, $9 + 2 = 9 + (1 + 1)$. Mas, porque a lei associativa da adição afirma, $9+(1+1)=(9+1)+1$. Agora, $9 + 1$ é 10 pela definição do 10, $10 + 1$ é 11 pela definição do 11'³⁷ (KLINE, 2000, p. 1).

³⁷ The teacher asks, "Why is $2 + 3 = 3 + 2$?"
Unhesitatingly the students reply, "Because both equal 5"

Nesse mesmo livro, no capítulo *The deductive approach to mathematics*, Kline dedica-se a tratar do problema do formalismo no ensino de matemática, ao mostrar que os objetivos da axiomática são diferentes dos que norteiam o ensino da matemática e por isso os dois acabam por se chocarem. Para o matemático profissional, para que o conhecimento matemático possa adquirir o formato de uma teoria, ele deve pertencer a uma organização lógico-formal-dedutiva; fora desta organização o conhecimento matemático torna-se um amontoado de fatos sem conexões.

Em meados do século XIX, os vários tipos de números e suas propriedades foram estabelecidos com base no uso que eram feito deles. Da mesma forma, as propriedades das funções, derivada e integrais usadas no cálculo foram aceitas com base no que parecia evidente para as funções mais simples ou com base na verdade física dos resultados obtidos. Os matemáticos então se dedicaram a construção de fundamentos lógicos para as propriedades que tinham utilizado. Na realidade, a lógica teve que justificar essas propriedades, ao invés de determiná-las. Conseqüentemente, uma estrutura muito artificial e complicada de axiomas e teoremas foi construída. O objetivo desta estrutura era satisfazer as necessidades dos matemáticos profissionais que insistiam na estrutura dedutiva, mas ela nunca foi planejada como uma abordagem pedagógica (KLINE, 2000, p. 14).³⁸

O excesso de formalismo com a inclusão da teoria dos conjuntos, notação lógica, cálculo das proposições, teoria da quantificação, etc., é considerado também pelo matemático René Thom (1985) como um dos fatores do fracasso da matemática moderna, pois o formalismo tem pouca utilidade, tanto para o matemático profissional, quanto para um estudante de matemática. Por outro lado, Thom destaca a importância do movimento modernista na França, ao proporcionar a renovação parcial do ensino da matemática que, na época, tinha programas fixos, praticamente eternos e obsoletos – a geometria descritiva era ensinada porque Monge a tinha instaurado – e porque os alunos deveriam ser aprovados nos exames das *Grandes Écoles*.

No, reproves the teacher, the correct answer is because the commutative law of addition holds. Her next question is, Why is $9 + 2 = 11$?

Again the students respond at once: "9 and 1 are 10 and 1 more is 11."

"Wrong," the teacher exclaims. "The correct answer is that by the definition of 2, $9 + 2 = 9 + (1 + 1)$."

But because the associative law of addition holds,

$9 + (1 + 1) = (9 + 1) + 1$.

Now $9 + 1$ is 10 by the definition of 10 and $10 + 1$ is 11 by the definition of 11."

³⁸ By the middle of the nineteenth century the various types of numbers and their properties were established on the basis of the uses made of them. Likewise, the properties of functions, derivatives and integrals used in the calculus were accepted on the basis of what seemed evident for the simplest functions or on the basis of the physical truth of the results obtained. The mathematicians then set about constructing logical foundations for the properties they had employed. In fact, the logic had to justify those properties, rather than determine them. Hence a very artificial and complicated structure of axioms and theorems was erected. The purpose of this structure was to satisfy the needs of professional mathematicians who insist on deductive structure, but it was never intended as a pedagogical approach.

A reforma colocada em prática pelo movimento da matemática moderna foi apoiada pelas investigações psicológicas (especialmente as de Piaget) sobre os processos mentais; e foi também influenciada pela imagem da matemática de um grupo de matemáticos, criado nos anos de 1930, que atuava sobre o pseudônimo Nicolas Bourbaki. O objetivo desse grupo era o de conceber toda a matemática clássica em bases estritamente axiomáticas e estruturais.

O grupo produziu, entre os anos 1950 e 1960, obras compostas por uma série de textos em nível de pós-graduação sobre a teoria dos conjuntos, a álgebra e a análise. Um dos mais importantes matemáticos do século XX, Jean Dieudonné, era quem, em nome do grupo, dava declarações e falava sobre as concepções que tinham.

René Thom foi convidado a participar de algumas sessões do grupo, mas logo se opôs à concepção bourbakista, por achá-los “ultraformalistas”. Para ele, “Bourbaki embalsamou a matemática, reduziu-a, pois assim dizer, a uma múmia! Afirmado isto, não se deve ser inteiramente negativo a propósito de Bourbaki: o grupo tem os seus méritos históricos.” (Ibid., p. 34).

Philip Davis e Reuben Hersh no livro, *A experiência matemática*, na página 383, no capítulo *Da certeza à falibilidade*, também se posicionam contrários ao formalismo e sua influência no ensino de matemática. Assim eles se referem sobre este assunto:

O formalismo faz uma distinção entre a geometria como uma estrutura dedutiva e a geometria como uma ciência descritiva. Somente a primeira é considerada Matemática. O uso de figuras ou diagramas, ou mesmo de imagens mentais, é não-matemático. Em princípio, deveriam ser desnecessários. Conseqüentemente, considera-os inadequados num texto matemático, e talvez também numa aula de Matemática [...]. Do ponto de vista formalista não começamos realmente a fazer Matemática antes de enunciar algumas hipóteses e começar uma demonstração. Após termos chegado às nossas conclusões, a Matemática acabou [...]. O exemplo mais influente do formalismo como estilo de exposição matemática foi a obra do grupo chamado coletivamente de Nicolas Bourbaki. Sob este pseudônimo, foi produzida uma série de textos básicos, a nível de pós-graduação, sobre a teoria de conjuntos, a álgebra e a análise que tiveram uma enorme influência em todo o mundo nas décadas de 50 e 60. O estilo formalista penetrou gradualmente no ensino da Matemática em níveis mais elementares e, finalmente, sob o nome de *Matemática moderna* invadiu até o jardim de infância com textos de teoria de conjuntos para a idade pré-escolar.

Na conferência internacional ocorrida em 1959, em Royaumont, para discutir e promover a renovação do ensino da matemática em todo o mundo, Jean Dieudonné, ao querer impulsionar a reforma, usou uma expressão que veio se tornar clássica *À bas Euclide*³⁹. Em muitos países como o formalismo e a ênfase na linguagem já estavam sendo levados aos

³⁹ Tradução nossa: Abaixo Euclides.

extremos, o entendimento equivocado da expressão, por si só, levou os educadores a abolir a geometria do currículo de matemática.

Entretanto, não foi este o entendimento que Dieudonné queria passar, ele propunha era um *abaixo* aos métodos de tratamento da geometria baseados nos *Elementos de Euclides*, que não respondiam mais à evolução da matemática, decorridos 2.300 anos desde sua obra (D'AMBRÓSIO et al., 2004b).

Uma posição contrária ao entendimento de Dieudonné pode ser encontrada no memorando com o título *On The Mathematics Curriculum Of The High School*, elaborado em 1962, por Morris Kline, George Polya, André Weil, Clifford Bell, Garrett Birkhoff, Hirsh Cohen, Richard Courant, entre outros. Este memorando, que tinha por objetivo propor melhorias no ensino de matemática, foi enviado a 75 matemáticos influentes da comunidade matemática dos Estados Unidos e Canadá para saber quais eram as suas opiniões sobre o assunto.

O memorando apresentava pontos de divergência em relação à proposta em vigor, como os de que alguns conteúdos ensinados nas escolas eram obsoletos, o que não era o caso da álgebra elementar, geometria plana e espacial, trigonometria, geometria analítica e cálculo que, por mais que tenham sido descobertas há cem anos, todos os alunos deveriam aprender esta matemática tradicional, porque ela oferece valores culturais importantes e, abandonar qualquer um destes assuntos, seria desastroso.

Nesse memorando é apresentada a formulação dos princípios e orientações práticas para a elaboração do novo currículo de matemática, devendo ser considerado os seguintes pontos: 1. *For whom*, 2. *Knowing is doing*, 3. *Mathematics and science*, 4. *Inductive approach and formal proofs*, 5. *Genetic method*, 6. *“Traditional” mathematics* e 7. *“Modern” mathematics*.

Havia uma preocupação de que o memorando não sofresse influências externas de fatores e forças políticas que pudessem desviar do seu objetivo final. Os matemáticos, por exemplo, poderiam em resposta ao domínio da educação exercido pelos pedagogos, dar mais ênfase ao conteúdo em detrimento do como ensinar, ou inconscientemente supor que, semelhante a eles, todos os alunos gostassem de matemática, ou de que somente dão importância à matemática aqueles alunos que futuramente poderão se tornar matemáticos profissionais. A necessidade de se aprender muito mais matemática hoje do que no passado, levaria à busca de atalhos que poderiam fazer mais mal do que bem.

Neste ponto, percebemos claramente que o distanciamento entre educadores (ensino) e matemáticos puros (pesquisa), quando confinados ao círculo restrito de suas

especialidades, ao elaborarem programas e livros didáticos, sem experiência matemática ou psico-pedagógica, pode realmente fazer mais mal do que bem.

Neste memorando há a preocupação de que o currículo de matemática possa colaborar na experiência cultural dos alunos em geral, como na sua preparação profissional (matemáticos, engenheiros ou cientistas), ao prosseguir os seus estudos na área.

O grande problema do currículo de matemática para os elaboradores do memorando não é o conteúdo apresentado, mas sim a falta de conexão entre a matemática e as outras áreas do conhecimento, principalmente das ciências físicas. Como diz Kline, o "conhecimento é um todo e a Matemática é uma parte desse todo". O isolamento na própria matemática, das suas técnicas e teoremas, deixando de lado a origem e a finalidade das manipulações, conduz o aluno a acreditar que tudo não passa de um truque, e que ele aprende a resolver mecanicamente, assim, todo o material que lhe for oferecido parecerá inútil e tedioso.

Nesse sentido os elaboradores sugerem que no novo currículo, a

[...] conexão entre a matemática e a ciência e a cuidadosa atenção a distinção entre os assuntos logicamente mais importantes e os que deveriam ter prioridade no ensino. Somente deste modo esperamos que os valores básicos da matemática, seu significado real, objetivo e utilidade estará acessível a todos os alunos, incluindo, claro, os futuros matemáticos. A recente expressão "preocupação comum com uma tendência a ênfase excessiva na abstração no ensino de matemática aos engenheiros" aponta na mesma direção⁴⁰ (Kline et al., 1962, p. 4).

No que se refere à matemática moderna, a posição exposta no memorando de que a utilização criteriosa dos conjuntos e da linguagem e do conceito da álgebra abstrata pode dar mais coerência e unidade para o currículo, é a de que:

[...] o espírito da matemática moderna não pode ser ensinado meramente repetindo suas terminologias. Consistentemente com os nossos princípios desejamos que a introdução de novos termos e conceitos seja precedida por um número suficiente de preparação concreta seguida por um verdadeiro desafio, e não por um material sem objetivo: é preciso motivar e aplicar um conceito novo caso se pretenda convencer um jovem inteligente que o conceito merece atenção⁴¹ (Ibid., p. 4).

⁴⁰ [...] connection between mathematics and science and carefully heed the distinction between matters logically prior and matters which should have priority in teaching. Only in this way can we hope that the basic values of mathematics, its real meaning, purpose, and usefulness will be made accessible to all students, including of course, the prospective mathematicians. The recently expressed "widespread concern about a trend to excessive emphasis on abstraction in the teaching of mathematics to engineers" points in the same direction.

⁴¹ [...] the spirit of modern mathematics cannot be taught by merely repeating its terminology. Consistently with our principles, we wish that the introduction of new terms and concepts should be preceded by sufficient concrete preparation and followed by genuine, challenging application and not by thin and pointless material: one must motivate and apply a new concept if one wishes to convince an intelligent youngster that the concept warrants attention.

Além da contraposição à matemática moderna, os elaboradores apresentam divergências sobre a escolha do matemático e o ensino de matemática. A divergência está no fato de a matemática poder ser olhada por diferentes aspectos; o matemático pode escolher de acordo com os seus gostos pessoais, escolher entre a matemática que tinha valor para Arquimedes e Newton, como a de um instrumento para compreender o mundo à nossa volta, ou como um jogo com regras arbitrárias em que o principal a ser considerado é o cumprimento das regras do jogo. Mas, quando se trata do ensino, a escolha não pode ser uma questão de gosto, porque, “Podemos esperar que uma criança inteligente explore o mundo ao redor dela, mas não podemos esperar que ela aprenda regras arbitrárias: por que justamente estas e não outras?”⁴² (Kline et al., 1962, p. 4).

No Brasil, nos *Parâmetros curriculares nacionais de matemática*, temos uma alusão ao problema da ênfase excessiva na abstração como um dos problemas no ensino de matemática: “O ensino da matemática ainda é marcado pelos altos índices de retenção, pela formalização precoce de conceitos, pela excessiva preocupação com o treino de habilidades e mecanização de processos sem compreensão.” (PCN, 2000, p. 15).

Segundo Otte (1993), o fracasso da reforma da matemática escolar deve-se à uniformidade da matemática. De um lado, estavam os estudiosos que concebiam a ciência como pesquisa, afirmam que o fracasso da reforma ocorreu pelo fato de que nem todos os alunos estavam preparados para um pensamento teórico-conceitual, sendo assim, a matemática não deveria ser apresentada para todos igualmente. De outro lado, estavam os que concebiam a ciência como ensino, para eles, é que teria levado a reforma ao fracasso, teria sido a uniformização do ensino para todos os membros de uma sociedade e para todas as sociedades, não foi considerada as diferenças entre os indivíduos e as sociedades; para esses estudiosos deveria ser considerado para cada um dos indivíduos o acesso, pelo menos, a uma forma de matemática. Estas posições acabaram por colocar abaixo o idealismo da reforma, que estava baseada na cientificidade da matemática escolar e do ensino como meios de superar as desvantagens e desigualdades sociais.

O insucesso da reforma proposta pelo movimento da matemática moderna ocorreu ao se querer levar para as escolas as peculiaridades que eram próprias da matemática pura surgida no século XIX.

Neste capítulo, mostramos que o dilema que perdura a algumas décadas na formação dos professores entre generalista ou especialista ainda continua latente na educação.

⁴² We may expect that an intelligent youngster would want to explore the world around him, but we cannot expect him to learn arbitrary rules: why just these and not others?

Embora a História das Ciências conste no currículo de quase todos os cursos de licenciatura, é até mesmo em alguns de bacharelado, ainda tem se sobressaído à concepção reducionista e simplificadora do fazer científico nas universidades, principalmente em relação às chamadas ciências duras – matemática, física e química. Isso pode ser associado à tendência que tem levado os docentes dos cursos superiores, incluindo os das licenciaturas, a uma preocupação excessiva com a atividade de pesquisa em detrimento da de ensino. Esse fato, a nosso ver, tem relegado as disciplinas metacientíficas ao segundo plano nesses cursos. Se a história da ciência for considerada uma disciplina ou área de menor valor e não seguir as tendências da historiografia atual, sua potencialidade em formar professores com visão crítica do conhecimento científico estará comprometida.

O problema da persistência em querer sobrepor nos cursos de licenciaturas a formação do especialista sobre a de educador é um problema que a educação científica contemporânea precisa encontrar soluções, pois uma licenciatura que tem por fundamento uma visão reducionista da ciência não dará ao futuro professor os requisitos necessários para formar o perfil de aluno-cidadão que se pretende atualmente.

Assim, entendemos que a História da Ciência deve ter um papel efetivo no currículo dos cursos de licenciatura ao promover uma visão geral mais ampla do futuro professor em vez de uma especialização limitada, contribuindo para a sua formação teórico-prática em Educação Matemática.

CAPÍTULO III

HISTORIOGRAFIAS DA MATEMÁTICA, DA CIÊNCIA E DA RELAÇÃO ENTRE A CIÊNCIA E A RELIGIÃO

As abordagens historiográficas da história da ciência e da matemática

Não são poucas as discussões travadas para se definir o que é história da ciência, ou mesmo a designação a ser utilizada: história da ciência ou história das ciências⁴³. Essa tarefa, apesar dos esforços demandados, tem alcançado pouco consenso entre os pesquisadores devido a sua complexidade. Sobre isso, Davis (2008, p. xi) menciona o filósofo Jacob Burckhardt que diz: “[...] os desenhos de uma cultura e sua mentalidade podem apresentar um quadro diferente para cada observador”.⁴⁴

Mesmo que alguém tenha conhecimento da história e da ciência, não é fácil estabelecer a ligação entre as duas, como diz Alfonso-Goldfarb (2004, p. 08), “Não basta juntar História e Ciência para que o resultado final provavelmente seja História da Ciência”.

Assim, para dar uma referência sobre o que seja história da ciência ou das ciências, utilizamos as palavras do historiador Kostas Gavroglu (2007, p.VIII):

A História das Ciências é a história de todos aqueles que se esforçaram por investigar e compreender a estrutura e o funcionamento da natureza. Ao mesmo tempo, a História das Ciências estuda também as instituições que foram criadas em conjunturas históricas concretas, no quadro das quais foi cultivada a ciência e se consagraram práticas teóricas bem como técnicas experimentais determinadas. No seio destas instituições, muitos homens pretenderam persuadir outros homens das verdades em que acreditavam, transmitir aquilo que entendiam a respeito do funcionamento da natureza e, frequentemente, legitimar os processos pelos quais tinham sido conduzidos a esse entendimento em condições temporais e locais concretas.

⁴³ Nesta pesquisa ao utilizarmos a palavra história das ciências estaremos nos referindo à história da ciência e a da matemática, mesmo sabendo que elas constituem campos diferentes e possuem problemas diferentes, entendemos que ambas estão intrinsecamente ligadas. Acreditamos que o oferecimento da disciplina de História da Ciência na formação dos futuros professores de matemática seria de muita valia para que eles compreendessem a construção da matemática como um todo, o que tornaria possível estabelecer a interação entre a ciência e a matemática e delas com a cultura e a sociedade, incluindo filosofia, religião e ética. A interação entre as áreas é proposta nos *Parâmetros curriculares nacionais para o ensino médio* com a criação da área das ciências da natureza e matemática: “A presença da Matemática nessa área se justifica pelo que de ciência tem a Matemática, por sua afinidade com as Ciências da Natureza, na medida em que é um dos principais recursos de constituição e expressão dos conhecimentos destas últimas, e finalmente pela importância de integrar a Matemática com os conhecimentos que lhe são mais afins. Esta última justificativa é, sem dúvida, mais pedagógica do que epistemológica, e pretende retirar a Matemática do isolamento didático em que tradicionalmente se confina no contexto escolar.” (PCN 2000, p. 92/93). Defendemos a aproximação entre as áreas e reforçamos a importância do professor em conhecer a história da ciência e da matemática atenuando na sua formação a impressão que a excessiva especialização da ciência tem produzido de que o conhecimento e o próprio mundo são fragmentados. A escolha da história se deu por afinidade aos exemplos abordados, o que não quer dizer que ela seja mais relevante do que a filosofia ou a sociologia, por isso, em algumas passagens deste estudo foi usada a palavra metacientífica, que as engloba.

⁴⁴ [...] the outlines of a culture and its mentality may present a different picture to every beholder.

Martins (2004) considera que a história da ciência existe independente dos historiadores da ciência, enquanto a historiografia da ciência está condicionada ao produto do trabalho dos historiadores da ciência.

Segundo Dauben e Scriba (2002) o termo história pode ser entendido de um sentido amplo, resumidamente, história é o que aconteceu no passado. Já a historiografia, seria a análise da história como uma disciplina, uma explicação de seus assuntos, métodos e das diferentes abordagens as quais tem sido assunto nas mãos dos diferentes historiadores, escrita em diferentes lugares, em diferentes tempos sob diversas pressões incluindo (mas não limitando-a) a economia, a política, a filosofia, a religião e mesmo o estado de saúde e psicológico da mente.

Os autores explicam que da mesma forma que a história da matemática está preocupada com o desenvolvimento, o situar a um lugar no tempo, o desvelar da matemática, por outro lado, a historiografia da matemática está preocupada em adotar a investigação científica, a reconstruir, a descrever o desenvolvimento do passado sobre um determinado assunto na história. A historiografia da matemática envolve a investigação, tão próxima quanto possível, da evolução do passado para descrever e interpretar o passado no tempo e lugar de uma maneira tão crítica e comparativa quanto possível.

Segundo D'Ambrosio (2004a, p. 166) a historiografia “[...] é, essencialmente a história das narrativas, do registro dessas narrativas e da interpretação dos processos de decisão tomados por grupos sociais”. Sobre esse assunto, usando de outras palavras, D'Ambrosio (1999a, p. 2) comenta:

Uma vez identificados os objetos do estudo, a relação de fatos, datas e nomes depende de registros, que podem ser de natureza muito diversa: memórias, práticas, monumentos e artefatos, escritos e documentos. Essas são as chamadas fontes históricas. E a interpretação depende de ideologia, na forma de uma filosofia da história. Esse depender é a essência do que se chama historiografia. (grifos nossos)

Nas últimas décadas, a historiografia da ciência tem sido marcada por transformações. Várias mudanças foram progressivamente afetando a concepção de ciência e um novo discurso foi lançado pelos historiadores para a interpretação dos fatos históricos nela ocorridos. Um ponto de vista mais abrangente sobre esses fatos passou a ser construído.

Nem sempre existiu a distinção entre a história e a ciência, a história era, até há pouco, encarada como parte integrante do conhecimento científico; foi a partir do século XX, que a historiografia da ciência deixou de ser produzida por cientistas, como Mach, Berthelot,

Ostwald e Duhem⁴⁵, que tinham interesse nas áreas de história e filosofia da ciência, ou por filósofos e historiadores. A história da ciência passou, então, a ser escrita por pessoas que se dedicam exclusivamente à historiografia da ciência, a profissionalizar a disciplina História da Ciência e a estabelecer sociedades nacionais⁴⁶ para o estudo da história da ciência⁴⁷.

O historiador russo Alexandre Koyré teve um papel importante no estabelecimento da moderna historiografia da ciência; é atribuída a ele a constituição da história da ciência⁴⁸ como disciplina acadêmica⁴⁹. Kuhn (2000, p. 22), referindo-se aos escritos de Koyré diz que “a ciência não parece em absoluto ser o mesmo empreendimento que foi discutido pelos escritores da tradição historiográfica mais antiga. Pelo menos implicitamente, esses estudos históricos sugerem a possibilidade de uma nova imagem da ciência”.

Duas são as correntes historiográficas utilizadas pelos historiadores da ciência ao interpretarem a história da ciência: a historiografia presentista, ligada a uma visão anacrônica da história e a historiografia contextualista, ligada a uma visão diacrônica da história.

A primeira corrente, a anacrônica, também conhecida por *Whig*⁵⁰, decide se a ciência do passado é válida ou não à luz dos conhecimentos contemporâneos. Segundo Kragh (2001) a historiografia anacrônica é justificada teoricamente pela visão presentista da história. Na visão presentista, o interesse dos historiadores está voltado a história contemporânea, para eles, essa não teria grande valor ao se aceitar acontecimentos ou desenvolvimentos anteriores numa perspectiva histórica.

Na corrente anacrônica, os textos históricos sobre a ciência, em sua grande maioria, são escritos por cientistas, em algumas obras o nível técnico torna o assunto quase incompreensível para quem não tem conhecimento da área específica; a maioria das obras ignoram a perspectiva histórica; segundo Kragh (2001, p. 9), “só alguns eruditos, poucos e

⁴⁵ Pierre Duhem em seus dez volumes sobre a história da ciência, intitulados *Le système du monde: histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic* se opõe aos historiadores que consideram a Idade Média como o “período das trevas”, ele mostra a importância intelectual da Idade Média, cita como exemplo, a origem da estatística e a contribuição de matemáticos e filósofos medievais como Nicole D’Oresme e Roger Bacon considerados por ele como os fundadores da ciência moderna.

⁴⁶ No Brasil, em 1999, foi fundada a Sociedade Brasileira de História da Matemática (SBHMat).

⁴⁷ A profissionalização da história da medicina foi anterior a da história da ciência.

⁴⁸ Desde a antiguidade clássica, a história da ciência já aparecia inserida na própria ciência.

⁴⁹ Para alguns autores, William Whewell (1794-1866) foi o primeiro historiador da ciência moderna e quem, a partir da segunda metade do século XIX, organizou a história da ciência como disciplina. Nomes importantes para a constituição desta nova disciplina são: Paul Tannery (1843-1904), Pierre Duhem (1861-1916) e George Sarton (1884-1956), que em 1912 fundou a *Revista Isis*, a primeira a publicar assuntos relacionados à história da ciência

⁵⁰ O termo *Whig* é utilizado em alusão aos filiados do partido liberal inglês e que se opunham aos *Tones*, filiados ao partido conservador. Alguns autores creditam a expressão “interpretação *Whig* da história” a Herbert Butterfield (1900-1979). Em seu livro *The Whig interpretation of history*, publicado em 1931, Butterfield a usou como sinônimo de história da ciência anacrônica.

proeminentes, conseguiram combinar o seu conhecimento especializado com um autêntico sentido e saber histórico”. Segundo Bottazini (2002, p. 62) na Itália, por volta do século XVIII, a história se tornou um assunto de pesquisa para os matemáticos, mas sem qualquer conexão com filósofos ou historiadores da ciência, ou seja, a história era estudada e escrita pelos matemáticos para os matemáticos.

É normal encontrar incluída nas obras desta corrente uma “introdução histórica”, que apresenta um resumo prévio sobre a história do assunto em pauta, onde aparecem inscritos os próprios trabalhos dos cientistas dessa tradição; Kragh cita como exemplo, a “exposição histórica” de Darwin no livro *A origem das espécies*.

Em geral, além de apresentarem, no prefácio, as obras da área científica do assunto que vão tratar, outros aspectos caracterizam os livros escritos na perspectiva dessa corrente: eles são compostos por narração de histórias temáticas bem sucedidas, por biografias das personalidades da ciência, pela exposição do desenvolvimento de ciências individuais, de informações factuais (datas, nomes, locais, etc.) e de sumários cronológicos.

Esta concepção historiográfica, oriunda do *Século das Luzes*, marcou a história da ciência com ênfase na crença dos poderes da ciência e do progresso moderno, como ilustrada na obra de Joseph Priestley⁵¹ (1767 apud KRAGH, 2001, p. 4):

Tomei como regra pessoal. E creio ter-lhe sido sempre fiel, não tomar em atenção os erros, equívocos e alterações dos estudiosos da electricidade [...] De bom grado votaria ao eterno esquecimento todas as querelas que não tenham contribuído para a descoberta da verdade. Se houve dependesse de mim, nunca a posteridade viria a saber que alguma vez houve algo como inveja, ciúme e sofismas entre os admiradores do meu estudo favorito.

A evolução da ciência é contada como uma história de progresso, uma cruzada para se alcançar a verdade. Segundo Davies (2008, p. xiii) a história *Whig*:

Omite de suas descrições uma grande quantidade do tecido de conexões que não são formalizados da escrita matemática. Não trata (ou trata de um modo impetuoso) a relação entre matemáticas e negócio, guerra, religião e teologia, metafísica, cosmologia, ética. Estas omissões são absolutamente escandalosas visto que elas conduzem a uma explicação inadequada das fontes de inspiração matemática.⁵²

⁵¹ PRIESTLEY, Joseph. **The history and present state of electricity**. Londres. 1767.

⁵² It omits from its description a great deal of connecting tissue that is not formalized, written-down mathematics. It does not treat (or treats in a slapdash way) the relationship between mathematics and business, war, religion and theology, metaphysics, cosmology, ethics. These omissions are absolutely scandalous in that they lead to an inadequate account of the sources of mathematics inspiration.

A narrativa histórica escrita pelos historiadores da ciência, geralmente, é construída em torno do mito do “grande gênio” ou de “heróis” que contribuíram para que o conhecimento se apresentasse na sua forma presente. A omissão do nome daqueles que foram apenas coadjuvantes, para que este pensador chegasse ao resultado a que chegou, é comum nesta corrente, como mostra Martins (2001, p. 40), o desinteresse dos estudiosos “por aquilo que havia sido abandonado pela corrente científica vitoriosa”. Para os historiadores dessa vertente, reconstruir a história significa selecionar no passado apenas aqueles fatores que contribuíram para a criação de teorias e conceitos científicos aceitos pela ciência atual.

O uso de conceitos modernos, como padrão, para analisar trabalhos antigos, gerou não só críticas negativas, mas também prováveis distorções de interpretação (KNORR, 2001). Para alguns historiadores, a abordagem presentista, apresenta-se descontextualizada e tendenciosa ao interpretar a história de uma ciência, o que pode acarretar uma obstrução ou tornar confusos aspectos da obra de um cientista e/ou de uma teoria (Martins, 2004). Para Kragh (2001, p. 99), a história anacrônica da ciência, ligada a visão presentista, “está muito difundida e é difícil de evitar”.

A segunda corrente, a historiografia diacrônica ou anti-*Whig*, é justificada teoricamente pela visão contextualista da história. Ela tem a preferência dos historiadores por abordar a ciência do passado como uma atividade que deve ser compreendida de acordo com as condições da época em que se desenvolveu. Levada ao extremo, essa corrente recomenda o “esquecimento” do presente para melhor compreender o passado. As formas pouco ortodoxas de conhecimento como a astrologia e a alquimia passaram a ter o interesse da historiografia. Ruivo (2008, p. 7) mostra a diferença ao se escolher um dos pontos de vista para se analisar a história da ciência:

[...] do ponto de vista anacrônico não fará muito sentido estudar a teoria do flogisto ou a teoria do calórico, visto que foram ultrapassadas por outras melhores, mas do ponto de vista diacrônico isso já faz todo o sentido; não é relevante estudar o pensamento e a actividade alquímica de Newton, ou o contributo de Kepler para a astrologia, do ponto de vista anacrônico, mas esses estudos já interessam à perspectiva diacrónica.

Segundo Kragh (2001, p. 118), ambas as perspectiva podem estar presentes, dependendo da importância do tema a ser investigado e da intenção da investigação. O historiador da ciência deve ao mesmo tempo ser capaz de respeitar os pontos de vista, diacrônico e anacrônico, em conflito; ele cita Hooykaas⁵³ comenta que:

⁵³ Hooykaas, R. **Historiography of science, its aim and methods**. *Organon*, 7, 37-49. 1970.

A fim de ter uma visão imparcial, o historiador tem de abordar o pensamento, a observação e a experimentação dos antecessores com uma compreensão complacente: tem de ser senhor de um poder de imaginação suficientemente grande para ‘esquecer’ o que veio a ser conhecido depois do período que está a estudar. Ao mesmo tempo, tem de ser capaz de confrontar as antigas maneiras de ver com as actuais, a fim de ser capaz de ser compreendido pelo leitor moderno, bem como fazer da história algo de realmente vivo, com mais que um interesse puramente arqueológico.

Após a II guerra mundial uma disputa entre filósofos, historiadores e sociólogos que marcou a historiografia da ciência foi sobre a discussão se a ciência depende de um contexto social, político e econômico (posição externalista) ou se obedece a uma dinâmica interna (posição internalista).

De um lado, a abordagem externalista defende a posição de que a ciência é resultado de um trabalho coletivo, socializado e realizado pelas comunidades científicas, opondo-se, assim, à internalista, que visa apresentar a história de um cientista ou de uma teoria, independente do mundo em que estão inseridos, sem considerar outros fatores que estão por trás de uma descoberta, como o ambiente social, a família, os amigos, o local de estudo e os professores que contribuíram para a formação daquele profissional.

Os defensores da posição internalista, ao escreverem sobre a história do funcionamento interno da matemática, entendem que os leitores possuem um claro entendimento da matemática em discussão. Assim, privilegiam como critério de análise do fenômeno histórico na história da ciência, o estudo da gênese e do desenvolvimento das idéias e das teorias científicas e a trajetória de pensamento de um dado cientista. A história internalista tem como proposta dar a última e única explicação de como a matemática chegou a ser o que é hoje. Davis (2008, p. xiii) explica como a história internalista é escrita:

A única exceção é que as conexões são extraídas - não tão freqüentemente quanto poderia ser, mas com frequência suficientemente - de acordo com os interesses da ciência. As conexões são feitas com a astronomia, geografia, navegação, topografia, física e engenharia. Mas excluídas de tais narrativas, seja por desconhecimento por parte do autor ou por autocensura, quaisquer insinuações de que a matemática tem qualquer relação derivada ou qualquer inspiração do irracional, do místico, do metafísico, do teológico, de ritual, ou das atividades gerais da humanidade, incluindo todas as coisas que a geração atual escreve acontecer, para que se pense que essas relações são tola ou censurável.⁵⁴

⁵⁴ The one exception is that connections are draw – not as often as might be, but sufficiently often – to the concerns of science. Connections are made to astronomy, to geography, to navigation, to surveying, to physics, and to engineering. But excluded from such narratives, whether by ignorance on the part of the author or by self-censorship, are any intimations that mathematics has any relationship to or derives any inspiration from the irrational, the mystical, the metaphysical, the theological, the ritual, or from the general activities of mankind, including all the things that the current generation of writes happen to think are foolish or reprehensible.

Os escritores da história internalista buscam, a partir da própria teoria, dos aspectos racionais da ciência, da construção lógica dos conceitos e do método científico, explicar o processo de construção da ciência. Koyré (1982, p. 377), um dos defensores dessa abordagem, dizia que a ciência de nossa época, como as dos gregos, é “essencialmente *theoria*, busca da verdade, e que, por isso, ela tem e sempre teve uma vida própria, uma história imanente, e que é somente em função de seus próprios problemas, de sua própria história, que ela pode ser compreendida por seus historiadores.”

Para Koyré, o conjunto de crenças, contextos e representações socioculturais, religiosas e políticas do tempo em que se desenvolveu uma teoria, até poderiam ter sido forças capazes de impulsionar ou impedir as ambições científicas, mas esses aspectos, não seriam essenciais para serem considerados em relação à investigação na historiografia da ciência, diz ele: “Atenas não explica Eudoxo, nem Platão. Siracusa tampouco explica Arquimedes. Como Florença não explica Galileu. [...] Não é a estrutura social da Inglaterra no século XVII que nos pode explicar Newton [...]” (KOYRÉ, 1982, p. 376).

Segundo Kuhn⁵⁵ (1968 apud ABRANTES, 2002, p. 3), o quadro da historiografia da ciência até o final do século XIX poderia assim ser resumido:

O objetivo dessas histórias mais antigas da ciência era o de esclarecer e aprofundar uma compreensão dos métodos científicos ou conceitos contemporâneos, mostrando sua evolução. Comprometido com tais fins, o historiador, de modo característico, escolhia uma única ciência bem estabelecida ou ramo da ciência - uma cujo status enquanto conhecimento legítimo dificilmente podia ser contestado - e descrevia quando, onde e como tinham surgido os elementos que, em sua época, constituíam seu conteúdo e método presumido. Observações, leis, ou teorias que a ciência contemporânea tinha colocado de lado como erro ou irrelevante, eram raramente consideradas, a menos que eles apontassem para uma moral metodológica, ou explicassem um período prolongado de esterilidade aparente. Princípios seletivos similares governaram a discussão de fatores externos à ciência. A religião vista como um obstáculo, e a tecnologia vista como um pré-requisito ocasional para o avanço da instrumentação eram quase os únicos fatores externos que recebiam atenção.

Debus (2004, p. 33) cita uma passagem do historiador George Sarton⁵⁶ (1927), que foi influenciado pela idéias de Augusto Comte⁵⁷ e Tannery, para mostrar que a posição internalista afasta-se dos fatores externos à ciência. Sarton tinha a convicção de que:

⁵⁵ KUHN, Thomas. The History of Science. In: **International encyclopaedia of the social sciences**. New York: Crowel Collier and Macmillan, 1968. v. 14, p. 74-83.

⁵⁶ SARTON, George. **Introduction to the History of Science**. Baltimore, Published for the Carnegie Institution of Washington by Williams and Wilkins. v. 1, 1927.

⁵⁷ A corrente positivista liderada por Comte surge como uma nova escola filosófica que privilegia o ser humano repelindo a teologia e a metafísica. Deus e o homem, cada um tem o seu devido lugar. No positivismo de Comte a ciência passa a ser à própria religião, até hoje podemos encontrar templos da igreja positivista.

O historiador da ciência não pode devotar muita atenção ao estudo da superstição e da magia, isto é, do irracional, porque isso não o ajuda muito a compreender o progresso humano. A magia é essencialmente não progressista e conservadora; a ciência é essencialmente progressista; a primeira retrocede; a última avança. Não é possível lidarmos com ambos os movimentos ao mesmo tempo, exceto para indicar a constante disputa entre eles, e mesmo isso não é muito instrutivo, pois essa disputa quase não variou através dos séculos. A insensatez humana, sendo ao mesmo tempo não progressiva, imutável e ilimitada, tem em seu estudo uma empreitada inútil. Não pode haver muito incentivo em abranger aquilo que é indefinido e investigar a história de algo que não se desenvolveu.

A concepção de historiografia de Sarton, de que a ciência e os cientistas estão imunes às influências sociais, tem uma estreita aproximação com a interpretação positivista e idealista da ciência. A interpretação da história da ciência, sob esta visão, como escreve Martins (1993, p. 74), é que: “a História é feita por grandes personagens; a História é constituída a partir de eventos e episódios marcantes; cada alteração histórica ocorre em data determinada; cada fato independe dos demais e pode ser estudado isoladamente”. Em virtude da maneira como a história internalista trata as relações entre o presente e o passado, Richards (1995) a classifica de história *Whig*.

Ao contrário do discurso dos historiadores internalistas que, ao narrarem à história da ciência, consideram apenas as dificuldades intrínsecas à ciência e exaltam o cientista na sua construção, os historiadores adeptos da posição externalista (ou da história social da ciência)⁵⁸, influenciados pelo materialismo histórico e por abordagens sociológicas do conhecimento, destacam a importância de se considerar o desenvolvimento da ciência atrelado às circunstâncias externas que o acompanham, como os contextos da comunidade científica, das instituições, do ambiente político, econômico, social e religioso de uma sociedade ao se analisar a sua história. Na realização das descobertas científicas, a influência desses fatores externos, até então descartados, passa a ser importante para a compreensão da construção dos novos conhecimentos científicos ao longo do tempo.

Segundo a posição externalista, os fatores externos estão ligados diretamente à ciência da sua época e são de duas ordens. Na primeira ordem, estariam os fatores que compõem a própria cultura, como a ideologia, a ciência, a religião, o sistema de valores, a filosofia, a linguagem, e aqueles que, em geral, tomam parte de uma peculiar “visão de mundo”. Os de segunda ordem seriam os relacionados à estrutura social, como o sistema educativo, a organização econômica, o sistema político, a estratificação social, o sistema de difusão da informação, e estão relacionados à instalação social da atividade científica.

⁵⁸ Há posições bem radicais no seio da posição externalista, como a de negar totalmente a validade do conteúdo científico na historiografia da ciência.

Para Abrantes (2002, p. 24), a inserção da posição externalista nos livros de história da ciência pode contribuir para a principal função dessa disciplina, que, é a de:

[...] desenvolver um senso crítico com respeito às imagens de ciência que prevalecem em dado momento histórico e que são veiculadas pela imprensa, pelos professores e pelos manuais utilizados no ensino, frequentemente de modo subreptício. A História da Ciência, frequentemente uma de cunho mais externalista pode, também, contribuir para uma compreensão de como se dá a inserção da atividade científica na sociedade e as relações do conhecimento científico com diversos setores da cultura.

A visão externalista parte do pressuposto de que as circunstâncias externas envolvidas na construção de uma determinada idéia científica, sejam elas, as teorias que prevaleceram ou as que foram descartadas, são relevantes para que possamos entender, de modo mais abrangente, como as idéias evoluíram.

Richards (1995, p. 123), em seu artigo *The history of mathematics and l'esprit human: a critical reappraisal*, ao investigar

[...] se o desenvolvimento histórico da ciência poderia ser entendido adequadamente por um foco 'internalista' somente sobre as idéias científicas modernas, ou se a visão 'externalista' que incluiu um amplo quadro conceitual no qual essas idéias estavam embutidas teve também que ser considerada.⁵⁹

Obteve como resultado, que a divisão entre os campos internalista e externalista tem sido um problema crítico para a história da matemática, devido ao predomínio da abordagem internalista na análise do discurso matemático. Richards (Ibid., p. 128) mostra que a divisão é causada pelos próprios historiadores da matemática, ao adotarem uma visão filosófica fundacionista:

Antes da publicação das Estruturas de Kuhn houve uma tentativa ocasional para explorar se a história matemática poderia ser entendida na forma que representasse as características mais humanas de mudanças identificadas nas ciências por Kuhn. Mudando esta abordagem para a da história da matemática conferiu-se ao confronto não somente o domínio de modo impressionante ao apoiar as crenças sobre o próprio assunto, mas, também a prática bem estabelecida, em que ambos se apóiam para validar essas crenças. O poder técnico da filosofia fundacionista e o poder sociocultural de uma prática matemática produtiva têm sido contra este tipo de inovação histórica.⁶⁰

⁵⁹ [...] whether the historical development of science could be adequately understood through an 'internalist' focus on modern scientific ideas alone, or whether the 'externalist' view that included the larger conceptual picture in which those ideas were embedded had also to be considered.

⁶⁰ Since the publication of Kuhn's Structure there have been occasional attempts to explore whether mathematical history might be understood in ways that display the more human characteristics of change Kuhn identified in the sciences. Changing this approach to the history of mathematics entails confronting not only firmly held and impressively buttressed beliefs about the subject itself but also well-established practice, which

A posição contrária a mudanças na abordagem da história da matemática por parte de alguns historiadores trouxe reflexos não só na prática dos matemáticos, mas também em seu ensino. Segundo Richards (1995, p. 128):

Este assunto é também levantado da perspectiva da matemática de como ela é ensinada e praticada no presente. A falha ao tentar introduzir na década de 60 a ‘matemática moderna’ mostra a enorme distância entre a teoria dos conjuntos da experiência dos professores e alunos de matemática. O mesmo é também aparentemente verdadeiro para os matemáticos profissionais.⁶¹

Após questionar se o desenvolvimento histórico da ciência deveria ser entendido sob o ponto de vista internalista ou externalista, Richards (1995, p. 134), conclui que não deveria existir esta tensão entre elas:

Pouco aprenderemos enquanto tratarmos esta divisão [internalismo e externalismo] como linha de batalha nitidamente delineada; usar a história como uma maneira de analisar a construção e as implicações [da ciência] é um esforço muito mais frutífero.⁶²

Sobre essas duas categorias utilizadas pelos historiadores ao interpretarem a história da ciência, Hodgkin (2005, p. 10) comenta:

Uma velha, e talvez desnecessária disputa opôs aqueles que, na história da ciência, consideram que o desenvolvimento da ciência pode ser considerado como uma dedução lógica isolada das demandas da sociedade (interno), e aqueles que reivindicam que o desenvolvimento está em algum nível moldado pelos acontecimentos sociais (externo).⁶³

Sobre a discussão entre abordagem internalista e externalista para a interpretação da história da ciência, Dauben e Scriba (2002) também tem a opinião de que elas não são excludentes. Para esses autores, a combinação entre a abordagem internalista e externalista é benéfica para a compreensão de muitas histórias envolvendo assuntos complexos.

both rests on and validates those beliefs. Both the technical power of foundationalist philosophy and the sociocultural power of a productive mathematical practice have been ranged against this kind of historical innovation.

⁶¹ This issue is also being raised from the perspective of mathematics as it is taught and practiced at present. The failed attempt at introducing ‘new mathematics’ in the 1960s suggests how very far set theory really is from the experience of mathematics of both teachers and students. The same is also apparently true of mathematical practitioners. (p.128)

⁶² We will learn little as long as we treat this boundary [entre internalismo e externalismo] as a neatly drawn battle line; using history as a way to analyze its construction and implications is a much more fruitful endeavor.

⁶³ An old, and perhaps unnecessary dispute has opposed those who in history of science consider that the development of science can be considered as a logical deduction in isolation from the demands of society (‘internal’), and those who claim that the development is at some level shaped by its social background (‘external’).

Independente do fato de as abordagens internalista e externalista serem dicotômicas, ao considerarem apenas um dos aspectos envolvidos na construção da ciência, ambas passaram a assumir uma posição idêntica: são reducionistas.

A complexidade a que se chegou, em relação à produção da ciência, elevou o debate entre a história da ciência intelectual (interna) e a história da ciência social (externa) para outro patamar, o da discussão entre a continuidade e a descontinuidade do conhecimento científico.

As disputas travadas entre continuístas e descontinuístas deram-se em decorrência das mudanças de atitudes dos cientistas em relação ao passado, ou a mudanças conceituais importantes produzidas em um determinado período histórico. Associados à visão internalista da ciência, os defensores do continuísmo dizem que o papel do historiador da ciência consiste em estabelecer as relações existentes entre duas teorias ou conceitos que se sucedem no tempo, já que consideram que não há falhas ou rupturas no desenvolvimento da ciência. Dois pensadores influentes, Augusto Comte (que propôs, em 1832, embora sem êxito, a criação de uma cátedra de História da Ciência no *Collège de France*, que só foi efetivada em 1892⁶⁴) e Francis Bacon, concebiam a ciência e o conhecimento positivo como um “acúmulo contínuo e progressivo de conhecimentos.” (ABRANTES, 2002, p. 51).

Por outro lado, os novos modelos de que a historiografia passou a se valer para analisar a história da ciência tem sustentado a idéia de que cabe ao historiador da ciência entender a importância e o papel que os fatores externos, como as crenças e as representações socioculturais, políticas e religiosas, desempenham na descoberta científica, interferindo na sua elaboração.

Esses novos modelos historiográficos apontam para a necessidade de se compatibilizar as versões internalistas e as externalistas no que diz respeito ao estudo da ciência e da sua história. Entre os novos modelos, destacam o de ciência normal e revolução científica publicado em 1962, por Thomas Kuhn (1922-1996), em *A estrutura das revoluções científicas*. Destaca-se, também, o de ruptura de Gaston Bachelard (1884-1962), publicado em 1938, no livro *A formação do espírito científico*. Ambos pretendem superar visões reducionistas no processo do progresso científico.

⁶⁴ Comte, ao analisar a história da humanidade, formula a “Lei dos Três Estados”, são eles: o estado mítico ou teológico, em que a interpretação do mundo está fundamentada na intervenção de deuses (ou de um Deus), e cuja figura mais representativa é a do sacerdote, e que tem várias subfases: o fetichismo, o politeísmo, o monoteísmo; o estado metafísico, que é a transição entre a teologia e a positividade, em que a interpretação do mundo está fundamentada em entidades ou abstrações personificadas, “a Natureza”, “o éter”, “o Capital” e cuja figura mais representativa é a do filósofo especulativo; e o estado científico ou positivo, a autêntica idade adulta da humanidade, cujas figuras mais representativas são o científico e o técnico, e cuja única filosofia legítima é a positiva, é uma reflexão sobre o método e a classificação das ciências (CALVÉS, 2009).

Kuhn considera que a ciência não evolui por acumulação de descobertas e invenções individuais, mas por três estágios, o de ciência normal, o de crise e o de revolução científica. Suas idéias procuram mostrar que há descontinuidade na ciência. O primeiro estágio, o de ciência normal, é caracterizado pela adesão da maior parte da comunidade científica a alguns paradigmas⁶⁵ que passam a orientar todos os conteúdos (leis, teorias, modelos) da ciência. O segundo, o de crise, ocorre quando não há mais consenso sobre um paradigma, pois ele não consegue mais dar respostas a seus próprios problemas, o que leva à busca de novas regras para explicar um novo paradigma que está por surgir. E o terceiro, o de revolução científica, marca a transição para um novo paradigma, com mudanças tanto na concepção de ciência, como na própria visão do mundo.

A concepção de ciência proposta por Kuhn, de que ela não é produto de indivíduos, mas de uma comunidade científica, coloca em crise muitos dos cânones da historiografia tradicional. Segundo Kuhn, o fato de se tratar com maior sistematicidade o desenvolvimento da ciência, em termos de processos revolucionários, provocará uma autêntica revolução paradigmática na epistemologia e na história das ciências, no século XX.

A transição de um paradigma para outro (a revolução científica), segundo Kuhn, traz mudanças na visão dos cientistas sobre o passado de sua disciplina, e a abordagem da disciplina, sob um ponto de vista que englobe o novo paradigma, torna-se necessária. Referindo-se à história, Kuhn (2000, p. 19) explica que se ela:

[...] fosse vista como um repositório para algo mais do que anedotas ou cronologias, poderia produzir uma transformação decisiva na imagem de ciência que atualmente nos domina. Mesmo os próprios cientistas têm haurido essa imagem principalmente no estudo das realizações científicas acabadas, tal como estão registradas nos clássicos e, mais recentemente, nos manuais que cada nova geração utiliza para aprender seu ofício.

A idéia de Kuhn (Ibid., p. 20) sobre o progresso da ciência conduz ao entendimento de que a pesquisa dos historiadores da ciência não pode mais ter como fim “determinar quando e por quem cada fato, teoria ou lei científica contemporânea foi descoberta ou inventada”, e nem “descrever e explicar os amontoados de erros, mitos e superstições que inibiram a acumulação mais rápida dos elementos constituintes do moderno texto científico”.

⁶⁵ Dentre as várias definições dadas a este conceito, Kuhn (2000, p.13) diz que são “as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”

Com uma visão contrária a da posição internalista, Kuhn afirma que, para se fazer história, é necessário que o historiador não seja um mero espectador do passado, mas que ele se sinta presente nele. Neste sentido, Kuhn⁶⁶ (1968 apud Abrantes, 2002, p. 04) mostra que a nova historiografia da ciência aponta mudanças no modo como o historiador observa a ciência:

A historiografia contemporânea exige que, na medida do possível, o historiador coloque de lado a ciência que ele conhece (embora este ideal seja inatingível, e a história não poderia ser escrita neste caso). A ciência, objeto do historiador, deve ser aprendida a partir dos manuais, livros e jornais do período que ele estuda, e ele deve dominar a tradição em que se inserem, antes de considerar os inovadores cujas descobertas ou invenções mudaram a direção do avanço científico. Ao lidar com inovadores, o historiador deve tentar pensar como eles, pois os cientistas se tornaram com frequência famosos por resultados que eles não buscavam. O historiador deve, portanto, perguntar-se sobre quais problemas o inovador efetivamente trabalhava, e como se tornaram problemas para ele. Reconhecendo que uma descoberta histórica é raramente aquela que os livros-texto posteriores atribuíram ao seu autor (os fins pedagógicos inevitavelmente transformam uma narrativa), o historiador deve perguntar o que seu sujeito pensou que ele tinha descoberto, e o que ele designava como fundamento para sua descoberta. Nesse processo de reconstrução, o historiador deve atentar, particularmente, para os erros aparentes de seu sujeito, não enquanto tais, mas porque eles revelam muito mais a respeito da mente trabalhando do que o fazem passagens nas quais o cientista parece registrar um resultado, ou um argumento, que a ciência moderna ainda retém.

Em relação às abordagens internalista e externalista utilizadas pela historiografia da ciência, Kuhn defende uma terceira possibilidade, procurando viabilizar uma solução de complementaridade, a fim de superar a dicotomia existente entre as duas primeiras, por julgar que é impossível compreender a construção da ciência sem que elas sejam consideradas. Para Kuhn (1977, p. 148), por vezes, esta separação faz com que pareça que existem duas espécies diferentes de história:

A forma ainda dominante, muitas vezes chamada a 'abordagem interna', está interessada na substância da ciência como conhecimento. A sua nova rival, muitas vezes chamada 'abordagem externa', está interessada nas actividades dos cientistas como grupo social dentro de uma cultura mais larga. Juntar as duas talvez seja o maior desafio encarado agora pela profissão e há sinais crescentes de haver uma resposta. Todavia, qualquer exame do estado presente do campo deve infelizmente tratar as duas como empresas virtualmente separadas.

Assim, para Kuhn, os historiadores devem considerar na análise histórica, a relação entre os fatores sócio-históricos e, a prática e o desenvolvimento científico.

⁶⁶ KUHN, Thomas. The History of Science. In: **International encyclopaedia of the social sciences**. New York: Crowel Collier and Macmillan, 1968. v. 14, p. 74-83.

Esta também é a posição de Gavroglu (2007, p. VIII), em relação à história da ciência:

As idéias, as técnicas e as práticas que os homens conceberam para investigar a natureza; as entidades, os princípios e as leis que descobriram; as variadas instituições que criaram; as aplicações que congeminaram – tudo isso modela as ciências. Mas são também os homens que modelam as ciências, com suas diferentes concepções ideológicas, filosóficas, estéticas, religiosas e políticas, e com as suas diversas práticas sociais. É por isso que a História das Ciências tem por objeto a ciência *como fenômeno social e cultural*, e é por isso que os historiadores das ciências investigam a sua história, tendo em consideração o facto de que as particularidades locais, temporais e culturais desempenharam um papel importantíssimo na formação tanto do discurso científico como da função social da ciência.

Kuhn (2000, p. 21) diz que aqueles que persistirem em considerar que o processo de desenvolvimento da ciência ocorre não por mudanças, mas por acumulação, enfrentarão dificuldades:

[...] para distinguir o componente ‘científico’ das observações e crenças passadas daquilo que seus predecessores rotularam prontamente de ‘erro’ e ‘superstição’. Quanto mais [os historiadores da ciência] estudam, digamos, a dinâmica aristotélica, a química flogística [...] mais certos tornam-se de que, como um todo, as concepções de natureza, outrora correntes, não eram nem menos científicas, nem menos o produto da idiossincrasia do que as atualmente em voga.

Bachelard, assim como Kuhn, é um defensor da descontinuidade na história da ciência e a relaciona a uma ruptura entre o conhecimento científico e o conhecimento do senso comum. Para ele, o espírito pré-científico somente atingirá o estágio científico após retificar os erros, superar os obstáculos epistemológicos⁶⁷ encontrados no próprio ato de conhecer, fundamentado em idéias pré-concebidas, carregadas de crenças e mitos e em concepções baseadas no senso comum.

Para conhecer como ocorreu a formação histórica dos conceitos científicos, Bachelard analisa o espírito científico da ciência moderna, nos séculos XVIII e XIX, mostrando que a ciência não evolui linearmente, mas por descontinuidade e rupturas e que ela passa por sucessivas retificações e pela existência de erros.

Ao se referir à historicidade da ciência, Bachelard (1996, p. 22) diz que: “é sobretudo ao aprofundar a noção de obstáculo epistemológico que se confere pleno valor

⁶⁷ Bachelard (1996, p.17) “[...] é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. [...] É no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. É aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detectaremos causas de inércia as quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos.”

espiritual à história do pensamento científico”. O epistemólogo (Ibid., p. 308) apresenta o conceito de “recorrência histórica” para explicar que é por meio do conhecimento do presente que o historiador poderá compreender e questionar o passado compreendendo seus erros, pois "o antigo deve ser pensado em função do novo [...] ao lado da história do que aconteceu, lenta e hesitante, é preciso escrever uma história do que deveria ter acontecido, rápida e peremptória". Segundo Kragh (2001) a história recorrente proposta por Bachelard é anacrônica, mas não é uma história teleológica, o que o diferencia dos continuístas que acreditam que um fato que acontece na ciência hoje possui uma estreita ligação com o que ocorreu no passado.

Mesmo ressaltando constantemente ao longo do seu livro, a existência de rupturas na ciência, Bachelard considera que esse fato não ocorre na história da matemática, devido a sua regularidade. Para ele, a história da matemática pode até conhecer períodos de pausas, mas não de erros ou rupturas que possam modificar o conhecimento estabelecido.

Realmente na história da matemática, os períodos de revoluções não se apresentam com a mesma clareza com que aparecem nas ciências experimentais, pois, como afirma Pais (2001), os obstáculos epistemológicos surgem apenas no momento da produção de uma demonstração e não durante o seu registro formal, pelo texto.

As idéias de Kuhn atraíram a atenção dos historiadores da matemática, principalmente no que envolve a discussão sobre se a matemática seria cumulativa ou não. Estudos históricos têm contribuído para mostrar as mudanças sobre esse aspecto na história da matemática. Richards (1995, p. 130) cita o estudo, realizado por Whiteside⁶⁸ sobre o cálculo para mostrar que não há continuidade na matemática:

[...] deveria ser dispersa qualquer ilusão prolongada sobre a possibilidade de um comércio fácil, até mesmo nas questões mais técnicas, entre matemáticos do passado e do presente. Ele mostra claramente que os modos de proceder em cálculo no século dezessete era muito diferente daqueles a serem encontrados nas classes de cálculo moderno.⁶⁹

Outro ponto de vista sobre essa discussão é dado por D’Ambrosio (2004a, p. 178), que considera que a matemática e a sua história têm sido imunes às transformações ocorridas na sociedade. Como exemplo, ele ressalta a presença fundamental da matemática na condução

⁶⁸ WHITESIDE, D. T. **Patterns of mathematical thought in the seventeenth century**. Archive for History of Exact Sciences. v. 1. p. 179-388. 1961.

⁶⁹ [...] should have dispelled any lingering illusions about the possibility of easy commerce, even on the most technical questions, between mathematicians of the past and the present. He clearly shows that seventeenth-century ways of proceeding in calculus were very different from those to be met in modern calculus classes.

da guerra. A visão internalista, para o autor, tem se sobressaído na análise da história da matemática: “ainda se tenta justificar o conhecimento matemático por si próprio, e os avanços da matemática são, geralmente atribuídos somente à dinâmica interna desse conhecimento”. Para sustentar sua posição, ele faz referência ao matemático Barry Mazur⁷⁰ (1997 apud D’AMBRÓSIO, op. cit.), que afirma:

Como toda a História Intelectual, muito da História da Matemática simplesmente nunca é captada: seus principais artefatos são idéias que passam a maior parte de sua vida em um estado volátil, não registrado. Sua eventual destilação como registro escrito ocorre muito tempo depois de seu descobrimento inicial.

Ao apresentar a sua teoria, o matemático não necessita descrever para a comunidade científica todo o processo: as conjecturas, as hipóteses levantadas, os erros cometidos, as teorias falsificadas e como as idéias foram provadas. Assim, essas informações sobre as circunstâncias, os problemas e os processos que deram lugar ao conhecimento desaparecem.

Se a nova historiografia da ciência ampliou e influenciou as perspectivas para se tratar a pesquisa em ciência e a sua história, como as apresentadas por Kuhn e Bachelard, a historiografia da matemática, ao contrário, não apresentou mudanças que alterassem, de modo tão significativo, a matemática e a sua história, como ocorreu com outras ciências. Entretanto, é preciso lembrar que, mesmo não tendo apresentado grandes revoluções, a historiografia da matemática cresceu e produziu um grande número de trabalhos, como os de Fowler, Knorr, Heath, Van der Waerden, e dos escritores da história pós-renascentista, E. T. Bell, Morris Kline, Clifford Truesdell, Howard Eves, Oystein Ore, Carl B. Boyer, André Weil, D. J. Struik, R. L. Wilder, entre tantos outros.

Esta dificuldade pode ser atribuída à influência das palavras de Bachelard, de que não é possível encontrar rupturas ou falhas na história da matemática, ou à própria dificuldade em se detectar as rupturas existentes na história da matemática, já que os erros ou as falhas, como diz Pais, não são expostos no registro formal.

Assim, ao contrário de Kuhn, que declarou que nos encontramos no meio de uma revolução na historiografia da ciência, Crowe (1975, p. 161-162), em seu artigo *Ten laws concerning patterns of change in the history of mathematics*, ressalta que na historiografia da matemática não foi anunciada nenhuma revolução e destaca que ela se ressentiu de não ter tantas produções quanto às da historiografia da ciência:

⁷⁰ MAZUR, B. *Conjecture*. Synthese, 111. p. 197-210. 1997.

Além disso, a maior parte dos historiadores da matemática que se inteiraram da nova historiografia da ciência têm sido céticos acerca da aplicabilidade direta de suas perspectivas à historiografia da matemática. Os escritos desses cinco autores não facilitam tais aplicações, pois seus trabalhos contêm poucas referências a história da matemática, escritas sem considerações minuciosas. E, mais ainda, as principais diferenças entre as estruturas conceituais da matemática e das ciências levam a duvidar se suas histórias devam exibir modelos similares de evolução.

Entretanto, Crowe vê uma luz no fim do túnel:

Contudo, a situação pode estar mudando. *Provas e Refutações* [Proofs and refutations] (1963) do saudoso Imre Lakatos e *Evolução dos Conceitos Matemáticos* [Evolution of Mathematical Concepts] (1968) de Raymond Wilder são exemplos de trabalhos que podem abrir caminho à nova historiografia da matemática.

Esta luz no fim do túnel tem sido buscada pelos historiadores que procuram construir uma historiografia para a história da matemática com uma visão contrária daquela concebida como verdade absoluta por alguns historiadores e filósofos positivistas.

Apesar de dizer que historiografia está mudando, o próprio Crowe defende idéias como: as revoluções nunca ocorrem na matemática, os conceitos matemáticos frequentemente são descobertos à revelia dos seus criadores e que o saber matemático é acumulativo e sem rupturas. Utiliza como exemplo o surgimento da geometria não-euclidiana para reforçar sua tese de que não há revoluções na matemática, pois para ele a geometria euclidiana não foi descartada e convive com as geometrias que surgiram posteriormente.

O livro *Revolutions in mathematics*, de Donald Gillies (1992), trata da posição de alguns historiadores da matemática inclusive a de Crowe. Busca saber se a idéia de revolução científica na forma como é proposta por Thomas Kuhn, na obra *A estrutura das revoluções científicas*, pode ser aplicada aos processos que regem o desenvolvimento da matemática. Gillies nesse livro apresenta o debate entre os historiadores Crowe e Joseph Dauben. Dauben que tem uma posição contrária a de Crowe defende que a aplicação da idéia de revolução científica pode ser usada tanto em relação à ciência, como mostrou Kuhn, quanto à matemática e apresenta dois casos como argumento de sua posição: a descoberta pelos antigos gregos, das magnitudes incomensuráveis e a criação da teoria de conjunto transfinito por George Cantor no século XIX.

Por volta das décadas de 60 e 70 a historiografia começou uma mudança de rumo. Os historiadores abandonaram a neutralidade científica e aderiram a uma inserção do caráter antropológico e sociológico (corrente marxista) em suas pesquisas, com o intuito de ampliar a compreensão de como o conhecimento científico foi produzido.

O holandês Dirk Jan Struik (1894-2000) foi um dos historiadores com participação ativa no movimento intelectual marxista, o que lhe causou sérias dificuldades no pós-guerra e seus estudos sobre as relações históricas entre a matemática e a sociedade foram entendidos como um atrevimento. É considerado um dos principais proponentes do ponto de vista externalista da ciência e prestou contribuições importantes para a historiografia da matemática.

Sánchez (2003, p. 5) explica que Struik pertencia à corrente dos historiadores que consideravam o contexto social imprescindível para se compreender a história da matemática:

El campo de la historia de las matemáticas tiene una parte intrínseca: los teoremas se pasan de generación en generación y se agregan nuevos; también tiene una parte principal: los teoremas son estudiados y hechos por la gente, independientemente del contexto; y, finalmente, tiene una parte de historia social: los teoremas se producen en un contexto social y entender dicho contexto es condición necesaria para comprender cómo surgen. Struik perteneció a esta última

O interesse de Struik em entender o modo como a sociedade influía no desenvolvimento da matemática, pode ter sido um dos motivos que o levaram a aderir a uma visão externalista da ciência. Em 1948, ele publicou o livro *Uma história concisa da matemática*, que destaca o ambiente social e cultural no qual a matemática se desenvolve. Nesse livro Struik enfatiza a diversidade de idéias matemáticas e culturais e mostra um mundo em que interagem idéias matemáticas, instituições e pessoas (SÁNCHEZ, 2003).

Struik comentava que, durante os primeiros cinquenta anos de sua vida, tinha se dedicado à investigação em matemática (iniciou sua carreira 1926 como professor de matemática no MIT) e os outros cinquenta ao seu campo preferido, a de historiador da matemática e da ciência, o qual lhe rendeu o prêmio *Kenneth O. May* para a História da Matemática da *Comissão Internacional sobre História da Matemática* (ICHM) pelas suas contribuições ao campo como um todo.

Na Alemanha, Struik assistiu aos cursos de Hilbert e Courant e desempenhou um papel importante na preparação para a publicação das notas de Félix Klein sobre a história da Matemática do século XIX e início do XX.

As idéias de Struik prosseguiram por meio de seguidores, como John Fauvel (1947-2001)⁷¹ e Jeremy Gray (1947)⁷², que em 1987, publicaram o livro *The history of mathematics*.

⁷¹ Desenvolveu trabalhos para a British Society for the History of Mathematics, da qual foi presidente, além de ter sido membro do International Study Group on the Relations between History and Pedagogy of Mathematics, afiliado da International Commission on Mathematics Instruction (ICMI).

Concomitante às discussões de Struik, o matemático puro e Ph.D em topologia, Raymond Louis Wilder (1896-1982), alia o seu interesse em antropologia à matemática para desenvolver pesquisas sobre a relação entre a matemática e a cultura. Segundo Ascher e Ascher (1997, p. 44), “... Raymond L. Wilder foi o primeiro matemático a relatar a importância da relação existente entre a matemática e a cultura. Ele utilizou os seus conhecimentos para descrever os processos do desenvolvimento matemático no oeste”.

Em 1950, Wilder submeteu ao Congresso Internacional de Matemática realizado Cambridge, Massachusetts, o trabalho intitulado *The cultural basis of mathematics*, em que apresenta duas questões: “como mostrar que a cultura (em seu sentido mais amplo) determina uma estrutura matemática, tal como a lógica? Como mostrar que a cultura influencia os sucessivos estágios da descoberta da estrutura matemática?”⁷³ (O’CONNOR e ROBERTSON, 2005, p. 2).

Wilder em 1968, publicou *The evolutions of mathematics concepts. An elementary study*. Segundo O’Connor e Robertson (2005, p. 3), Kenneth O. May assim descreve essa obra:

O autor calmamente propõe o estudo da matemática como um artefato humano, como um fenômeno natural sujeito à observação empírica e a análise científica, e, em particular, como um fenômeno cultural inteligível em termos antropológicos. Uma vez que essa postura vai de encontro ao paradigma dominante da história das idéias, quase isolada do contexto social, ela pode ser mal interpretada ou ignorada. Mas desde que ela complemente o interesse entre os historiadores da ciência em construir uma ciência sobre a ciência, ela pode dar início a um novo modelo.⁷⁴

E Wilder explica que:

A principal diferença entre a matemática e as ciências naturais e sociais, é que enquanto as últimas são diretamente restritas em seu propósito por fenômenos ambientais de natureza física ou social, a matemática está sujeita apenas indiretamente a tais limitações. [...] Platão concebeu um universo ideal no qual residem modelos perfeitos [...] A suposição feita no presente trabalho é a de que a

⁷² Matemático inglês interessado em história da matemática e também membro da British Society for the History of Mathematics e da Académie Internationale d’Histoire des Sciences e da International Commission on the History of Mathematics (ICHM).

⁷³ How does culture (in its broadest sense) determine a mathematical structure, such as a logic? How does culture influence the successive stages of the discovery of a mathematical structure?

⁷⁴ The author quietly proposes that we study mathematics as a human artefact, as a natural phenomenon subject to empirical observation and scientific analysis, and, in particular, as a cultural phenomenon understandable in anthropological terms. Since this flies in the face of the dominant paradigm of the history of ideas nearly isolated from the social context, it may be misunderstood or ignored. But since it complements the interest among historians of science in constructing a science about science, it may initiate a new pattern.

única realidade que dos conceitos matemáticos é que eles são como elementos culturais ou artefatos.⁷⁵

O pesquisador Wilder continuou a desenvolver suas idéias sobre a natureza da matemática e a sua relação com a sociedade, na linha da antropologia cultural. Ele concebe a matemática como uma subcultura de uma cultura geral, a qual influencia seu desenvolvimento e o estado em que se encontra atualmente.

Segundo Rosa e Orey (2007, p. 11), em 1981, no livro *Mathematics as cultural system*, Wilder descreve os dois tipos de influência cultural que moldam o desenvolvimento da matemática.

O primeiro tipo de influência cultural está relacionado com a matemática que surge do meio cultural no qual um determinado grupo está inserido. Neste caso, a influência do meio cultural é uma resposta às necessidades surgidas através das interações sociais entre os elementos do grupo. O segundo tipo de influência cultural está relacionado com a herança cultural que é transmitida pelos elementos do grupo. A influência da herança cultural é utilizada para resolver os problemas matemáticos que são específicos a cada cultura.

Se, nas décadas de 60 e 70, os historiadores utilizavam como referencial a história ideológica com fundo marxista para analisar a história, na década de 80, este referencial passa por questionamentos e tem-se o retorno da biografia, do estudo da história política, administrativa, religiosa e constitucional (MARTINS, 2001, p. 40-1).

Assim, em um caminho contrário ao traçado por Wilder, para o qual a cultura influencia o desenvolvimento da matemática, o historiador, filósofo e professor de matemática, Morris Kline (1908-1992), defende que foi a matemática quem exerceu influência no desenvolvimento da filosofia, da religião, das artes e de vários outros aspectos da sociedade ocidental.

Kline (1953, p. vii), na introdução do livro *Mathematics in the western culture*, assim se refere à influência da matemática: “O objetivo deste livro é avançar a tese que a matemática foi a principal força cultural na civilização Ocidental”⁷⁶. Essa posição aparece reforçada na introdução do livro *Mathematical thought from ancient to modern times*:

⁷⁵ The major difference between mathematics and the other sciences, natural and social, is that whereas the latter are directly restricted in their purview by environmental phenomena of a physical or social nature, mathematics is subject only indirectly to such limitations. [...] Plato conceived of an ideal universe in which resided perfect models [...] The assumption made in the present work is that the only reality mathematical concepts have is as cultural elements or artefacts.

⁷⁶ The object of this book is to advance the thesis that mathematics has been a major cultural force in Western civilization.

Eu ainda tive tempo para escrever matemática a qual é parcialmente história e parcialmente uma exploração da influência da matemática sob a filosofia, religião, arte de literatura, música, teoria econômica e pensamento político⁷⁷ (KLINE, 1972b, p. 4).

Um dos pontos que demandou posições contrárias à obra de Kline foi a sua volta à tendência historiográfica que defende uma visão eurocêntrica da história. Ele considerou apenas o modelo ocidental de matemática herdado dos gregos e deixou de lado as contribuições de outras culturas não-europeias (chinesa, islâmica, indiana, africana, da América pré-colombiana) na construção do conhecimento matemático ao longo da história.

Kline também se destacou por ser um crítico implacável dos métodos utilizados para se ensinar matemática nas escolas. Vários outros pesquisadores em história da ciência preocuparam-se com os problemas do ensino da matemática, e um dos maiores epistemólogos deste século, Imre Lakatos (1922-1974) dedicou-se a traduzir o livro *Como resolver problemas*, de George Pólya, para o húngaro.

Outra grande contribuição de Lakatos foi a construção de uma nova historiografia para a história da matemática. Ele mudou o modo como a historiografia da matemática vinha sendo conduzida ao dar destaque à história da ciência em suas teorias epistemológicas, por tomar a matemática como sua ciência paradigmática e por abordar questões metodológicas relativas à história da ciência (CAMPOS, 2006).

As mudanças apresentadas por Lakatos para a historiografia da matemática foram as que se aproximaram das sugeridas por Kuhn para a historiografia da ciência. A nova proposta historiográfica para a matemática teve início em 1957, durante a elaboração da tese de doutorado de Lakatos, a qual trouxe a primeira teoria para explicar o desenvolvimento histórico da matemática, a partir de aspectos dela própria, sem recorrer às teorias de outros campos da ciência.

Lakatos publicou vários artigos, mas não chegou a publicar nenhum dos livros que levam seu nome como autor. Após a sua morte, esses artigos foram reunidos em três volumes, entre eles, em 1976, a obra clássica *Provas e refutações: a lógica da descoberta matemática*, que tem como base a sua tese de doutorado. Esse livro, segundo Crowe, abriu horizontes para a construção de uma nova historiografia da matemática e, nas palavras de Davis e Hersh (1985, p. 390), é considerado “um trabalho avassalador”.

Lakatos, pelo estudo da história da ciência, procura mostrar que, ao contrário do que se pensava, a matemática, assim como a ciência natural “é falível, não indubitável; ela

⁷⁷ I still made time to write mathematics which is partly history e partly an exploration of the influence of mathematics upon philosophy, religion, literature art, music, economic theory, and political thought.

crece por meio da crítica e correção de teorias que nunca estão totalmente livres de ambigüidades ou da possibilidade de erro ou descuido” (DAVIS e HERSH, 1985, p. 388). A perspectiva filosófica de Lakatos para a Matemática é designada por falibilismo e assemelha-se à filosofia da ciência proposta por Popper. Lakatos inclui o conhecimento matemático neste falibilismo quase-empirista, considerando-o intrinsecamente conjuntural e falível.

Segundo Davis e Hersh (1985, p. 389), em vez de aplicar sua análise epistemológica à matemática formalizada, Lakatos a aplicou à matemática informal,

[...] à matemática no processo de crescimento e descoberta, que é, naturalmente a matemática conhecida dos matemáticos e dos estudantes de matemática. A matemática formalizada, à qual foi devotada a maior parte das especulações filosóficas dos últimos anos, em verdade dificilmente se encontra em qualquer lugar imaginável, fora dos textos e periódicos de lógica simbólica.

No livro *Provas e refutações*, escrito na forma de diálogo, Lakatos apresenta o método de provas e refutações e suas aplicações à reconstrução racional da história da Matemática. Sugerido por Pólya, como ilustração da aplicação do seu método, simula, em uma sala de aula imaginária, a participação de um grupo de 16 alunos, designados por letras gregas, juntamente com o professor, na reconstrução do desenvolvimento histórico da fórmula de Euler-Descartes, a qual afirma que, para todo poliedro, vale a relação $V - A + F = 2$, (V é o número de vértices, A é o número de arestas e F é o número de faces do poliedro) de um teorema geométrico. Atribui a cada aluno a representação de um dos matemáticos que participaram da resolução do problema inicial. Lakatos quer mostrar, com o seu método, que os conceitos da Matemática são dinâmicos. A análise histórica do problema de Lakatos é baseada na dialética hegeliana e se contrapõe ao método euclidiano.

Outra obra importante que reúne alguns ensaios de Lakatos é *História da ciência e suas reconstruções racionais*. Nela o autor trata inicialmente do problema da demarcação entre ciência e pseudociência, posteriormente aborda as relações entre a filosofia e a história da ciência, critica o falsificacionismo, examina as metodologias indutivista e convencionalista e apresenta a sua própria metodologia filosófica como um programa de investigação historiográfico.

Em um caminho contrário ao trilhado por Morris Kline, que atribuiu ao conhecimento matemático o desenvolvimento da cultura ocidental, o matemático, filósofo e educador brasileiro Ubiratan D’Ambrosio propõe modificar a tendência ao eurocentrismo nos estudos da história da matemática, atribuindo valor às culturas tradicionais não-européias,

valor que nem sempre lhes foi conferido. Assim, como contribuição à historiografia, ressalta o relacionamento entre a matemática, a antropologia e a sociedade.

D'Ambrosio é um dos historiadores que contribuiu para que, além da conhecida história da ciência internacional (Europa, EUA e Canadá) fosse considerada também a história da ciência periférica (Brasil e Portugal). A sua tese é que cada cultura desenvolve diferentes idéias e práticas matemáticas. Para D'Ambrosio (2009, p. 6), esse enfoque deve-se ao fato de que:

A historiografia tradicional contempla somente os “sólidos e brilhantes” (=fontes tradicionais), mas os “frouxos e desmaiados” são, também, parte da História. Uma proposta é dar aos “frouxos e desmaiados” a mesma importância que se dá aos “sólidos e brilhantes”. Os “frouxos e desmaiados” são, muitas vezes, os que permitem a contextualização sócio-cultural dos fatos e eventos históricos.

Essa proposta historiográfica para se conhecer o fazer e o saber matemático de culturas periféricas e marginalizadas aparece implícita no Programa Etnomatemática do qual D'Ambrosio foi um dos pioneiros. Para ele, trata-se de um programa de pesquisa em história e filosofia da matemática com óbvias implicações pedagógicas.

A sua experiência em Mali, na África, como diretor do programa de doutorado da UNESCO serviu-lhe de apoio para que pudesse desenvolver a idéia da etnomatemática, como relata em entrevista à *Revista Nova Escola*, em 1993:

Nas conversas que eu tinha com os doutorandos, pessoal de alto nível, culturalmente ligado à sua realidade, eles me mostraram que aquela Matemática de Primeiro Mundo levada a eles não tinha nada que ver, na sua origem, com a tradição deles. Os malinenses, que são mulçumanos, construíram grandes mesquitas típicas deles, de pau-a-pique. Estão de pé há mais de 500 anos [...] Eles tiveram os arquitetos deles, os urbanizadores deles, que fizeram coisas maravilhosas com uma matemática muito própria, com soluções diferentes das nossas para problemas comuns a todos os povos. Então comecei a estudar muita Antropologia, História Comparativa, para entender melhor esse fenômeno, que, claro, não se explica somente pela Matemática.

D'Ambrosio (2000, p. 81) acredita que uma atitude diferenciada, ao se analisar a história, pode propiciar mudanças no modo de se conceber a educação:

Uma nova postura educacional depende de uma nova atitude histórica, que reconheça a contribuição das culturas do passado na construção do mundo moderno e do pensamento moderno, e que evite omissões e erros do passado, no tratamento das diferenças culturais.⁷⁸

⁷⁸ A new educational posture depends on a new historical attitude which recognizes the contribution of past cultures in building up the modern world and modern thought, and which avoids omissions and errors of the past treatment of cultural differences.

Apesar de D'Ambrosio (2005, p. 17) já ter utilizado a palavra etnomatemática anteriormente em eventos científicos, ela somente passou a ser aceita em 1984, após a conferência que fez na abertura do *V Congresso Internacional de Educação Matemática*, em Adelaide, na Austrália. O uso corrente da palavra fez com que ele a definisse:

[...] insisto no abuso etimológico que me permite definir, em um curto parágrafo, meu conceito de Etnomatemática: *techné* (tica = técnicas e artes), *etno* (culturas e sua diversidade) e *máthema* (ensinar = conhecer, entender, explicar), ou, numa ordem mais interessante, etno+matema+tica.

Para D'Ambrosio (2000, p. 81), a etnomatemática é a matemática praticada por diferentes grupos culturais, como sociedades indígenas, grupos de trabalhadores (agricultores, cirurgiões, borracheiros), classes profissionais, etc:

[...] a cultura pré-Colombiana tem diferentes estilos para fazer suas medidas e cálculos e estas práticas ainda prevalecem em algumas comunidades nativas. A maioria das tribos amazônicas tem sistemas de contagem que, por exemplo, vão de "um, dois, três, quatro, a muitos." E isso é tudo, visto que com estes números eles podem satisfazer todas suas necessidades. Nós também vemos importantes maneiras de lidar com cerâmica, tapeçaria e conhecimento cotidiano com fortes características matemáticas em várias culturas. O mesmo ocorre com as culturas da África. As pessoas destas culturas não têm nenhum problema em assimilar perfeitamente bem o sistema de número europeu atual e a transação com contagem, medida e dinheiro ao comercializar com indivíduos de cultura européia. Medida de terra, como a praticada por camponeses na América Latina, vem da geometria antiga transmitida pelos agrimensores medievais visto que a propriedade de terra e a medida (geo-metria) são estranhas as culturas Pré-colombianas. Outro exemplo vem da África, onde as pessoas lidam com números e contam de acordo com as peculiaridades específica da sua cultura.⁷⁹

Este modo de olhar a historiografia levou D'Ambrosio (2002) a conceber o programa etnomatemática com uma visão transdisciplinar, estabelecendo ligações com a etnografia e a antropologia, com a cognição e a lingüística, com a história e a sociologia, com a filosofia e a religião e com a educação e a política.

Assim, a adesão ao programa etnomatemática requer do historiador das ciências uma postura diferente frente a seu objeto de estudo, não lhe cabendo apenas o:

⁷⁹ [...] pre-Columbian cultures had different styles of doing their measurements and computations and these practices are still prevalent in some native communities. Most Amazonian tribes have counting systems that goes as "one, two, three, four, many". And that is all, since with these numbers they can satisfy all their needs. We also see important ways of dealing with pottery, tapestry and everyday knowledge with strong mathematics characteristics in several cultures. The same with African cultures. The people from these cultures have no problems at all in assimilating the current European number system and deal perfectly well with counting, measurement and money when trading with individuals of European culture. Land measurement, as practiced by peasants in Latin America, comes from ancient geometry transmitted to medieval surveyors since land property and measurement (geo-metry) is strange to Pre-Columbian cultures. Another example comes from Africa, where the people deal with numbers and counting according to their specific cultural background.

[...] relato dos grandiosos antecedentes e conseqüentes das grandes descobertas científicas e tecnológicas, mas sobretudo a análise crítica que revelará acertos e distorções nas fases que prepararam os elementos essenciais para essas descobertas e para sua expropriação e utilização pelo poder estabelecido (D'AMBROSIO, 1999a, p. 3).

Pelas suas contribuições ao campo da historiografia e da educação matemática, lhe foi conferido, em 2001, pela *Comissão Internacional de História da Matemática*, a medalha *Kenneth O. May*. E, em 2005, ele recebeu da *Comissão Internacional de Instrução Matemática* a medalha Félix Klein como reconhecimento de suas contribuições ao campo da educação matemática.

A historiografia da relação entre a ciência e a religião⁸⁰

Embora estejamos com esta tese enfatizando alguns motivos que evidenciam a importância de tratar a relação entre a ciência e a religião na formação do professor, entendemos que essa relação precisa ser bem estabelecida, principalmente no caso da matemática, a fim de evitar confusões e interpretações superficiais da questão. Consideramos que a ciência e a religião são duas formas utilizadas pelo homem para interpretar a realidade. O modo como ele as utiliza gera consequências diretas em sua vida social mostrando que a polarização traz o risco de deixar de desenvolver atitudes de tolerância e de reconhecer o pluralismo de opiniões existentes na sociedade.

Na organização de nossa vida, estamos acostumados a nos dividir em pequenos mundos, por vezes, bastante fechados em si mesmos, nos quais as tarefas de cada indivíduo também se diferenciam. Entretanto, em qualquer desses espaços – político, religioso, filosófico, científico – e qualquer que seja a função do homem, não é possível separá-lo da emoção, da cognição, da tecnologia, como explica Morin (1999, p. 2):

⁸⁰ A religião é uma invenção humana que tem por objetivo religar o homem a divindade. Se afasta do mundo profano do conhecimento do senso comum quando busca a revelação do sagrado pelo sobrenatural e se aproxima ao tomar como base para as explicações sobre o mundo, a Bíblia e Aristóteles. Etimologicamente há diversas propostas para a origem da palavra *religio* (religião). Cícero propõe na sua obra *De natura deorum*, (45 a.C.) de que ela derivaria de *relegere*, “Aqueles que cumpriam cuidadosamente todos os atos do culto divino e, por assim dizer, os reliam atentamente foram chamados de religiosos – de *relegere* – [...]”. Lactâncio e Agostinho de Hipona (século III e IV d.C.) possuem uma interpretação diferente, para eles, este termo vem de *religare*, religar, com o argumento que o objetivo da religião é religar o homem a Deus (ABBAGNANO, 2007, p. 998).

El ser humano es a la vez físico, biológico, síquico, cultural, social, histórico. Es esta unidad compleja de la naturaleza humana la que está completamente desintegrada en la educación através de las disciplinas y que imposibilita aprender lo que significa ser humano. Hay que restaurarla de tal manera que cada uno desde donde esté tome conocimiento y conciencia al mismo tiempo de su identidad compleja y de su identidad común a todos los demás humanos.

Não conseguiremos entender o homem e suas descobertas científicas, separando-o em partes: o que busca a proteção divina, o do senso comum e o cientista. Sendo a mesma pessoa, para entendê-lo, é preciso, não deixar de olhar todos os aspectos envolvidos. E, nesse emaranhado complexo de aspectos, estão a ciência e a religião.

No mundo contemporâneo, o alto grau de especialização alcançado pela pesquisa científica afastou de suas construções a influência das motivações religiosas, como ocorria no passado. Apesar dos avanços científicos e tecnológicos as pessoas continuam a serem influenciadas por um conjunto de crenças. Na vida diária, contudo, muitas vezes, a explicação religiosa tem conseguido prevalecer sobre a científica.

Hoje, não são poucas as pessoas que, em seu cotidiano, continuam apegadas à cartomancia, à numerologia e à astrologia. Creditam à astrologia a influência dos astros em seu comportamento e destino, buscam, nos horóscopos, nos mapas astrológicos, as informações sobre acontecimentos que poderão a vir ocorrer. Optam pelas várias comunidades religiosas, com suas formas distintas de experiências e rituais, pelos casos paranormais e pela crença em milagres.

Nesse contexto, a necessidade de incorporar a ciência às nossas crenças, acaba por se refletir em sala de aula, e o professor precisa estar preparado para discuti-la. No âmbito acadêmico, é possível perceber situações nas quais a relação entre a educação religiosa do professor e a sua formação científica são colocadas em confronto. O professor se vê constrangido em ensinar assuntos em que a visão de mundo da ciência coloca em questão seus dogmas religiosos.

O estudo da relação entre a ciência e a religião tem-se ampliado significativamente com a criação de sociedades, centros de estudos, novos campos de pesquisa e a publicação de livros, enciclopédias, artigos científicos e revistas⁸¹ de divulgação científica⁸², assim como, de divulgação ao público leigo.⁸³

⁸¹ As informações sobre os artigos que aparecem nessas revistas (o título da capa da revista, nome do artigo, quem o escreveu, quem é, onde foi veiculado e mês e ano da publicação) constam no anexo I. Os artigos foram divididos em três categorias: ciência e dogma, ciência para explicar a religião e ensino.

⁸² *Globo Ciência, Super Interessante e Galileu.*

⁸³ *Veja, Época e Isto é.*

Carl Sagan, nas *Palestras Gifford de Teologia Natural*, proferidas em 1985, na Universidade de Glasgow, diz: “A quantidade do que já se escreveu sobre a questão [ciência e religião] é enorme, certamente mais de 10 milhões de páginas, ou cerca de 10^{11} bits de informação. Essa é uma estimativa bem baixa”⁸⁴.

Vinte e cinco anos depois, além das publicações de livros, artigos e revistas, a internet tem disponibilizado uma grande variedade de matérias sobre a relação entre a ciência e a religião. Ao pesquisarmos em um dos sites de busca, o *Google*, teremos como resultado a possibilidade de acesso a aproximadamente 6.890.000 sites⁸⁵ com assuntos dos mais variados sobre a relação.

A controvérsia entre criacionismo e evolucionismo tem despertado o interesse do público, em geral, sobre a relação entre a ciência e a religião. A obra *A origem das espécies*, do inglês Charles Darwin, comemorada em 2009 em muitos lugares do mundo, pelos 150 anos de sua publicação, e 200 do nascimento do seu autor, abalou as bases da racionalidade científica. Fez surgir uma nova visão de mundo com a explicação sobre a origem das espécies (pela seleção natural) e o entendimento do lugar do ser humano no mundo natural. Embora os princípios básicos da teoria darwinista da evolução sejam amplamente aceitos pela comunidade científica, na sociedade como um todo, eles têm sofrido resistência.

No início do século passado, nos Estados Unidos, houve grande publicidade sobre o julgamento de John Thomas Scopes (1925), que violou a lei do estado do Tennessee que proibia o ensino da evolução nas escolas secundárias. Ele foi condenado e, posteriormente, o veredito acabou sofrendo alteração.

No final de 1998, o Papa João Paulo II, publicou a encíclica *Fides et Ratio*, revertendo a posição da Igreja sobre Galileu, Copérnico e Darwin, com vistas a uma aproximação entre a religião e a ciência.

Mais recentemente, em 2008, o Supremo Tribunal Federal autorizou a pesquisa com células-tronco, o que suscitou discussões entre os vários segmentos da sociedade: cientistas, movimentos sociais de pessoas portadoras de deficiência e as religiões.

O biólogo Michael Reiss, diretor de educação da *Royal Society* (a academia britânica de ciência), foi forçado a deixar o cargo após declarar publicamente que o criacionismo deveria ser ensinado nas escolas com o intuito de esclarecer os alunos,

⁸⁴ Sagan (2006, p. 17).

⁸⁵ Se estabelecermos uma média de dez páginas para cada site, teremos um valor bem acima das informações a que tínhamos acesso na época em que Sagan proferiu suas palestras.

principalmente os adeptos do criacionismo, de que estas idéias não possuem validade científica e para mostrar-lhes como o conhecimento científico é construído.

A notícia, estampada, no ano de 2009, em um dos jornais mais famosos da Europa, o diário *The Guardian*: “Ensine criacionismo, diz cientista eminente”, provocou a saída do cientista da Academia de Ciências, não pelo que disse, mas pela manchete, que acabou causando um embaraço ao cientista, pois na Inglaterra é proibido ensinar o criacionismo (ALMEIDA e ESTEVES, 2009).

Vários autores têm contribuído, nos últimos anos, com estudos relevantes sobre a relação ciência/religião, entre eles, Ian G. Barbour, Arthur Peacocke e John Polkinghorne, ganhadores do prêmio Templeton. Mais recentemente, juntaram-se a eles Stanley L. Jaki, Philip Heffner, John Brooke, entre outros. Instituições também têm-se dedicado ao estudo dessa relação, como o *Center for Theology and Natural Sciences de Berkeley* (CTNS), a *Templeton Foundation*, a *European Society for Study of Science and Theology*⁸⁶.

O tema Ciência, Visão de Mundo e Educação tem sido contemplado nas agendas educacionais e culturais de vários países. Nos EUA, pela organização científica *American Association for the Advancement of Science* (AAAS), nas recomendações expostas no projeto 2061 e no *National Science Standards*. Na Europa, nos Currículos Nacionais britânico, dinamaqueses, espanhóis e holandeses. No Canadá, no documento *Science for Every Student*.

Recentemente, o periódico *Science & Education* dedicou uma edição ao tema *Science, Worldviews*⁸⁷ and Education (v. 18, n. 6-7, 2009), com a preocupação de aperfeiçoar o entendimento sobre a relação entre ciência, visão de mundo e educação e também de auxiliar os professores com o assunto no seu dia-a-dia. Segundo Gauch (2009), questões sobre as relações entre ciência e visão de mundo, ou entre teísta e ateu, têm mais significado no mundo contemporâneo para cientistas, professores de ciências e na cultura em geral do que antigamente.

Anteriormente, nesse mesmo periódico, foi lançada uma edição especial sobre o tópico *Religion and Science Education* (v. 5, n. 2, 1996), com uma ampla discussão sobre visão de mundo e educação em ciências. No primeiro artigo, Martin Mahner e Mario Bunge apresentam argumentos sobre a incompatibilidade ontológica e epistemológica entre a ciência

⁸⁶ Em 1989, a ESSSAT, sediada na Universidade de Leiden, na Holanda, mudou o seu próprio nome substituindo Religião por Teologia, devido à defesa de alguns estudiosos de que o foco da Sociedade deveria estar na relação entre a ciência e a teologia ao invés da ciência e a religião, com a justificativa de que a teologia fundamenta-se em um estudo racional baseado em fontes empíricas.

⁸⁷ No dicionário Oxford (2005, p.1763), o significado da palavra *worldviews* é: o modo como uma pessoa pensa e entende sobre a vida, na qual dependem suas crenças e atitudes. Outro significado pode ser usado, como uma imagem do mundo que é imposta a uma pessoa, ou seja, uma ideologia. Utilizaremos esta palavra no texto como visão de mundo.

e a religião, um assunto que gera controvérsias. Para os autores, a educação religiosa é um obstáculo para o desenvolvimento de uma mentalidade científica. Os artigos apresentados subsequentemente por filósofos, historiadores, cientistas, pedagogos e teólogos são contrários à tese defendida por Mahner e Bunge.

Na educação científica, as discussões sobre a relação entre ciência e religião aparecem como um dos elementos complementares para se entender sobre o desenvolvimento da ciência. A relação entre ciência e religião sempre esteve inerente ao desenvolvimento da ciência. Koyré (1982, p. 11) diz: “A evolução do pensamento científico, [...] estava intimamente ligada à evolução das idéias transc científicas, filosóficas, metafísicas e religiosas”. A história ocidental tem mostrado que a ciência e a religião, apesar das suas diferenças, foram se mesclando em suas construções, seja para a inspiração, seja para a refutação.

De fato, a história da ciência está repleta de nomes famosos, Copérnico, Kepler, Galileu, Pascal, Leibniz e Newton, considerados os grandes revolucionários da matemática e da ciência, que são vistos como promotores da revolução que suplantou a visão de mundo dos gregos. Todos eles eram religiosos fervorosos e entendiam que seu trabalho científico estava associado a uma tarefa religiosa a ser cumprida.⁸⁸

É notório que a ciência alcançou em nossa sociedade, um prestígio – quer pelo seu sucesso em explicar a natureza, quer pelas aplicações tecnológicas que caracterizam nossa vida – e tem superado o da religião. Durante muito tempo, contudo, foi a religião que manteve o privilégio na sociedade, tendo chegado a uma hegemonia social e política.

Somente a partir do século XVIII esse panorama sofreu alterações com o aumento do prestígio e da popularidade da ciência, possibilitando que as tendências secularizantes e antireligiosas buscassem minimizar ou até excluir a influência social da religião. A polarização entre a ciência e a religião, ao longo dos tempos, não foi benéfica, mas, ainda hoje, mostra-se frutífera ao interesse de grupos que almejam o poder ou aos que querem se aproveitar para obter vantagens no âmbito político, econômico ou social.

Ciência e religião têm suscitado discussões no âmbito social por possuírem estreita relação com o educacional, como atestam as controvérsias entre criacionismo e

⁸⁸ Segundo Kline (1994), os hindus e os árabes por volta de 200 a.C. a 1.200 d. C. foram quem desenvolveram a atividade matemática perante a dicotomia em conciliar a compreensão do universo do Deus Cristão, com um plano matemático da natureza dos gregos. Este fato fez com que os trabalhos matemáticos do século XVI e XVII e grande parte do XVIII fossem uma busca religiosa. Somente no renascimento é que as pesquisas matemática retornarão a uma busca aos ideais gregos e a partir de 1800 a presença de Deus seria cada vez menos sentida. Segundo o autor, o fenômeno de matematização das ciências ocorre por meio das leis da natureza com a busca de respostas ao Plano Divino Matemático da Natureza. Assim foi que Newton adotou o propósito de Galileu de buscar uma descrição matemática em lugar de uma explicação física nos moldes aristotélicos.

evolucionismo, o Caso Galileu e a idéia de que os cientistas não têm religião ou são opostos a ela, entre outras. A quantidade de material produzido mostra que o debate sobre a relação entre ciência e religião é atual e não pertence apenas a certas épocas.

Como já vimos, os historiadores, em suas pesquisas utilizam modelos que podem apresentar oposições. De um lado, aparecem os que buscam examinar as idéias do passado dentro de seu próprio contexto, sem discutir os assuntos atuais (contextualista) e, por outro lado, há os que estudam as idéias do passado a partir das perspectivas do presente (presentista).

Nos debates historiográficos, as histórias da ciência e da religião têm se apresentado como um assunto controverso, seja pelas disputas em algumas áreas acadêmicas, seja pela influência das crenças religiosas ou anti-religiosa de alguns estudiosos.

Sobre a relação histórica entre a ciência e a religião, autores, como Barbour, Ferngren, Brooke, Polkinghorne, têm classificado as diferentes interações surgidas nas discussões de: conflito, independência, diálogo e integração (apoio mútuo). As interações que surgem na relação entre a ciência e a religião são classificadas usando as seguintes descrições:

Conflito - quando uma ou outra área de estudo ameaça fazer exame sobre os interesses legítimos da outra.

Independência - tratando cada uma como áreas completamente separadas da investigação.

Diálogo - sugerindo que cada área tem coisas para dizer para o outra sobre os fenômenos em que seus interesses se sobrepõem.

Integração - apontando para a unificação de ambos os campos em um único discurso.

Muitas vezes essas interações aparecem sobrepostas e não ocorrem de maneira estanque e poucos são os autores que assumem apenas uma dessas formas de interação entre a ciência e a religião.

Para analisar a relação entre a ciência e a religião, os estudos historiográficos enfatizam as mudanças ocorridas no significado das palavras “ciência” e “religião”, ao longo dos tempos. Como produto da modernidade, o conceito de religião surgiu no século XVII; enquanto o de ciência, do modo como o concebemos hoje, somente no século XIX, em substituição ao de filosofia natural (a Física, a Química, a Biologia e a Matemática, entre outras).

Mesmo que o sentido das palavras “religião” e “ciência” tenha sido construído em épocas distintas, a relação entre elas pode ser observada antes mesmo do surgimento da religião cristã, entre os teólogos e os filósofos preocupados em discutir os temas fé e razão. A

relação entre fé e natureza era indicada por meio da metáfora dos “dois livros da revelação de Deus” – os livros da escritura (a Bíblia) e o da natureza (dos filósofos).

Segundo Barbour (2004, p. 9), a partir do século XX, a interação entre a religião e a ciência revestiu-se de diversas formas:

As novas descobertas científicas puseram em xeque muitas idéias religiosas clássicas. Reagindo a isso, algumas pessoas defenderam doutrinas tradicionais, outras abandonaram a tradição e outras ainda reformularam antigos conceitos à luz da ciência.

Stanley Jaki, Reijer Hooykaas e Joseph Needham, respectivamente católico, protestante (calvinista) e marxista, têm investigado porque, durante o movimento científico dos séculos XVI e XVII, teria havido, na Europa, uma maior resistência à religião do que em outros lugares (BARBOUR, 2003).⁸⁹

Tese do Conflito

Para os historiadores, ao longo da história, a relação entre a ciência e a religião (usualmente referem-se ao cristianismo) foi marcada por uma série de conflitos de que os casos de Galileu e Darwin servem de exemplo, deixando transparecer às pessoas do senso comum que há um forte antagonismo entre ambas.

No século XIX, Andrew Dickson White e John William Draper, com seus famosos trabalhos *History of the conflict between religion and science* (1874) e *A history of the warfare of science with theology in christendom*, (1876) sobre a *Tese do Conflito*⁹⁰, influenciaram tanto o meio acadêmico quanto o público em geral (BROOKE, 2003; DEBUS, 2004; FERNGREN, 2000; RUSSELL, 2002; WILSON, 2002). Posteriormente, eles foram considerados escritos abertamente anti-bíblicos.

Com fácil circulação e várias reimpressões, esses trabalhos influenciaram por um longo tempo a historiografia sobre as relações entre a ciência e a religião. Nesses livros, os autores utilizaram o método historiográfico popular, que trazia consigo uma visão triunfalista

⁸⁹ In HUYSSSTEEN (2003)

⁹⁰ Esta tese passou também a ser conhecida como a *tese de Draper-White*, uma *metáfora militar* ou um *modelo da guerra*.

da ciência em oposição à rejeitada visão da religião. Segundo Russel (2002, p. 04), cada um desses autores tinha um interesse particular ao escrever sua obra:

Draper, professor de química e física em uma escola médica em Nova Iorque, preocupava-se com a influência do poder da Igreja Católica Romana e com a promulgação do dogma da infalibilidade papal de 1870. White, professor de história na Universidade de Michigan e depois presidente da Cornell (primeira universidade privada não-sectária nos Estados Unidos), foi não surpreendentemente oposto aos defensores da teologia sectária. O livro de White se tornou um manifesto dirigido não tanto contra a religião, como contra a teologia dogmática.⁹¹

Draper considerava que seu conflito não era com a religião, mas com a idéia que o catolicismo queria impor. Para Gould (2002 p. 84):

[...] ao mesmo tempo em que tinha esperanças que fosse desenvolvido um relacionamento de apoio mútuo entre ciência e protestantismo, Draper promovia ativamente o preconceito muito comum dos americanos bem-sucedidos da época – um virulento anticatolicismo dirigido à religião da maioria dos imigrantes pobres, o ‘populacho’ que ameaçava diluir a raça original.

Segundo Wilson (2002, p. 16), Draper estava alarmado com a doutrina da infalibilidade papal e com o pronunciamento da Igreja Católica de que as instituições públicas de ensino de ciências não estavam dispensadas de sua autoridade. Já White foi atacado pela Igreja por criticar “aquela velha concepção equivocada da rígida interpretação da Bíblia”.⁹²

A tese do conflito aparece até nos escritos populares de ciência e, hoje, tem sido reconhecida pelo público, em geral, como deficiente para se analisar as relações entre ciência e religião.

O livro *Deus, um delírio*, do biólogo britânico Richard Dawkins, publicado em 2007, mostra como a idéia de conflito ainda continua latente para algumas pessoas, além do fato de existir resistências ao que é religioso dentro do mundo científico.

O uso da historiografia presentista na análise da relação entre a ciência e a religião é claro, como atesta o matemático Freeman Dyson⁹³ (1998 apud O'CONNOR; ROBERTSON, 2002) ao afirmar que a ciência e que a religião sempre estiveram em conflito e a religião foi um empecilho para o desenvolvimento da ciência:

⁹¹ Draper a professor of chemistry and physics in a medical school in New York, feared the power wielded by the Roman Catholic Church and was worried by the promulgation of the dogma of papal infallibility of 1870. White, professor of history at the University of Michigan and later president of Cornell (the first private non-sectarian university in the United States), was not surprisingly opposed by the advocates of sectarian theology. White's book thus became a manifesto directed not so much against religion as against dogmatic theology.

⁹² [...] that same old mistaken conception of rigid Scriptural interpretation.

⁹³ DYSON, Freeman. **Belief in God in an age of science**. New York Review of Books, 1998.

[...] a ciência ocidental cresceu fora da teologia Cristã. Provavelmente não é um acidente que a ciência moderna cresceu explosivamente na Europa Cristã e deixou para trás o resto do mundo. Os mil anos de disputas teológicas criaram o hábito do pensamento analítico que poderia ser aplicado à análise dos fenômenos naturais. Por outro lado, as íntimas relações históricas entre a teologia e a ciência causaram conflitos entre a ciência e o Cristianismo que não existem entre a ciência e as outras religiões [...].

O *Index Librorum Prohibitorum* (Lista dos Livros Proibidos), elaborado pelo Santo Ofício, proibiu determinadas obras de circular (entre elas, as de Copérnico, Galileu, Descartes e Pascal) sob a alegação de conterem erros teológicos ou por exporem conteúdos que julgavam difíceis de serem entendidos. Na realidade, o papado percebeu a importância dessas obras para a difusão da ideologia protestante e viu, na proibição, uma maneira de evitar que os fiéis católicos fossem corrompidos pela leitura de idéias estranhas ao que pregava a Igreja.

Casos famosos, como as julgamentos de Galileu e Giordano Bruno, condenados pela Inquisição por defenderem posições conflitantes com a da Igreja sobre o que estava escrito nas Sagradas Escrituras em relação ao entendimento do Universo.

Os exemplos conduzem à idéia da religião como inibidora do processo de desenvolvimento da ciência. Além do caso Galileu, segundo Olson (2004), outros três casos ocorridos no século XIX merecem destaque. O primeiro refere-se à evolução. Para Olson (2004), a marca do declínio do conservadorismo religioso ocorre quando Lyell e Darwin mostram que “nem a origem da Terra nem a origem do homem como descrito em Gênesis pode ser reconciliado com as descobertas da ciência, por essa razão as pessoas tornaram-se ateístas e agnósticas⁹⁴” (MURPHY⁹⁵, 1955 apud OLSON, 2004, p. 19). Olson prossegue:

Não somente isto é improvável ao julgar pela aparência. É também obscurecida pelo fato de que a crise religiosa Vitoriana foi produzida por um conflito fundamental entre certos dogmas ortodoxos estimados e a predisposição a reforma ética do período.⁹⁶

Os criacionistas ao lerem às passagens divinas literalmente, como as expostas em Gênesis sobre a teoria da criação, torna o conflito com a ciência inevitável.

⁹⁴ [...] neither the origin of the earth nor the origin of man as described in Genesis can be reconciled with the findings of science, therefore people became atheists and agnostics

⁹⁵ MURPHY, Howard. **The ethical revolt against christian orthodoxy in early victorian england**. American Historical Review, 1955. 800p.

⁹⁶ Not only is this implausible on the face of it. It has also obscured the fact that the Victorian religious crisis was produced by a fundamental conflict between certain cherished orthodox dogmas and the meliorist ethical bias of the age.

Entre as visões criacionistas temos a corrente chamada criacionismo científico ou ciência da criação, criada em 1950, ela é contrária às teorias da evolução e ao *Big Bang*.

O bioquímico americano Duane Gish, vice-presidente do *Institute for Creation Research* (ICR), refuta as teorias da evolução e do *Big Bang* com base em evidências científicas, utilizando como argumento a matéria escura que compõe o universo e a segunda lei da termodinâmica. Também é contrário à teoria da evolução, fundamentando-se no problema dos fósseis de transição e na teoria do planejador, pela qual a natureza segue um planejamento elaborado por um planejador (NOGUEIRA, 2003).

Os criacionistas têm defendido a idéia de que as espécies são imutáveis em sua estrutura e características e justificam sua posição por meio da teologia, segundo a qual a mudança das espécies só seria possível se Deus tivesse criado as coisas com imperfeição. Para eles, se fosse verdade que as espécies podem sofrer mudanças, Deus teria de fazer ajustes constantemente.

Por outro lado, em 1859, quando Charles Darwin publicou *A origem das espécies*, obra que viria a se tornar a base da biologia moderna, os religiosos a consideraram uma agressão dos cientistas à fé por trazer uma nova visão sobre a criação do mundo.

Na elaboração da teoria da evolução, é possível que Darwin tivesse sido influenciado pela idéia de que as espécies fossem imutáveis, afinal ele estudou teologia em Cambridge, onde se acreditava e ensinava estas noções. Mesmo assim, ele apresenta sua teoria em que as espécies são mutáveis e evoluem pelo mecanismo de seleção natural, idéia contrária a dos criacionistas.

A teoria do conflito entre a ciência e a religião aparece intrínseca em assuntos controversos como o da evolução. Mesmo em um país avançado em termos científicos e tecnológicos como os Estados Unidos, o movimento criacionista tem interferido no funcionamento de museus, instituições científicas e no ensino de ciências nas escolas, o que tem se tornado um problema político e religioso.

No Brasil, mais especificamente no estado do Rio de Janeiro, houve por um tempo a inserção da biologia criacionista em oposição à evolucionista, no currículo de algumas escolas públicas. Este fato gerou grandes polêmicas por ser a educação um bem público, e esta atitude acabava por ferir a garantia do Estado laico, do princípio de separação entre Estado e Igreja. Além de incentivar o fanatismo e a intolerância, esta posição acabava por fazer prevalecer somente uma visão do mundo, o que seria prejudicial aos alunos.

Sagan (2006, p. 10) não é favorável à idéia do conflito, mas afirma que a teoria da evolução de Darwin é capaz de explicar melhor as espécies animais e vegetais existentes na

Terra do que o livro de Gênesis, que mostra uma Terra plana e com 6 mil anos. Como, para Darwin, os seres humanos foram criados de forma independente dos demais seres vivos, Sagan questiona:

Como era possível que o Criador eterno e onisciente descrito na Bíblia pudesse afirmar com convicção tantos equívocos fundamentais sobre a criação? Por que o Deus das Escrituras seria tão menos conhecedor da natureza do que nós que estamos apenas começando a estudar o universo?

A teoria de Darwin, mais do que a teoria de Copérnico, dá sustentação à idéia de que Bíblia não deve ser lida de maneira literal, mas de forma figurada, simbólica e que, quando isso não ocorre, o conflito entre a ciência e a religião parece mesmo ser inevitável.

O segundo caso de conflito entre a ciência e a religião destacado por Olson (2006) ocorreu na era vitoriana e se refere aos intelectuais, cristãos ortodoxos, que se desiludiram com suas igrejas e com a doutrina cristã por não colocarem em prática os ensinamentos pregados por Cristo. Esse fato levou esses sábios a se afastarem da religião tradicional e a construir a ciência como um substituto secular a ela.

O terceiro caso emerge de posições radicais dentro do mundo cristão e está relacionado, como já mostramos, as publicações de Draper e de White na *Tese do Conflito*. O americano Draper também ficou conhecido por ter participado, em 1860, do famoso debate sobre a evolução entre Huxley e o Bispo de Oxford, que questiona se Huxley teria descendia do macaco por parte da mãe ou do pai.

Além dos escritos considerados abertamente anti-bíblicos, alguns autores incluem como casos clássicos de conflito a interpretação da Bíblia por meio do estudo da natureza e a de que a Terra era plana. White e Washington Irving teriam contribuído para a popularização dessa idéia.

A palavra “conflito” remete a duas teses distintas sobre a relação entre a ciência e a religião: uma voltada ao conflito epistemológico e a outra ao conflito histórico. A verdade de uma não exerce influência sobre a da outra.

Do ponto de vista epistemológico, ao interpretar a palavra conflito percebemos que ela está fundamentada em dois pontos, ou seja, nas visões de mundo incompatíveis e na competitividade entre a epistemologia da ciência e a da religião. Assim, devido às diferenças epistemológicas entre a religião, baseada na revelação, na autoridade e no conhecimento pela fé, e a ciência, baseada na razão, na evidência e no ceticismo, não há a possibilidade da reconciliação entre elas.

Segundo Charpak e Broch (2002, p. 8)

O papel das religiões no desenvolvimento da ciência, bem como nas tentativas de a suprimir, tem sido imenso. Têm travado freqüentemente o seu crescimento, opondo-se ao que se pudesse pôr em causa os seus dogmas. Desde o dia em que astrónomos, a partir de Copérnico, tiraram a Terra do centro do universo, e portanto da criação, a Igreja perseguiu-os como vulgares hereges, condenando Bruno à fogueira e Galileu ao silêncio e forçando Descartes ao exílio. Foram precisos séculos de convulsões políticas e sociais para que as relações entre certas igrejas e a ciência se alterassem.

O historiador da matemática Burton (1988 apud ANGLIN, 200, p. 20)⁹⁷ para defender seu ponto de vista sobre o conflito entre a razão e a religião: “Um novo movimento desenvolveu-se em Alexandria e também em muitas outras partes do império, o qual devia acelerar a morte do conhecimento grego. Foi o desenvolvimento do Cristianismo.”

A idéia da existência de um conflito entre a ciência e a religião foi se fortalecendo, e o tom dado por vários cientistas e historiadores foi que a religião impede o avanço da ciência e que somente seria possível a construção de novas idéias depois de que a ciência conseguisse se desvencilhar da religião. A imagem física do Mundo vista pela ciência é diferente das implicações impostas pela leitura teológica da revelação bíblica.

Alguns autores destacam a polêmica sobre o conflito entre a ciência e a religião mais como marcas de uma disputa entre as doutrinas filosófico-religiosas (deísmo e teísmo) e o ateísmo e sobre crenças básicas, como a existência de Deus, do que propriamente uma hostilidade entre a ciência e a religião.

Os deístas representantes das idéias racionalistas dos séculos XVII e XVIII, entre eles Voltaire, eram favoráveis à existência de um Deus criador, sendo a razão a única via capaz de assegurá-lo. Questionam as religiões e rejeitam os dogmas, a tradição e qualquer revelação sobrenatural advinda da fé ou da Sagrada Escritura.

Por outro lado, os teístas, para quem a fé (*pistis* ou *fides*) deve se sobrepor à razão ou excluí-la. Para um cristão, para alcançar a salvação, basta ter fé em Deus. Um ditado popular contemporâneo resume o pensamento teísta: “Deus disse. Eu creio. Isto é suficiente”. Suas crenças estão fundamentadas em Deus, na sua revelação sobrenatural por meio da Sagrada Escritura, do Espírito Santo e da experiência pessoal.

Em oposição ao deísmo, surge o fideísmo, no século XVIII, trata-se de uma doutrina, baseada em dogmas, que manda crer sem reflexão, portanto, um dos seus fundamentos é que a razão é irrelevante para a prática religiosa, o que se justifica pela possibilidade de uma pessoa poder utilizar critérios diferentes ao julgar declarações do âmbito

⁹⁷ BURTON, D. M. **The history of mathematics**. Dubuque: Wm. C. Brown, 1988.

da religião. O resultado é que a teologia poderia incluir contradições lógicas sem a necessidade de justificá-las.

Contrário às doutrinas deísta e teísta por negar a existência de qualquer tipo de deus e a veracidade de qualquer religião e por apresentarem um modelo de Universo que dispensa a presença de Deus, estão os ateístas, que entram em conflito com os modelos religiosos. Alguns cientistas, como Richard Dawkins, Daniel Dennett e Sam Harris tem utilizado as guerras e ataques terroristas com motivações religiosas para afirmarem ser a religiosidade mais prejudicial do que benéfica à humanidade.

Reações contra a *Tese do Conflito*

Contrários a Tese do Conflito, alguns historiadores tem defendido que a relação entre ciência e religião pode ser interpretada utilizando-se outras abordagens, como a do diálogo, independência ou integração.

Sagan (2008, p. 11), ressalta que “nunca entendeu porque alguém desejaria separar a ciência, que é só um jeito de buscar a verdade, daquilo que consideramos sagrado, as verdades que inspiram o amor e o temor”. Lindberg (2000, p. 266), escrevendo sobre a ciência e a religião na Europa Medieval diz:

Não havia nenhuma guerra entre ciência e a igreja. A história da ciência e do Cristianismo na Idade Média não é uma história de opressão, nenhuma delas são contrárias, se apóiam e se fortalecem. O que nós encontramos é uma interação que exhibe toda a variedade e complexidade com as quais estamos familiarizados em outras esferas do esforço humano: conflito, compromisso, entendimento, engano, acomodação, diálogo, alienação tornam a causa em comum, e avançam de modo distinto.⁹⁸

A defesa de alguns historiadores do diálogo entre a ciência e a religião não somente se opõe à idéia de que haja conflito, como também, considera a possibilidade de que o conflito seja apenas um mito. Para os historiadores, a idéia tão noticiada de que a religião impede o desenvolvimento da ciência é recente.

⁹⁸ There was no warfare between science and the church. The story of science and Christianity in the Middle Ages is not a story of suppression, nor one of its polar opposite, support and encouragement. What we find is an interaction exhibiting all of the variety and complexity that we are familiar with in other realms of human endeavor: conflict, compromise, understanding, misunderstanding, accommodation, dialogue, alienation, the making of common cause, and the going of separate ways.

O matemático Hermann Weyl vê uma aproximação entre a matemática e a religião, porque o pensamento matemático propicia a elevação da mente, facilitando o entendimento de idéias nas quais tem se envolvido o pensamento metafísico, como as encontradas na relação entre o finito e o infinito (DAVIS e HERSH, 1985).

A aproximação entre a religião e a matemática pode aparecer quando se procura estabelecer o que é comum entre elas, quando se tenta compreender algo que está distante da nossa realidade material, ou seja, quando se persegue o conhecimento ideal e se busca a relação entre este conhecimento ideal e o mundo tal como o encontramos.

A preocupação de alguns historiadores está na análise superficial que possa ser estabelecida sobre a convivência entre o cristianismo e a matemática, pois ela poderia proporcionar uma falsa impressão de como ocorreu o desenvolvimento da matemática, levando a entendimentos equivocados. Um exemplo disso foi o que ocorreu nos séculos XVII e XVIII, período em que o cristianismo exerceu uma forte influência sobre a matemática, quando homens como Kepler, Galileu e Newton, que eram cristãos profundamente religiosos e viam seus trabalhos científicos como uma tarefa religiosa, revolucionaram as ciências matemáticas.

Considerando apenas este aspecto, poder-se-ia dizer que o cristianismo e a matemática estão em lados opostos.

Pensar a matemática com traços de uma religião poderia estar relacionado às características dos objetos da matemática, que são conceituais e cuja realidade reside em uma consciência comum das mentes humanas. Essas noções matemáticas, ao serem compartilhadas, podem passar a idéia de um dogma do credo matemático. Assim, a idéia de dogma, característica dos temas religiosos, estabeleceria uma aproximação da matemática com a religião. Lembramos Koestler (1989, p. XIV) sobre as mudanças ocorridas entre a ciência e a religião:

[...] os fios gêmeos da Ciência e da Religião, que começam com a unidade indistinguível do místico e do sábio na Irmandade Pitagórica, que se separam e reúnem de novo, uma vez entrelaçados em nós, outras correndo paralelamente, e que terminam na polida e mortal 'casa dividida da fé e da razão', dos nossos dias, onde, em ambos os lados, os símbolos se enrijeceram em dogmas, e onde se perde de vista a comum fonte de inspiração.

Na busca pelo diálogo, a Igreja desenvolveu algumas ações, uma delas foi o convite do Papa Paulo VI ao brasileiro Carlos Chagas Filho para presidir a Academia de Ciências do Vaticano, durante o período de 1972 a 1988. Chagas procurou estabelecer um

canal de comunicação entre Igreja e Ciência, criando grupos de trabalho para estudar o processo de Galileu, que foi reabilitado, e para datação do Santo Sudário, que, após examinar os pedaços do manto em nove laboratórios concluiu que a peça não era o lençol que cobriu Jesus, mas um artefato do século VI.⁹⁹

O Papa João Paulo II, em 10 de novembro de 1979, por ocasião da celebração do primeiro centenário do nascimento de Albert Einstein, em seu discurso na Academia Pontifícia de Ciências, externou a sua preocupação sobre o caso Galileu e solicitou aos

[...] teólogos, sabios e historiadores, animados de espíritu de colaboración sincera, examinen a fondo el caso de Galileo y reconociendo lealmente los desaciertos, vengan de la parte que vinieren, hagan desaparecer los recelos que aquel asunto todavía suscita en muchos espíritus contra la concordia provechosa entre ciencia y fe (L'Osservatore Romano, 2 de diciembre de 1979, p. 9)

Segundo o Papa, o caso Galileu, desde o século das luzes até nossos dias, tornou-se uma espécie de mito. Para ele, a dimensão alcançada por esse caso estaria distante do que realmente aconteceu, pois a incompatibilidade entre a ciência e a religião resultou de uma interpretação equivocada, que teria tido como intuito estabelecer uma oposição entre ciência e fé:

[...] el caso de Galileo era el símbolo del supuesto rechazo del progreso científico por parte de la Iglesia, o del oscurantismo «dogmático» opuesto a la búsqueda libre de la verdad. Este mito ha desempeñado un papel cultural notable; ha contribuido a infundir en muchos científicos de buena fe la idea de que existe incompatibilidad entre el espíritu de la ciencia y su ética de la investigación, por un lado, y la fe cristiana, por otro. Una trágica y recíproca incomprensión ha sido interpretada como el reflejo de una oposición constitutiva entre ciencia y fe. Las aclaraciones aportadas por los estudios históricos recientes nos permiten afirmar que ese doloroso malentendido pertenece ya al pasado. (L'Osservatore Romano, 13 de noviembre de 1992, p. 6)

O Papa João Paulo II, em 14 Setembro de 1998, promulgou a encíclica *Fides et Ratio* revertendo a posição da Igreja sobre Galileu, Copérnico e Darwin, cujas absolvições foram consideradas uma revolução teológica. Nessa encíclica, o Papa incentivou a Igreja e a teologia a restabelecerem a comunicação permanente entre a fé e a ciência, pois o divórcio entre elas traz conseqüências devastadoras. Para ele, a fé sem a ciência resultou no fideísmo, que permanece completamente alheio à realidade das coisas, enquanto a ciência sem a fé resultou no positivismo, no cientificismo e no humanismo ateu. Entretanto, é ainda difícil,

⁹⁹ Revista Pesquisa Fapesp (2000, p. 17).

para alguns membros da Igreja, conciliar a sua posição frente à teoria evolucionista de Darwin.

Uma das consequências do diálogo entre a cultura científica e a religiosa foi, em 2009, a condecoração, por uma associação científica, de um líder religioso, o padre jesuíta George Coyne, doutor em astronomia, que durante 28 anos foi diretor do Observatório Astronômico do Vaticano. Nas comemorações do quarto centenário das observações lunares de Galileu Galilei, ele recebeu o prêmio *Van Biesbroeck* da Associação Americana de Astronomia (AAS), a maior associação de astronomia do mundo, por prestar “generosos serviços de longo prazo à comunidade acadêmica de astrônomos”.

O padre Coyne tem participado das discussões que envolvem a relação entre a ciência e a religião. Escreveu livros sobre o assunto e se posicionou favorável ao diálogo entre elas. Em entrevista, disse não haver nenhum conflito em sua vida por ser padre e cientista e não se absteve das discussões consideradas como contrárias às idéias defendidas pela Igreja: a teoria da evolução de Darwin, do Big Bang e o caso Galileu.

Para Coyne, as explicações científicas dessas teorias sobre a origem do universo são as melhores que temos atualmente. Ao defendê-las, entrou em controvérsia com os defensores da teoria do design inteligente, essencialmente baseada na teoria da criação de “Adão e Eva”. Essa controvérsia teria lhe custado o cargo de diretor do observatório, fato negado pelo Papa Bento XVI. Em uma conferência, Coyne teria afirmado que, embora pretendesse, o *design* inteligente não seria ciência.

Se as discussões sobre a teoria de Darwin tivessem seguido as diretrizes estabelecidas pela encíclica *Providentissimus Deus*, elaborada no papado de Leão XIII, o conflito entre a ciência e a religião nem teria se iniciado. Pela encíclica, as escrituras deveriam ser interpretadas de acordo com a técnica literária, ou seja, não literalmente, mas de forma figurada, simbólica. Além disso, as escrituras começaram a ser elaboradas por volta de 5.000 a.C, com o patriarca Abraão, e sua redação final ocorre por volta do século II. Portanto não há nenhuma possibilidade de se encontrar neals alguma ciência, da forma como a entendemos hoje.

Coyne lembra que muita coisa mudou na ciência, na Igreja e na relação entre elas. Para ele, a Igreja ainda está elaborando sua compreensão sobre a ciência.

Alguns estudiosos mostram que, em determinadas épocas, a Igreja patrocinou cientistas para que pudessem desenvolver a ciência experimental, com o acesso a vastas bibliotecas e laboratórios. Alguns padres também se dedicaram à pesquisa científica e chegaram a importantes descobertas.

Woods Jr (2008) explica que a Igreja forneceu grandes contribuições a sociedade. Foi devido à influência da Igreja que a Universidade surgiu. O papado teve um papel crucial na fundação e no incentivo das universidades. Cientistas e matemáticos jesuítas desenvolveram aparelhos como os relógios de pêndulos, pantógrafos, barômetros, telescópios e microscópios, entre outros, além das contribuições no campo da ótica e da astronomia com a identificação de 35 crateras da Lua. Segundo o autor, as idéias teológicas cristã forneceram a sustentação para que o desenvolvimento científico pudesse ocorrer no Ocidente.

A fundação do Observatório do Vaticano (*Specola Vaticana*) e da Academia Pontifícia de Ciência no século XIX, patrocinados pela Santa Sé, apóia a tese do diálogo entre a ciência e a religião.



Figura 01 – Medalha Comemorativa do IV Centenário da Fundação da Pontifícia Academia de Ciências (1603-2003)

Fonte: Disponível em:
<http://www.vatican.va/roman_curia/pontifical_academies/acdscien/popup/medaglia_sp.html>. Acesso em: 28 ago. 2009



Figura 02 – Observatório do Vaticano

Fonte: Disponível em: <http://www.vaticanobservatory.org/VOF/>>. Acesso em: 28 ago. 2009

O Projeto Oráculo de Delfos também mostra a possibilidade de diálogo entre a ciência e a religião. Antigamente, os gregos, entre eles Plutarco (46-120 d.C.), explicavam que os vapores emergentes da terra eram os responsáveis pelo transe que inspirava a pitonisa, escolhida para falar em nome de Apolo no oráculo de Delfos, a dar conselhos. Pesquisadores do século passado, não encontrando qualquer evidência que pudesse comprovar essa explicação, trataram o fato como fosse um mito.

Descobertas científicas recentes mostram que os pesquisadores do século passado estavam equivocados em relação à explicação dos gregos. Com a mente aberta e um enfoque interdisciplinar, uma equipe de pesquisadores contemporâneos investigou a explicação dada pelos gregos, concluindo que ela era extraordinariamente precisa, pois foram identificadas duas falhas geológicas que se cruzavam precisamente sob o local do oráculo. Segundo os pesquisadores, “ricas camadas petroquímicas nas formações calcárias da região produziam, provavelmente, etileno, gás que leva a um estado de transe e que pode ter ascendido através das fissuras criadas pelas falhas.” (HALE et al., 2003).

Os pesquisadores contemporâneos, comprovando as emissões de gases em Delfos, mostraram que a investigação científica pode auxiliar a compreensão religiosa de determinados fatos.

É inegável, como diz Gleiser (1997, p. 12), que

[...] a religião teve (e tem!) um papel crucial no processo criativo de vários cientistas. Copérnico, o tímido cônego que pôs o Sol novamente no centro do cosmo, era mais um conservador do que um herói das novas idéias heliocêntricas.

Kepler, que nos ensinou que os planetas se movem ao redor do Sol em órbitas elípticas, misturava, de forma única, misticismo e ciência. Galileu, o primeiro a apontar o telescópio para as estrelas, era um homem religioso (e muito ambicioso), que acreditava poder salvar sozinho a Igreja Católica de um embaraço futuro. O universo de Newton era infinito, a manifestação do poder infinito de Deus. Einstein escreveu que a devoção à ciência era a única atividade verdadeiramente religiosa nos tempos modernos.

Segundo Hooykas (1988, p. 14), alguns historiadores têm dedicado grande empenho em mostrar que a exegese bíblica oferecia resistência às novas teorias científicas, como nos casos clássicos sobre o movimento da Terra, a idade do Universo e a origem das espécies animais, mas

[...] seria errôneo atribuir aos autores bíblicos as interpretações obtusas daqueles que se valeram do trabalho desses autores para se opor aos juízos e as descobertas científicas. Ademais, as disputas sobre o alegado conteúdo científico dos textos bíblicos foram incidentes que não afetaram o desenvolvimento da ciência em todos os lugares e em todas as épocas.

O francês físico e filósofo da ciência Pierre Duhem é considerado o pioneiro, no século XX, em defender a idéia do diálogo entre a ciência e a religião. Em seus dez volumes sobre a história da ciência, intitulados *Le système du monde: histoire des doctrines cosmologiques de Platon à Copernic*, Duhem argumenta que a Igreja Católica romana não foi oponente, mas ajudou a fomentar o desenvolvimento da ciência ocidental na Idade Média. Assim, a Igreja não teria sido obstáculo para a ciência moderna, mas sua condição necessária.

Duhem afirmava que a sua visão do desenvolvimento da ciência não estava atrelada à sua fé cristã. Stanley Jaki não só prosseguiu com as idéias de Duhem como foi mais longe, afirmando que “só os cristãos sinceros, que tenham compreendido que a Bíblia é a Palavra de Deus, podem realmente compreender a história da ciência.” (KRAGH, 2001, p. 121).

Segundo Jaki (1990) foram várias as tentativas das culturas antigas de efetivar o nascimento da ciência experimental, mas devido à falta de fundamentos filosóficos que pudessem dar sustentação ao seu surgimento, elas não lograram êxito. Essas culturas representavam a natureza submetida a divindades caprichosas ou pensavam-a de modo panteísta. Somente com o advento do Cristianismo, a atitude científica se tornou possível, pois a “matriz cultural cristã” forneceu os fundamentos teóricos, em relação a Deus, o homem e o universo, necessário para que a ciência pudesse florescer na Europa.

O fundamento dessa matriz cultural era de que o mundo seria racional por ser obra de um Deus infinitamente inteligente e o homem seria capaz de conhecer essa racionalidade

por ser concebido a imagem e semelhança de Deus. Artigas (1985, p. 185) ao tratar da relação entre o cristianismo e o desenvolvimento da ciência moderna, afirma que “La ciencia experimental moderna no nació a pesar de la teología, sino de su mano”.

Nesta busca de diálogo, em 1995, foi criado pela *American Association for the Advancement of Science* um programa que inicialmente foi chamado *Dialogue between Science and Religion* e depois de 1999, *Dialogue on Science, Ethics, & Religion*, com três objetivos: 1) divulgar o conhecimento do progresso na ciência e tecnologia dentro do âmbito religioso, 2) proporcionar oportunidades para o diálogo entre membros das comunidades científica e religiosa a respeito de temas significativos para o entendimento mútuo, e 3) promover a colaboração entre membros dessas comunidades em projetos que explorem as implicações éticas e religiosas do progresso científico (ARTIGAS, 1999).

Há estudiosos que não vêem nem conflito e nem diálogo na relação entre ciência e religião, mas uma independência, pois considera que ambas atuam em áreas completamente separadas na investigação.

Se a tese do conflito reforça a dúvida do diálogo entre a ciência e a religião, a idéia da independência mostra que a possibilidade de convivência sem conflitos é possível, porque elas utilizam métodos diferentes e formulam perguntas diferentes. Para Marcum (2003, p. 37), “enquanto o objetivo geral da ciência é conhecer a natureza do mundo, o da teologia cristã tradicional é conhecer a natureza trina de Deus, especialmente a encarnação e a ressurreição de Jesus e a nossa relação com Deus através de Cristo.”

Uma das razões da defesa da independência está apoiada na suposta natureza antagônica entre a ciência e a religião: a primeira lida com "fatos" objetivos, e a segunda trata de assuntos morais, sob uma perspectiva pessoal e subjetiva, ou seja, a ciência utiliza o método científico, a objetividade, e a religião, ao contrário, toma por base o método religioso, alicerçado na fé e fundamentado na subjetividade.

Para Barbour (1997), a maioria dos cientistas procura separar a análise científica do universo – centrado nos processos físicos que produziram sua aparição, sua evolução temporal e seu desenvolvimento –, das narrações sobre a criação surgidas em contextos religiosos. A religião também não teria interesse nos processos físicos do universo, ela busca elaborar uma teologia acerca da divindade, visando a conhecer a natureza de Deus e a relação entre Deus e o homem, por meio da narração de histórias de salvação, de experiências religiosas e de encontro com Deus.

Nessa perspectiva, não teria sentido relacionar ciência e religião. Para Barbour, suas perspectivas são incomunicáveis, seus planos de desenvolvimento paralelos. Esta

afirmação do autor aproxima-se da idéia de Galileu sobre a confecção dos dois livros: a Bíblia, que não deveria ser lida como um livro-texto de ciência, uma vez que fala de coisas espirituais, e o outro, o da natureza, que abordaria o estudo científico. Ou seja, essa distinção mostra que a ciência e a religião estão em planos distintos.

Stanley Jaki, doutor em história e filosofia da ciência, é um dos adeptos da idéia de que a ciência e a religião são independentes. Em uma entrevista¹⁰⁰, com o tema *Nadie debe unir lo que Dios ha separado*, ele aborda as relações entre o trabalho científico e as questões filosóficas e religiosas que estão na base de toda a Ciência. Perguntado sobre qual descreveria ser a atitude da Igreja Católica para com a Ciência ao longo da história, Jaki responde que ela: “[...] ha sido muy benefícosa. Considerada en sí misma, dicha actitud no tiene que ser útil a la Ciencia como tal, dado que el campo de la Iglesia no es el mundo de la Ciencia. Como se decía en tiempos de Galileo, y como de hecho el propio Galileo afirmó citando a San Agustín: "la razón de ser de la Iglesia no es explicar a la gente cómo funciona el Cielo, sino cómo ir al Cielo.” (1991, p. 78).¹⁰¹

Ao responder a pergunta: O que se deve fazer quando as conclusões à que chega a Ciência são contrárias aos ensinamentos da Igreja? Stanley (1991, p. 78), afirma:

[...] toda conclusão científica é sempre quantitativa. Como tal, não tem conteúdo moral nem sequer ontológico¹⁰²: o estatuto ontológico está pressuposto [...] quando nos deparamos com conclusões científicas opostas aos ensinamentos da Igreja, não devemos jamais perder a calma. Devemos especificar a natureza das objeções, sejam elas quantitativas ou não. No primeiro caso, não é possível ir contra os ensinamentos da Igreja; no segundo caso, não são objeções científicas: são objeções filosóficas, éticas ou pseudofilosóficas, devendo ser tratadas como tais.

Também defensor da visão moderna da coexistência pacífica entre a ciência e a religião, já que são independentes, Stephen Jay Gould, descreve-a como *magisteria non-overlapping* (NOMA).¹⁰³ Para o autor, a ciência e a religião teriam cada uma o seu próprio *magisterium*, os quais não se sobrepõem. Por tratarem fundamentalmente de aspectos separados da experiência humana, aos cientistas caberia explicar o que diz respeito ao mundo

¹⁰⁰ Baldwin e Mascareño (1991, p. 76-82)

¹⁰¹ “[...] foi muito benéfica e, considerada em si mesma, essa atitude não tem porque ser útil à Ciência como tal, uma vez que o campo da Igreja não é o mundo da Ciência. Como se dizia no tempo de Galileu – e como ele próprio afirmou, citando Santo Agostinho – a razão de ser da Igreja não é mostrar às pessoas como o Céu funciona, mas mostrar-lhes como chegar lá.”

¹⁰² Ontologia é a disciplina filosófica que trata das questões relacionadas ao ser das coisas, ou seja, o método científico é incapaz de responder a questões morais como “Isso é bom ou mau?” e ontológicas “O que é isto na sua mais profunda essência?”, “Por que isto existe, se é que existe?”.

¹⁰³ Traduzido como “Magistério não-sobreposto” ou “não-interferentes”. O magistério na igreja católica, que se refere ao exercício da autoridade de ensinar, ligada ao episcopado.

natural, e os filósofos e religiosos estariam encarregados das questões sobre o sentido da existência.

Não vejo como a ciência e a religião podem ser unificadas, ou mesmo sintetizadas, sob qualquer esquema comum de explicação ou análise; mas tampouco entendo por que as duas experiências devem ser conflitantes. A ciência tenta documentar o caráter factual do mundo natural, desenvolvendo teorias que coordenem e expliquem esses fatos. A religião, por sua vez, opera na esfera igualmente importante, mas completamente diferente, dos desígnios, significados e valores humanos - assuntos que a esfera factual da ciência pode até esclarecer, mas nunca solucionar. De modo semelhante, enquanto os cientistas devem agir segundo princípios éticos, alguns específicos à sua profissão, a validade desses princípios nunca pode ser deduzida das descobertas factuais da ciência.

Para Gould (2002, p. 85-86) as dificuldades entre os magistérios podem ocorrer devido ao dogmatismo de seus adeptos:

Todas as profissões têm dogmáticos e pessoas que abusam de seu poder, e essas pessoas muitas vezes ocupam posições influentes. [...] muitos intelectuais religiosos ficaram felizes em ceder terreno inadequado ao domínio legítimo da ciência, mas outros, em particular em posições de liderança, escolheram não ceder um centímetro sequer, e então lançaram mão da antiga dicotomia para qualificar o magistério nascente da ciência de um bando de usurpadores mal-intencionados sob o comando do demônio [...].

Gould apresenta alguns exemplos ao longo da história de religiosos devotados e influentes defensores do método científico e de cientistas que permitiram que o pensamento religioso intervisse em sua investigação científica. O autor relata a correspondência entre Newton e o reverendo Thomas Burnet na qual parece que a posição entre os dois está invertida, pois é o filósofo da natureza que defende a criação da Terra em seis dias em vez do clérigo que a contrapõe com argumentos científicos.

Em seu livro ele procura mostrar que não há conflito entre a ciência e a religião, e diz que algumas histórias contadas, como a de que a Igreja Católica teria se oposto à viagem de Colombo às Índias por acreditar que a Terra fosse plana¹⁰⁴, que até hoje ainda é ensinado nas escolas não são nada mais do que mitos modernos. Gould (Ibid., p. 93) explica:

As traduções de muitos textos gregos e árabes para o latim no século XII contribuíram muito para propagar os conhecimentos gerais de ciência natural entre pensadores, particularmente a astronomia – e as convicções sobre a esfericidade da Terra foram disseminadas e fortalecidas. Roger Bacon (1220-1292) e Tomás de Aquino (1225-1274) afirmavam a esfericidade fazendo referência a Aristóteles e seus comentadores árabes, assim como os maiores cientistas da alta Idade Média,

¹⁰⁴ Segundo Rubenstein (2005) ainda era possível encontrar pessoas que acreditavam que a Terra era plana, mas “nenhum europeu instruído dava crédito a essa hipótese”, um exemplo foi às viagens de Colombo em busca das rotas às Índias e da conversão de novos povos ao Cristianismo.

incluindo Nicholas Oresme (1320-1382). Todos esses homens faziam parte de ordens religiosas.

Nesta visão, fica evidente que a ciência e a religião devem permanecer cada uma dentro de seu próprio domínio, os cientistas não devem querer resolver questões de natureza teológica, assim como os teólogos não devem tentar interpretar cientificamente textos sagrados, pois os interesses e enfoques da religião não condizem com os da ciência. O enfoque da narrativa bíblica não está direcionado ao querer ensinar ciência, ele é estritamente teológico.

Marcelo Gleiser em seu livro, *A dança do Universo*, diz que é possível a compatibilidade entre a ciência e a religião, desde que não haja interferência equivocada entre elas, ou seja, o conflito ocorre devido “à aplicação errônea tanto de ciência em debates teológicos como de religião em debates científicos”. (1997, p. 39).

Para Gleiser alguns estudiosos da ciência têm rejeitado a oposição entre ciência e religião, para eles,

[...] além da racionalidade científica reside um sentimento humano que conduz o homem na elaboração de respostas para as origens do Universo. A ciência seria um conjunto de tentativas de respostas. A religião, por seu lado, uma experiência análoga à ciência. Enquanto uma utiliza métodos e experimentação, a outra se serve de mitos e contos. Mas, como ambas se constituem como buscas, hipóteses e ensaios, não se pode dizer que uma tem precedência ou mais valor que a outra.

Há cientistas, como Stephen Hawking, professor de Física Teórica da Universidade de Cambridge, que procuram utilizar do bom senso na discussão, ao não defenderem a superioridade da ciência sobre a religião, embora possuam uma posição bem definida sobre assuntos em que ambas estão envolvidas. Hawking, ao ser perguntado se havia um conflito entre a ciência e a Igreja, responde: “[...] então Newton não descobriu a lei da gravidade”. Nessa resposta está embutido o conhecimento dele sobre Newton, um crente religioso fervoroso.

Ao ser entrevistado por jornalistas na Universidade de Santiago de Compostela, na Galiza, Hawking afirmou que não demorará à ciência – e não às religiões – em dar uma resposta definitiva sobre a origem do Universo. Na reportagem apresentada na edição *on-line* do jornal espanhol *El País*, Hawking, ao se referir às leis em que se baseia a Ciência para explicar a origem do Universo, esclareceu: “no dejan mucho espacio para milagros o para Dios”. E completou: “La cuestión es: ¿el modo en que comenzó el universo fue escogido por

Dios por razones que no podemos entender o fue determinado por una ley científica? Yo estoy con la segunda opción”. (FÁBREGAS, 2008).

A Tese Complexa

Até aqui, procuramos mostrar as três abordagens presentes nos debates historiográficos: aquela em que ciência e religião caminham em conflito, aquela em que o diálogo possibilita a convivência entre elas e aquela que apóia a idéia de serem elas independentes.

Os argumentos dessas interações mostram como esta relação é complexa, pois, por um lado, temos os defensores da existência de conflito entre a ciência e a religião, como as condenações pela Inquisição de cientistas que defendiam posições contrárias ao que pregava a Igreja.

Por outro lado, as teorias de Galileu e de Kepler, influenciadas por suas pelas idéias religiosas, que buscavam inspiração na obra do Criador e na leitura das Sagradas Escrituras levam à idéia do diálogo na relação entre ciência e religião. Relacionam-se aqui também as idéias de Copérnico, Pascal, Leibniz e Newton, que, além de serem devotados às religiões que professavam, impulsionaram a ciência com suas descobertas nos séculos passados.

Por outro lado, ainda, ao considerarmos que a ciência lida com fatos objetivos e que a religião trata de assuntos morais, sob uma perspectiva pessoal e subjetiva, somos levados a pensar nessa relação sob um outro ângulo, isto é, que elas não se confirmam e nem se contradizem, ou seja, uma independente da outra.

A tese tradicional do conflito predominou entre os historiadores e influenciou o meio acadêmico na análise da relação entre a ciência e a religião, mostrando que a ciência havia vencido o embate. Mas, esta relação não pode ser interpretada considerando apenas as abordagens tradicionais, seja ela a do conflito ou a da harmonia, pois elas são simples demais para tratar do assunto na sua complexidade. Se há conflitos em alguns episódios, não os há em outros, o mesmo acontecendo com a harmonia. Assim, essas abordagens não podem ser generalizadas para todos os casos. Sobre a *Tese do Conflito*, Linderberg e Numbers (1987, p. 140) dizem:

Durante a última terça parte do século dezenove Andrew Dickson White e outros usaram metáforas militares para descrever a relação histórica entre ciência e Cristianismo. Entretanto, recentemente os especialistas têm mostrado que a tese da "guerra" é uma distorção total [...] a interação entre ciência e Cristianismo é muito rica e diversa para ser coberta por qualquer fórmula simples.¹⁰⁵

A idéia da complexidade da relação entre a religião e a ciência é defendida também por Ferngren (2000, p. xiii):

Enquanto alguns historiadores consideram a tese Draper-White como simplificada demais e distorcendo uma relação complexa, no início do século vinte ela passou por uma reavaliação mais sistemática. O resultado foi o reconhecimento crescente entre historiadores profissionais que a relação da religião com a ciência foi muito mais positiva do que se pensa normalmente. Enquanto imagens populares da controvérsia continuam exemplificando a suposta hostilidade do Cristianismo às novas teorias científicas, os estudos tem mostrado que o Cristianismo algumas vezes alimentou e encorajou o esforço científico, enquanto em outros períodos os dois coexistiram sem tensão entre eles ou de tentativas de harmonização. Se Galileu e o julgamento de Scopes vêm a mente como exemplos de conflito, eles foram às exceções mais do que a regra.¹⁰⁶

A linha que delimita as interações entre ciência e religião é muito tênue. Embora a relação possa apresentar-se, algumas vezes, harmoniosa e, outras vezes, de independência, não podemos descartar a ocorrência do conflito, ainda que, como diz Ferngren, ele seja mais a exceção do que a regra.

Os historiadores da ciência têm substituído, em seus trabalhos sobre a relação entre a ciência e a religião, a *Tese do Conflito* pela *Tese Complexa*, reforçando a idéia de que, em cada acontecimento, pode haver uma sobreposição entre as interações de diálogo, de apoio mútuo e até de conflito. Segundo Sepulveda (2003, p. 35) a *Tese do Conflito* foi muito criticada pelos historiadores

A despeito de a tese do conflito continuar viva no imaginário popular, nos discursos dos fundamentalismo protestante e de cientificistas, e mesmo nos livros didáticos de Ciências, os trabalhos de White e Draper vêm sendo veementemente criticados e desacreditados na historiografia da ciência.

¹⁰⁵ During the last third of the nineteenth century Andrew Dickson White and others used military metaphors to describe the historical relationship between science and Christianity. Recent scholarship, however, has shown the "warfare" thesis to be a gross distortion [...] the interaction between science and Christianity was far too rich and varied to be covered by any simple formula.

¹⁰⁶ While some historians had always regarded the Draper-White thesis as oversimplifying and distorting a complex relationship, in the late twentieth century it has undergone more systematic reevaluation. The result has been the growing acknowledgment among professional historians that the relationship of religion and science has been much more positive one than is usually thought. While popular images of controversy continue to exemplify the supposed hostility of Christianity to new scientific theories, studies have shown that Christianity has sometimes nurtured and encouraged scientific endeavor, while at other times the two have coexisted without either tension or attempts at harmonization. If Galileo and the Scopes trial come to mind as examples of conflict, they were the exceptions rather than the rule.

Ao revolucionar a interpretação e a metodologia da história a abordagem não-*Whig* contribuí para que a *Tese do Conflito* seja superada. Assim, a *Tese Complexa* passou a ser a utilizada pelos pesquisadores para a análise da relação entre a ciência e a religião. Os historiadores perceberam que a relação entre a ciência e a religião não poderia ser analisada sem levar em consideração que ela muda de tempo em tempo, de lugar para lugar, superando a visão de uma história *Whig*, em que os acontecimentos ocorrem cada um em seu compartimento, de forma estanque e acumulativa. Como diz Finocchiaro (2001, p. 115):

[...] em qualquer caso, existem vários tipos de influência: pressuposição, sanção, motivo, prescrição e a fonte material. E os relatos não são menos complexos do que a relação: a ciência pode se referir, por exemplo, aos contextos de descoberta, à justificação, ou popularização; e a religião pode se referir à teologia, à metafísica, visão de mundo, mito, ritual e instituições eclesíásticas, por exemplo.¹⁰⁷

Essa complexidade da relação entre a ciência e a religião dificulta qualquer afirmação categórica, ainda mais quando o debate historiográfico pode ser influenciado pelas crenças religiosas e anti-religiosas dos historiadores.

O ditado popular “nem muito ao céu nem muito a Terra” parece ser viável, quando tratamos desta relação. Ou seja, para não entrar em contradição, não podemos nos deixar influenciar por trabalhos como o apresentado por Draper e White, que levantam a bandeira de que há somente conflito entre a ciência e a religião, mas, por outro lado, devemos nos lembrar, como diz Hess (2003, p. 164)¹⁰⁸, de que “o extremo oposto de construir uma contra mitologia de harmonia e cooperação gerais entre ciência e religião também deve ser escrupulosamente evitado”.

Este estudo das tendências historiográficas servirá de referencial para que possamos no capítulo V analisarmos os livros-texto de história da matemática.

¹⁰⁷ [...] in any case, there are several different kinds of influence: presupposition, sanction, motive, prescription, and substantive source. And the relata are no less complex than the relationship: science can refer, for example, to the contexts of discovery, justification, or popularization; and religion can refer to theology, metaphysics, worldview, myth, ritual, and ecclesiastic institutions, for example.

¹⁰⁸ In Bennett e Peters (2003)

CAPÍTULO IV

ALGUNS EPISÓDIOS DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA

“Eu não concordo com o que você diz, mas eu defenderei até a morte o seu direito de dizer o contrário do que penso.”

Voltaire

A visão da antiguidade e a visão judaico-cristã

A Visão da Antiguidade

Na antiguidade, civilizações, como a egípcia e a mesopotâmia, cultuavam vários deuses. As explicações cosmológicas egípcias eram dadas por meio dos deuses, que eram onipresentes: o deus-céu era o céu, o deus-terra era a terra, o deus-Nilo era o Nilo e o deus-ar era o ar.

Essa visão prosseguiu com o homem grego na chamada antiguidade clássica (século VIII a.C. ao século V d.C). Politeístas e adeptos do panteísmo¹⁰⁹ estabeleciam vinculação religiosa entre o universo e os deuses que exerciam influência direta sobre o comportamento humano. O panteísmo não está relacionado à multiplicidade de divindades, mas às múltiplas formas de presença divina na natureza e na vida humana.

Os deuses onipresentes do Olimpo grego eram personificados e identificados com a natureza, havia uma dependência nas explicações nos deuses, que eram os responsáveis por reger, além do destino do homem (Afrodite, deusa do amor e da beleza; Hera, do casamento, das mulheres casadas, das crianças e dos lares; Dioniso, deus do vinho e do delírio místico), o da própria natureza, considerada como uma divindade, “um ser eterno em processo de contínua auto-regeneração” (HOOYKAAS, 1988, p. 18). A natureza era representada pelas deusas Geia, da terra; Hestia, do fogo; e pelos deuses Urano, do Universo; Titãs, do Oceano; e Zeus, o pai dos deuses, o deus supremo do mundo, a quem era atribuído o lançamento, pela sua poderosa mão direita, dos relâmpagos, trovões, tempestades e raios destruidores e também a de enviar a chuva benéfica para a fecundação da terra e amadurecimento dos frutos.

Para a metafísica grega, a divindade era uma força imaterial, racional e impessoal conhecida por nossa razão. No panteísmo grego, os deuses e o universo formariam uma unidade que constituiria um todo indivisível. Para os gregos o mundo (sensível e inteligível) era eterno. O universo é uma mera manifestação dos deuses, que dele não se distingue nem se separa. Os deuses são imanentes à natureza, o que implica que a sua ação confunde-se com a da natureza.

¹⁰⁹ Doutrina que identifica o universo (em grego: *pan*, tudo) com Deus (em grego: *theos*).

Ao se referir aos antigos gregos, Hooykaas (1988, p. 17) diz que eles estabeleciam uma relação intrínseca entre cosmogonia¹¹⁰ e teogonia¹¹¹ e que, para eles, “os deuses personificavam¹¹² os poderes cósmicos resultantes de processos de amor e geração. O mundo era um organismo vivo, a divina fonte de todos os seres vivos – e até dos deuses”.

Segundo Merchant (1992, p. 9), para a maioria das culturas tradicionais a Terra era vista como um organismo vivo, os “fluidos do corpo, como a saliva e o sangue, eram comparados aos rios, mares e lagoas”. Era comum a analogia entre o sistema reprodutivo feminino e a capacidade criadora e a habilidade da mãe terra para dar à luz a pedras e metais que eram amadurecidos no interior do seu útero por matrimônio com o sol, a natureza era percebida como uma força viva.

Para os filósofos pré-socráticos¹¹³, nesta concepção cosmocêntrica, o homem pertencia ao microcosmo que estava submetido à vontade inexorável do macrocosmo e da ação bondosa dos deuses imortais. Os astros que compõem o universo são mais perfeitos do que o homem. Portanto, as explicações sobre a natureza da realidade sensível, sobre seus fenômenos e as suas causas físicas estavam vinculadas aos caprichos, à compaixão ou à cólera dos deuses.

Para Gingras et al., (2007, p. 29), os gregos só começaram a se distinguir das civilizações egípcia e mesopotâmica, quando os pensadores jônicos passaram a eliminar os deuses como elementos explicativos dos fenômenos físicos e biológicos. Ao invés de explicar os fenômenos como o resultado da ação bondosa ou da cólera dos deuses, Tales de Mileto (VI a.C.) foi o primeiro a afirmar que o relâmpago era fruto do movimento rápido do ar.

Segundo Simaan e Fontaine (2003, p. 24-25), ao rejeitar os mitos, “alguns homens irão então ou negar qualquer noção de deus ou, antes, conceber a idéia de um princípio divino abstrato que não os impeça de buscar explicações naturais para os fenômenos que observam.”

Simaan e Fontaine citam Xenófanes de Colofão¹¹⁴ como exemplo da eliminação dos deuses ou deusas das explicações sobre os fenômenos, entendendo que eles são o reflexo do próprio mundo dos homens, com sentimentos e emoções idênticas às suas.

¹¹⁰ Criação ou origem do universo.

¹¹¹ Genealogia e filiação dos deuses pagãos.

¹¹² Tornar igual a uma pessoa.

¹¹³ Tales de Mileto, Anaximenes de Mileto, Anaximandro de Mileto e Heráclito de Éfeso; Árcitas de Tarento; Xenófanes, Parmênides de Eléia, Zenão de Eléia e Melisso de Samos. Empédocles de Agrigento, Anaxágoras de Clazômena, Leucipo de Abdera e Demócrito de Abdera.

¹¹⁴ DUMONT-GALLIMARD, J. P. **Xenófanes de Colofão**. Les Présocratiques [os pré-Socráticos] Paris. Bibliothèque de La Pléiade. 1988.

Os mortais pensam que os deuses nascem, que possuem vestes, voz e forma semelhantes às deles.
 [...] No entanto, se os bois, (os cavalos) e os leões também tivessem mãos, e se com essas mãos soubessem desenhar,
 E soubessem modelar as obras que (com arte, só) os homens confeccionam,
 Os cavalos forjariam deuses eqüinos, e os bois dariam aos deuses forma bovina.
 Cada qual desenharia para o seu deus uma aparência imitando a atitude e o corpo de cada qual.

Xenófanes mostra que o seu deus não tem nada em comum com as múltiplas divindades nas quais as pessoas acreditam, e a quem rendem cultos obrigatórios:

Um só deus, o maior, para os deuses e para os homens,
 E em nada se parece com os mortais,
 Nem por sua atitude, nem pelo que pensa
 E vê tudo por inteiro, concebe tudo por inteiro
 Entende tudo por inteiro
 Sem esforço, e apenas com o poder do espírito
 Dá impulso a todas as coisas.

O homem, ao se afastar dos mitos e ficar distante dos deuses que, incessantemente, encontravam-se metidos nos assuntos humanos, abre caminhos para a busca de causas naturais para aquilo que se observa na natureza.

Mesmo sendo inovadora, a posição dos jônicos contrária ao antropomorfismo¹¹⁵, de se afastar de uma interpretação primitiva e ingênua do mundo e de sua origem, não altera a idéia fundamental, que ainda permanecia a mesma. A doutrina de Tales tinha a água como o princípio eterno e imutável na origem da Natureza e das transformações de todas as coisas, assim como, para Anaximandro, o elemento principal era o infinito e, para Anaxímenes, seria o ar (*phýsis*). Para os jônicos, “*phýsis* era praticamente o mesmo que gênese, representando principalmente o processo do vir-a-ser e do crescimento de todas as coisas. A ‘matéria’ tinha-se transformado no próprio ser divino, que atuava nela e com ela formava um todo indiviso.” (HOOYKAAS, 1988, p. 17).

Depois que os filósofos eleáticos, como Parmênides, demonstraram que o ser divino era imutável e que as transformações ocorridas na natureza como a criação, a variedade, a mudança e o movimento não passavam de uma ilusão dos sentidos, coube aos filósofos da natureza, que os precederam, a tarefa de “salvar os fenômenos”.

É indiferente que as concepções dos pré-socráticos sejam divergentes, como explica O. Gilbert¹¹⁶ (apud Hooykaas, 1988, p. 20) “toda especulação dos jônicos e dos

¹¹⁵ Doutrina que confere à Divindade, forma, atributos e atos humanos.

¹¹⁶ O. Gilbert. Arch. F. Gesch.Phi, xxii, p. 279.

eleáticos, e até mesmo dos pitagóricos, nada mais é do que a busca da divindade: isto é, da substância divina que determina e dirige o desenvolvimento do mundo”.

O monismo pré-socrático negava os deuses mitológicos e a fase antropocêntrica tem início com Sócrates (o homem como o centro do universo); vem com ela o refinamento do conceito de um único Deus, como causa externa do mundo. Os homens e os deuses deixam de se mesclarem.

A partir desta fase, ao contrário de centrar-se na natureza física dos jônicos, o centro das preocupações da filosofia passa a ser o homem, porque ele é “capaz de produzir conhecimento por possuir uma alma”. (ANDERY et al., 2007, p. 59). Na academia de Platão (427-347 a.C.), entre as diversas discussões aparecem temas sobre a essência da alma e o mundo das idéias, e no Liceu de Aristóteles (383-322 a.C.), a eternidade do mundo, o Primeiro Motor Imóvel e a idéia de que alma do homem não é imortal.

Assim, a divindade deve ser alcançada pelo intelecto por meio do conhecimento. As duas escolas polarizam o conhecimento sobre a natureza, a de Platão, “considerava o mundo como formado por Idéias absolutamente imutáveis”, influenciada pelas idéias dos eleáticos, pela geometria de Tales e de Euclides (330-275 a.C) e pelas concepções pitagóricas do universo, de um deus “geômetra e musicista, ordenador de um mundo harmônico fundado em proporções perfeitas, refletindo a perfeição divina” (SIMAAN; FONTAINE, 2003, p. 30). Baseada no pensamento geométrico, que situa nos números e nas formas o fundamento de qualquer estrutura, incluindo o Universo, é que a academia de Platão defenderá suas idéias.

O problema da causalidade foi resolvido por Platão com a inserção de uma personalidade divina que exerce a função causadora, a quem ele deu o nome de Demiurgo que significa “o artista”, e que se estendeu para o sentido mais geral de “criador”.¹¹⁷ Com este mito, Platão explica a construção do cosmos. O “Deus” no sistema de Platão é, pois, o Demiurgo, e a sua imagem é a do ordenador do mundo material, causa do movimento nele existente e da ordem em geral.

Enquanto isso, no Liceu de Aristóteles, a concepção era a de que as idéias e os pensamentos derivavam da observação da natureza, propiciada a partir do que percebemos por meio de qualquer um dos sentidos. Para os Aristotélicos, na natureza havia uma relação de causa e efeito, eles acreditavam também na causa da finalidade. Mostravam interesse em conhecer a intenção, o propósito e a finalidade que estava por trás das coisas.

¹¹⁷ No Novo Testamento este termo é usado como Criador do Universo.

Aristóteles distinguia o mundo sublunar, dos humanos, corruptível e imperfeito, onde é possível procurar as causas naturais para os fenômenos observados, do mundo supralunar (mundo divino), localizado acima da lua, perfeito e incorruptível. (SIMAAN; FONTAINE, 2003).

O “Deus” de Aristóteles era a essência pura, separada da realidade sensível, chamado por ele de Primeiro Motor Imóvel, que move o mundo como causa final, sem que ele mesmo se mova. “Deus” aparece como causa externa e inteligente do mundo. Postulou a tese da eternidade do mundo de que a alma individual do homem é perecedora e corruptível; portanto, não poderia ser imortal como a dos deuses.

Resumindo, os gregos no início eram politeístas, mas depois passaram a conceber a idéia de um único deus imutável que rege o universo, eliminando os deuses das explicações; para Tales, Anaximandro e Anaxímenes era o princípio eterno que transforma todas as coisas; para Aristóteles, o Primeiro Motor Imóvel e para Platão, o Demiurgo. A concepção de que o universo não teve um criador foi mantida pelos pensadores gregos. Em relação à natureza, os gregos pouco alteraram a concepção panteísta que tinham, segundo Hooykaas (1988), Platão e Aristóteles tinham algo em comum, eles a reconheciam como sendo inteligível e como um organismo vivo. A postura grega frente à natureza era a de subestimação do poder humano, deificação da natureza, superestimação da razão humana e depreciação do trabalho manual. Com os gregos, aparece também a oposição do homem ao cosmo com a desumanização desse último.

A visão judaico-cristã

A partir do século IV, o cristianismo acabou por se tornar a religião oficial do Império Romano. Pregada por Cristo e seus apóstolos, e depois difundida e explicada pelos seus seguidores, passou a ser uma doutrina que leva como mensagem aos fiéis a idéia de um mundo criado por um único Deus ou Alá, personalizado em Jesus ou Maomé, uma pessoa misteriosa, que tem predicados como os da eternidade, infinitude, justiça, misericórdia, onipotência, onisciência, liberdade e de uma bondade infinita, que se revela ao espírito dos que possuem fé e que criou o homem de acordo com o que está descrito no Gênesis “à sua imagem e semelhança”.

Após a Reforma, o Cristianismo foi dividido em três grandes ramos: catolicismo, protestantismo e ortodoxia. Nesta pesquisa, enfatizaremos mais o catolicismo. Como não é possível ver e nem tocar Deus, o catolicismo propõe conhecê-lo por meio das revelações contidas na Bíblia, como defendem os padres da Igreja, ao afirmarem que existem verdades supremas que não são possíveis de a razão conhecer; foram reveladas por Deus, estão na Bíblia e devem ser interpretadas pela Igreja e não individualmente.

Assim, para alcançar o conhecimento religioso, o homem não necessita conhecer e produzir verdades sobre o mundo, bastando apenas que ele compreenda a verdade bíblica que lhe é dada pronta, interpretada e revelada pela Igreja. Segundo Aranha e Martins (1993, p. 101), na experiência religiosa, o sujeito se relaciona não com “coisas” da realidade que ele vai tentar conhecer, mas com “objetos” que surgem a ele já interpretados e explicados pela doutrina religiosa. Nesse sistema, será considerado herético quem fizer questionamentos contrários aos dogmas estabelecidos e às explicações dadas pela autoridade divina da Igreja.

A grande tarefa de Santo Agostinho (354-430) foi defender a fé católica do que era considerado herético. Em 401, ele escreve o trabalho *Genesi literal ad Litteram*, um comentário sobre o Gênese, ele admite como certo que a Sagrada Escritura é verdadeira e que é descrição do mundo, por isso, não pode estar em conflito com as Sagradas Escrituras se forem corretamente interpretadas.

Santo Agostinho se opõe aos ataques sobre a verdade da história da criação no Gênese com base na física aristotélica. Por exemplo, em relação ao capítulo I, versículo 7, do Gênese, ele afirma: “E Deus fez o firmamento, e dividiu as águas que estavam debaixo do firmamento das águas que estavam acima do firmamento: e foi assim.” (O’CONNOR e ROBERTSON, 2002)¹¹⁸.

Comentadores bíblicos, como Santo Agostinho (354-430 dC), atribuíam aos pitagóricos um significado especial. Dizia que o motivo de Deus ter criado o mundo em seis dias estava relacionado à propriedade do número seis. Apoiado nos Pitagóricos, Agostinho acreditava que os números iguais à soma de seus fatores são perfeitos. Assim o número seis é o primeiro número perfeito ($6=1+2+3$), os seis dias do Gênese revelam a perfeição da criação. Era comum o uso de regras para extrair significados dos números que se tornaram sagrados nas sete artes liberais; no mundo de Macrobius, Capella, Boeticus, entre outros, essas regras apresentam formas interessantes de explicação aplicáveis igualmente às Escrituras e à filosofia natural (SOBOL, 2000).

¹¹⁸ And God made the firmament, and divided the waters which were under the firmament from the waters which were above the firmament: and it was so

Após Santo Agostinho, entre outros padres da Igreja, aparece Tomás de Aquino (1225-1323), que relê a metafísica grega, principalmente Aristóteles e Platão, para construir a metafísica cristã. Para Rubenstein (2005, p. 10), a grande paixão de personagens como Pedro Abelardo, Roger Bacon, Tomás de Aquino, Guilherme de Occam e Mestre Eckhardt, “era integrar a compreensão que tinham de como as coisas eram e como deveriam ser. Sua missão, como aristotélicos e cristãos, era introduzir ordem intelectual e moral num mundo em transformação”.

Segundo Lindberg (2000, p. 262), a principal preocupação dos filósofos naturais do século XII foi “a tarefa de harmonizar as explicações da construção do cosmo de Platão pelo Demiurgo (Platão artífice divino), com a explicação da Criação no Gênesis”¹¹⁹, o que não foi suficiente para evitar que muitas das idéias gregas não fossem aceitas pelo cristianismo.

Por volta do século XV, o papado tentou impor a ciência aristotélica, e Nicolau V (1452) decreta o pensamento aristotélico como a doutrina oficial da Universidade de Paris. O rei Luiz XI, mesmo entrando às vezes em conflito com a Igreja, em 1473, devido à força do nominalismo no pensamento teológico, decreta que as idéias de Aristóteles e Tomás de Aquino devem ser ensinadas autoritariamente, sem admitir contradição.

Foi importante esta conciliação feita por Tomás de Aquino da tradição filosófica grega com a fé cristã, pois, segundo Barbour (1997), possibilitou a articulação de um método distinto para a ciência e a religião, que iria dominar o pensamento ocidental durante o século XVII, além de manter o poder da Igreja, que se sentia ameaçada de perder parte do seu rebanho de fiéis aos dialéticos, pelo fato de os dialéticos terem entrado em contato com o Oriente, nas Cruzadas, e assim poderem acessar os ensinamentos aristotélicos.

A crença na existência de Deus era acessível pela revelação, como também, por meio da chamada “luz natural da razão”. O mundo é regido pelas determinações religiosas transcendentais, o conhecimento, como afirmava Santo Agostinho, passa a ser um ato da iluminação divina (ANDERY et al., 2007). Para Tomás de Aquino, a existência de Deus poderia ser demonstrada por meio da razão, para isto, bastaria aplicar as cinco vias de demonstração: Primeiro Motor Imóvel, Causa Primeira, Ser Necessário, Ser Perfeito, Inteligência Ordenadora. A razão poderia levar o homem a conhecer algumas verdades fundamentais para a própria fé, como a certeza, de que Deus existe.

O monoteísmo judaico-cristão, da crença em um único Deus, um ser superior, todo-poderoso, que governa todos os acontecimentos do mundo visível, cada vez mais se

¹¹⁹ [...] the task of harmonizing Plato's account of the construction of the cosmos by the Demiurge (Plato's divine craftsman) with the account of Creation in Genesis.

fortalecia. Assim, os acontecimentos ocorridos na vida do homem passam a estar sempre atrelados a Deus, nele tudo teve o seu começo e nele tudo se encerrará inclusive o próprio homem.

Com a ascensão do monoteísmo sobre o politeísmo estabeleceu-se também um deslocamento na crença sobre a criação do Universo. Para os cristãos, não era preciso vários deuses para a criação do universo, mas apenas um único Deus, que criou o mundo a partir do nada, *ex nihilo*, e terá o seu fim no dia do Juízo Final, como dizia Santo Agostinho, que era ortodoxo sobre esta questão.

Segundo Chauí (2000, p. 53), além da idéia da criação do mundo introduzida neste período, havia ainda as “de pecado original, de Deus como trindade (o Pai, o Filho e o Espírito Santo), de encarnação e morte de Deus, de juízo final ou de fim dos tempos e ressurreição dos mortos, etc.” Eram todas desconhecidas para os filósofos greco-romanos.

O Deus bíblico coloca o homem no centro do universo. Mas, as explicações do mundo sobre o universo e os fenômenos naturais terão de ter como sustentação a divindade. Nesse período, em tudo que se olhava via-se a mão de Deus.

As explicações das verdades bíblicas são dadas por meio das narrativas religiosas que fornecem explicações sobre a origem do Universo, da Terra e do Homem, e sobre o destino do homem após a morte.

A teoria explicativa mais conhecida na tradição judaica e cristã, narrada na Bíblia, está no primeiro livro da Bíblia, o de Gênesis.

Nele estão contidas as explicações sobre os acontecimentos, desde a história da criação do nosso Universo e do homem, na perspectiva judaica; a história do homem primitivo; a história do povo escolhido, passando pela vida dos patriarcas do gênero humano, Adão e Noé e patriarcas do povo hebreu, Abraão, Isaque, Jacó, até a morte de José no Egito.

As explicações contidas na Bíblia, principalmente no livro de Gênesis, têm sido as que mais suscitam debates. A Bíblia é dividida em duas partes, a primeira, anterior a Jesus Cristo, a segunda, posterior. Na primeira parte temos o Antigo Testamento, nele o livro de Gênesis, que se encontra, no primeiro capítulo, a narração sobre a história da criação do nosso Universo e do homem. Vejamos alguns versículos:

¹ No princípio Deus criou os céus e a terra. ² A terra, porém, estava sem forma e vazia; havia trevas sobre a face do abismo, e o Espírito de Deus pairava por sobre as águas. ³ Disse Deus: Haja luz; e houve luz. [...] ⁵ Chamou Deus à luz Dia e às trevas, Noite. Houve tarde e manhã, o primeiro dia. ⁶ E disse Deus: Haja firmamento no meio das águas e separação entre águas e águas. [...] ⁸ E chamou Deus ao firmamento Céus. Houve tarde e manhã, o segundo dia. ⁹ Disse também Deus:

Ajuntem-se as águas debaixo dos céus num só lugar, e apareça a porção seca. E assim se fez.¹⁰ À porção seca chamou Deus Terra e ao ajuntamento das águas, Mares. E viu Deus que isso era bom. [...] ¹¹ E disse: Produza a terra relva, ervas que dêem semente e árvores frutíferas que dêem fruto segundo a sua espécie, cuja semente esteja nele, sobre a terra. E assim se fez.¹³ Houve tarde e manhã, o terceiro dia. ¹⁴ Disse também Deus: Haja luzeiros no firmamento dos céus, para fazerem separação entre o dia e a noite; e sejam eles para sinais, para estações, para dias e anos.¹⁶ Fez Deus os dois grandes luzeiros: o maior para governar o dia, e o menor para governar a noite; e fez também as estrelas. ¹⁹ Houve tarde e manhã, o quarto dia. ²⁰ Disse também Deus: Povoem-se as águas de enxames de seres viventes; e voem as aves sobre a terra, sob o firmamento dos céus. [...] ²³ Houve tarde e manhã, o quinto dia. ²⁵ E fez Deus os animais selváticos, segundo a sua espécie, e os animais domésticos, conforme a sua espécie, e todos os répteis da terra, conforme a sua espécie. E viu Deus que isso era bom. ²⁶ Também disse Deus: Façamos o homem à nossa imagem, conforme a nossa semelhança; tenha ele domínio sobre os peixes do mar, sobre as aves dos céus, sobre os animais domésticos, sobre toda a terra e sobre todos os répteis que rastejam pela terra. ²⁷ Criou Deus, pois, o homem à sua imagem, à imagem de Deus o criou; homem e mulher os criou.²⁸ E Deus os abençoou e lhes disse: Sede fecundos, multiplicai-vos, enchei a terra e sujeitai-a; dominai sobre os peixes do mar, sobre as aves dos céus e sobre todo animal que rasteja pela terra. [...] ³¹ Viu Deus tudo quanto fizera, e eis que era muito bom. Houve tarde e manhã, o sexto dia (BÍBLIA SAGRADA).

Continuando, no segundo capítulo do Gênesis temos:

² E, havendo Deus terminado no dia sétimo a sua obra, que fizera, descansou nesse dia de toda a sua obra que tinha feito. [...] ⁷ Então, formou o SENHOR Deus ao homem do pó da terra e lhe soprou nas narinas o fôlego de vida, e o homem passou a ser alma vivente. [...] ¹⁸ Disse mais o SENHOR Deus: Não é bom que o homem esteja só; far-lhe-ei uma auxiliadora que lhe seja idônea.[...] ²¹ Então, o SENHOR Deus fez cair pesado sono sobre o homem, e este adormeceu; tomou uma das suas costelas e fechou o lugar com carne.²² E a costela que o SENHOR Deus tomara ao homem, transformou-a numa mulher e lha trouxe (Ibidem).

A história mosaica da criação encontrada nos primeiros capítulos de Gênesis apresenta uma cosmogonia, uma explicação de como o universo surgiu e que deveria como sugeriu Santo Agostinho, ser interpretada com um olhar mais interpretativo e menos literal. Este ensinamento de Agostinho influenciaria fortemente a Igreja medieval.

Os defensores das explicações que têm como base o que está escrito no Gênesis, são chamados criacionistas. A teoria criacionista foi muito difundida pelo bispo anglicano de Armagh, Usher, no final do século XVII. Interpretando alguns textos bíblicos, ele projetou a criação do mundo precisamente no ano 4.004 a.C, juntamente com todas as espécies, tal como existem atualmente (EPSTEIN, 2004).

Além desta explicação, os criacionistas acreditam na origem do homem por meio do ato divino e veem Deus como um interventor direto no plano da matéria. Seria Ele quem decidiria sobre tudo, como por exemplo, o dilúvio, e a inspiração de Noé para construir sua arca e colocar animais de diferentes espécies dentro dela.

Mesmo que lhes sejam dadas explicações contrárias, como a da evolução, eles continuam a se apoiar na fé religiosa baseada nos textos bíblicos para explicar a criação do mundo. Por exemplo, creem que a divindade há 4.000 anos a.C. criou o mundo em seis dias sucessivos, com períodos de vinte e quatro horas, e tirou o sétimo para descansar; de que o homem se formou a partir do pó da terra; de que os primeiros seres humanos surgiram da costela de Adão; e que Deus criou de uma só vez, num só dia, todos os animais, entre outras.

Essa postura radical é destacada por Galileu, quando afirma que alguns homens se fundamentam em aparências ingênuas para explicar um determinado fato, chegando a não acreditar nem mesmo no que os seus olhos testemunham, porque o que estão vendo contraria o que está escrito nas Sagradas Escrituras.

Além da orientação dada por Santo Agostinho, vemos que as revelações, foram escritas em uma linguagem simples e simbólica, não devendo ser interpretadas literalmente, mas mesmo assim, os defensores das explicações do Gênese continuam a afirmar que, se corretamente interpretadas e entendidas, estas explicações jamais poderão ser negadas.

As religiões são transmitidas culturalmente, por intermédio de linguagem simbólica. As explicações religiosas têm como base as informações que são passadas de geração a geração, por meio da linguagem verbal, principalmente a oral, e também pela linguagem não verbal (sinais, símbolos e gestos). Como essas explicações muitas vezes não sofrem qualquer questionamento, acabam por serem aceitas como verdades permanentes, adquirindo o caráter de inquestionáveis.

As revelações bíblicas, além de serem, na maior parte, escritas em linguagem simbólica, também apresentam a linguagem profética, que traz a revelação oral ou escrita de um profeta. Estas formas de linguagem possibilitam que sejam dadas diferentes interpretações entre os diversos segmentos cristãos sobre um determinado assunto bíblico, como é o caso do Apocalipse.

Muitas comunidades religiosas até os dias de hoje levam seu radicalismo religioso adiante, ao crerem que as explicações religiosas são inquestionáveis e, para a sua defesa e das explicações contidas no Gênesis, usam o seguinte argumento: se os livros sagrados foram inspirados por Deus, então todos os ensinamentos contidos neles são verdadeiros.

É preciso dizer que o entendimento sobre a origem e autoria dos textos bíblicos nunca foram consensuais. Algumas correntes defendem que a Bíblia tenha sido ditada diretamente por Deus, por meio de inspiração e iluminação, ou oralmente a Moisés. Outras correntes acreditam que a Bíblia foi transmitida a Moisés por meio da tradição oral ou de escritos ou por meio de documentos já existentes, comunicados pelos patriarcas, profetas,

apóstolos e santos. Há também aqueles para quem os textos não são literais e nem foram ditados por Deus aos homens, são apenas interpretações dos atos de Deus por intermédio da história do povo de Israel.

O fato de os textos bíblicos serem interpretados de modos diversos, e até contraditórios, não havendo consenso na sua interpretação, levou a Igreja a instituir um Magistério, justificado pelo ministério conferido por Jesus aos apóstolos, com a autoridade para definir qual é a interpretação correta dos textos bíblicos.

Alguns dos primeiros Pais da Igreja, influenciados pelas idéias Aristotélicas, acreditavam que a Terra era plana, imóvel e estava localizada no centro do Universo, a concepção geocêntrica perdurava, pois a Terra se encontra no centro, porque é este o lugar habitado pelo homem. A cosmologia medieval tinha uma concepção geocêntrica do universo, que foi criado com perfeição por Deus para servir ao homem, mas muitos dos Pais da Igreja já aceitavam a teoria de uma Terra esférica, centralizada fora do centro do firmamento.

O próprio texto bíblico apresenta algumas passagens contraditórias, como a do movimento do Sol no firmamento, nas quais em algumas delas o Sol descia, em outras retrocedia e em outra parava. Em Gênesis (15:12) temos: “E pondo-se o sol, um profundo sono caiu sobre Abrão ...” Em Isaías (38:8): “Eis que farei retroceder dez graus a sombra lançada pelo sol declinante no relógio de Acáz. Assim retrocedeu o sol os dez graus que já tinha declinado”. Em Josué (10:13): “O sol, pois, se deteve no meio do céu, e não se apressou a pôr, quase um dia inteiro” (Bíblia on line). Estas passagens causavam na época uma profunda confusão para um leigo sobre qual seria o verdadeiro movimento desse astro.

Segundo Reale e Antiseri (2005), a difusão da mensagem bíblica teve grande influência nas mudanças que ocorreram no pensamento ocidental, entre elas temos a substituição da concepção de mundo grego que, em geral, era cosmocêntrico, pela antropocêntrica; da concepção politeísta que regia o mundo helênico pela monoteísta judaico-cristão.

A substituição do politeísmo pelo monoteísmo judaico-cristão marcou a mudança principal ocorrida com o surgimento do cristianismo que, segundo Chauí (2000, p. 440):

Diferentemente de outras religiões da Antiguidade, que eram nacionais e políticas, o cristianismo nasce como religião de indivíduos que não se definem por seu pertencimento a uma nação ou a um Estado, mas por sua fé num mesmo e único Deus. Em outras palavras, enquanto nas demais religiões antigas a divindade se relacionava com a comunidade social e politicamente organizada, o Deus cristão relaciona-se diretamente com os indivíduos que nele crêem. Isso significa, antes de qualquer coisa, que a vida ética do cristão não será definida por sua relação com a sociedade, mas por sua relação espiritual e interior com Deus. (grifo nosso)

Mesmo na Renascença, considerada um período de grandes transformações e avanços na técnica e na ciência, a concepção grega de mundo continuou a influenciar a concepção bíblica, e assim, elas apareciam sobrepostas. Os romanos creditavam aos deuses o envio dos cometas, não só do anúncio das pragas e das más colheitas, mas também da guerra e do assassinato de grandes homens; os Pais da Igreja¹²⁰ atribuíam a estes sinais celestiais a demarcação de períodos críticos na história do mundo e do Cristianismo. Alguns dos filósofos naturais¹²¹ da Idade Média e do Renascimento acreditavam que os cometas muitas vezes representavam previamente calamidades. Os primeiros cristãos apropriaram-se dessa crença e a utilizaram dizendo que os cometas eram enviados por Deus como advertência.

A autoridade da Bíblia exerceu uma forte influência nos estudos da natureza, Edward Topsell (1572-1625) apresentou em suas obras *Historie of Four-Footed Beastes* (1607) e *Historie of Serpents* (1608) as descrições dos animais do mundo. Segundo Debus (2002, p. 36), para Topsell, “o interesse pelos animais é essencial para o sacerdote, que precisava identificar correctamente os animais da Bíblia”. Topsell na sua descrição incluiu vários animais pelo fato de eles terem sido citados na Bíblia: “O unicórnio foi aceito devido à autoridade das Escrituras e muitos outros animais foram incluídos por serem referidos em textos antigos (sátiros, esfinges e dragões). Um dos mais extraordinários desses animais fabulosos era a lâmia [...]”.

Resumindo, a visão bíblica do mundo nos oferece a idéia monoteísta, um único Deus rege o universo e para os cristãos, foi Ele o criador do universo, a partir do nada, *ex nihilo*. A vida do cristão é definida na revelação e na inspiração de um único Deus e pela sua relação espiritual e interior com Ele. Em relação à natureza, a concepção bíblica se pauta no criacionismo, e muitos dos seus fiéis e religiosos acreditavam no modelo de universo geocêntrico, a Terra se encontra no centro, porque é este o lugar habitado pelo homem. Na visão bíblica o homem é feito “à imagem” do próprio Deus.

¹²⁰Foram os teólogos e mestres doutrinários responsáveis pela definição das doutrinas cristãs como as conhecemos hoje. A partir dos primeiros séculos do cristianismo (por volta do ano 95 d.C) passaram a ser chamados de "Pais da Igreja". São classificados em quatro grupos, tendo cada um uma função a cumprir ao longo dos séculos: Os Pais Apostólicos (século I) a edificação e o fortalecimento dos crentes na fé; Os Apologistas ou Ante-Nicenos (século II), a defesa aos ataques contra o Cristianismo; Os Polemistas ou Nicenos (século III), a defesa contra heresias dentro da Igreja; Os Teólogos Científicos ou Pós-Nicenos (século IV) a aplicação da Teologia em áreas filosóficas e científicas. Entre os "Pais da Igreja" temos: Clemente de Roma, Tertuliano, Jerônimo, Ambrósio, Agostinho de Hipona, Papa Leão I (o Grande), Boécio, Isidoro de Sevilha, etc.

¹²¹A Filosofia natural era o estudo da natureza. Assim, foi dada a denominação de filósofos naturais a estudiosos como, por exemplo, os gregos Platão e Aristóteles e a de modernos a Newton, Pascal, Descartes e Kepler porque eles recorrem à razão e não a Deus ou a deuses para dar explicações sobre os fenômenos naturais como raios, trovões, chuvas e mudança de clima.

A escolha entre a concepção bíblica de um criador transcendental, que cria o mundo a partir do nada, pela sua vontade, e a concepção grega de crescimento e geração por meio da natureza divina imanente, teve conseqüências significativas no desenvolvimento da ciência, como diz Hooykaas (1988, p. 30):

O ulterior desenvolvimento da ciência da natureza dependeria, em grande parte, de qual dessas duas concepções lhe serviria como base espiritual. O método científico repousa nos preconceitos que o cientista tem sobre a natureza, e estes preconceitos dependem, entre outras coisas, de sua crença em Deus. A Bíblia, no entanto, não oferece nenhum sistema científico ou filosófico. Essa é a razão pela qual os filósofos cristãos da Idade Média e do final da Idade Antiga, ao examinarem uma ciência ou filosofia que tivesse uma base religiosa pagã, se defrontavam com grandes obstáculos e achavam difícil separar o joio do trigo.

A seguir, nas discussões entre Leibniz e Newton, veremos, o pensamento moderno que concebe a realidade como mutação e evolução, romper com o pensamento clássico greco-cristão, para o qual Deus representava a eternidade, a imutabilidade e a pura transcendência.

Leibniz, Newton e Deus

O desenvolvimento da ciência da natureza esteve atrelado às diferentes concepções da relação entre Deus e o mundo que lhe serviram de base espiritual. Hooykaas (1988) denominou essas concepções como sendo: a do pai para com o filho, a do artífice para com o produto artificial e do criador para com as criaturas.

Segundo Hooykaas, a primeira concepção, a do pai para com o filho, concebe o mundo como um “ser orgânico e divino, possuidor de um caráter inteligível”, nela aparece a ciência de Platão e Aristóteles, e a dos filósofos escolásticos e renascentistas.

A segunda concepção, a do artífice para com o produto artificial, apresenta uma visão mecanicista do mundo, tal como foi proposta por Descartes, Gassendi, Boyle, Huygens e Newton. A adaptação desta visão mecanicista deu origem à terceira concepção que é a do criador para com as criaturas; segundo Hooykaas (1988), esta adaptação fez com que se chegasse a uma concepção empírica e positiva da ciência. Apoiada por homens como Pascal e Berkeley, ela veio a ser a base do empirismo racional que se tornaria o método legítimo da moderna ciência.

De forma sintética, podemos dizer que a religião é uma tentativa de descrever a natureza do universo com pensamentos baseados em uma divindade; já a ciência é uma tentativa de descrever a natureza do universo com a utilização de leis físicas definidas, baseadas nas características da matéria. Por mais ambíguas que possam parecer essas duas estruturas de crenças, ambas surgem como alternativas de explicação para a “verdadeira” natureza do universo.

Os trabalhos dos pensadores sobre diversos tópicos como ciência, teologia, alquimia foram escritos com o intuito de explicar a “verdadeira” natureza do universo criado por Deus. Na defesa dessas explicações sobre o papel desempenhado por Deus em nosso universo, acirrados debates ocorreram, mesmo entre pensadores que eram religiosos fervorosos, como por exemplo, entre Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) e Isaac Newton (1643-1727).

Os dois com currículos invejáveis, o alemão, o primeiro, conhecedor de História, economia, teologia, direito, diplomacia, lingüística, biologia, geologia e política, matemática, mecânica celeste e terrestre e filosofia. Chamado de o último gênio universal pelo historiador Preserved Smith, de o mais abrangente pensador desde Aristóteles por T. H. Huxley. E

Frederico II, o Grande, da Prússia, chamou-o “por si só uma grande academia”. Era um filósofo holístico e travou uma batalha contra a especialização ao procurar criar um sistema unificado de conhecimento (HELLMAN, 1999).

Enquanto, o inglês, o segundo, vários foram os fatores influenciaram o seu desenvolvimento intelectual e a direção das suas pesquisas em óptica, matemática, gravitação, mecânica, dinâmica celeste, como as obras de Euclides, Descartes, Kepler, Wallis, Galileu, Fermat, entre outras, além de estudar magia, cabala, alquimia e religião. Estudos esses que contribuíram para a formulação da sua doutrina. Segundo Brooke (2003, p. 144), ainda hoje algumas pessoas ficam espantadas pelo fato do “homem que estabeleceu os fundamentos da mecânica clássica poder ter estado tão absorvido pela profecia bíblica e pelas dimensões religiosas da alquimia”.

Entre as tendências teológicas de Leibniz estava a possibilidade de reunir numa única Igreja universal, todas as seitas religiosas conflitantes de seu tempo e de poder encontrar um meio de cristianizar a China por meio da imagem da criação, a aritmética binária; representando Deus pela unidade, e o nada pelo zero, era possível mostrar que Deus teria criado o tudo do nada. Outro exemplo aparece sobre os números imaginários que seriam, para Leibniz “[...], como os espíritos sagrados das Escrituras: espécie de anfíbios entre coisas que são e coisas que não são.” (EVES, 2004; 444-5).

Leibniz acreditava que a linguagem matemática poderia comunicar muitos segredos da natureza, repetia constantemente na filosofia, “que a matemática é a linguagem de Deus, e que a divindade construiu o universo como um perfeito matemático, cuja simbolização vemos em muitas manifestações artístico religiosas, inclusive do cristianismo.” (SANTOS, 2000, p. 116).

Salvar o Cristianismo da irracionalidade era um dos objetivos de Newton, por volta de 1670, após estudar a Bíblia e a história da Igreja; ficou convicto de que a versão ortodoxa do Cristianismo, surgida nos séculos IV e V, representada pelo Anglicanismo e Calvinismo e, especialmente (para ele), pelo Catolicismo Romano, havia fraudado a Bíblia e pervertido toda a pureza original contida no Cristianismo primitivo (SNOBELEN, 2005).

Como um exegeta bíblico, Newton coletou evidências das passagens inseridas na Bíblia sobre o Trinitarismo, nos séculos IV e V, as quais confirmavam o absurdo cometido pela Igreja. O material coletado serviu como fonte para que Newton publicasse a obra *An Historical Account of Two Notable Corruptions of Scripture*. Em 1733, publicou *Observations upon the Prophecies of Daniel, and the Apocalypse of St. John*, um estudo histórico e de interpretação das profecias do livro de Daniel e do Apocalipse de São João.

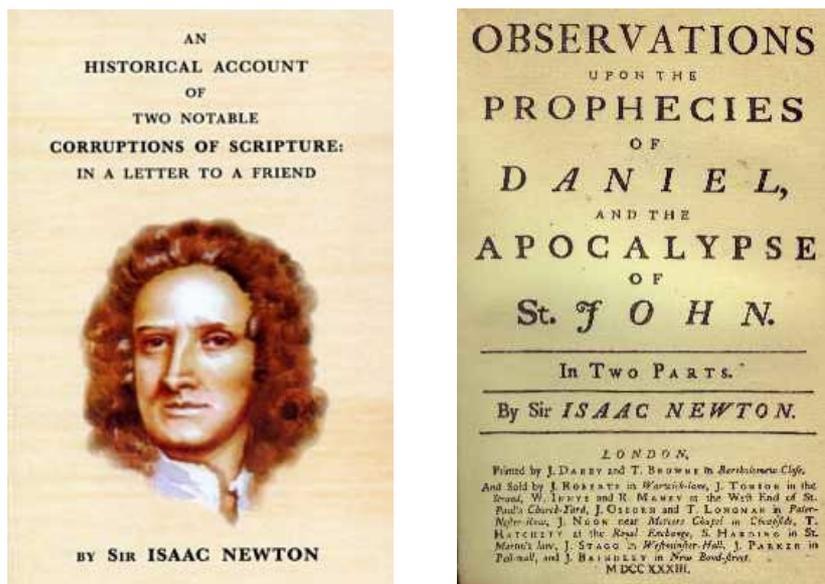


Figura 03 – Capa do livro *An Historical Account of Two Notable Corruptions of Scripture* (à esquerda)

Edição de 1860. Fonte: Disponível em: <<http://www.goldenagebooks.co.uk/ViewProduct.asp?productID=207>>. Acesso em: 25 ago. 2009

Figura 04 – Primeira página do livro *Observations upon the Prophecies of Daniel, and the Apocalypse of St. John* (à direita)

Fonte: Disponível em: <<http://fabio001.tripod.com/Prof1098-4.htm>>. Acesso em: 25 ago. 2009

Após essa constatação, no ano de 1675, Newton tornou-se um Ariano (doutrina de Árius que rejeita a Trindade) e passou a questionar outros dogmas da Igreja como o milagre da encarnação (ato pelo qual Deus se fez homem). Em seu tratado teológico mais importante as *Theologiae gentilis origines philosophicae*¹²², Newton removeu o status de semidivindade de Jesus, “Cristo viera à Terra para reconduzir a humanidade à única religião verdadeira e nada havia acrescentado a essa religião”, mas isto não foi um impeditivo para Newton considerar Jesus Cristo diferente dos homens comuns (COHEN e WESTFALL, 2002, p. 444).

Segundo Barbour (1997, p. 21), mesmo tendo Newton uma visão mecanicista e racionalista da ciência e a metodologia que utilizava ser estritamente lógica, ele

[...] ainda acreditava profundamente na necessidade de um Deus. Sua opinião teológica é caracterizada pela sua convicção de que a beleza e a regularidade do mundo natural só poderiam ‘prosseguir a partir do conselho e domínio de um Ser inteligente e poderoso’. Ele sentiu que ‘o Deus Supremo existe necessariamente, e pela mesma necessidade que existe sempre e em toda parte’. Newton acreditava na intervenção periódica de Deus para manter o universo no bom caminho (WEISSTEIN, 2007a, p. 2).¹²³

¹²² As origens filosóficas da teologia dos gentios.

¹²³ [...] still believed deeply in the necessity of a God. His theological views are characterized by his belief that the beauty and regularity of the natural world could only “proceed from the counsel and dominion of an

As explicações de Newton sobre a “verdadeira” natureza do universo, tal como foi criado por Deus, era a de que o funcionamento do universo ocorria segundo princípios estritamente mecânicos; o universo poderia ser concebido como um relógio ao qual Deus teria dado corda no início da Criação e, depois interviria, de tempos em tempos, para mantê-lo em funcionamento. Estas explicações foram questionadas por Leibniz para quem a “verdadeira” natureza do universo, como foi criado por Deus, não dependia da ação periódica de Deus, pois se Ele criou o universo perfeito, qual o motivo que o levaria a querer corrigir o que havia criado?

Essa posição antagônica entre Newton e Leibniz se tornaria mais acirrada na troca de correspondências entre Leibniz e o pastor Dr. Samuel Clarke, seguidor das idéias de Newton¹²⁴. Além desta hostilidade entre eles, devido à diferença de idéias filosóficas e religiosas, havia ainda a controvérsia sobre a descoberta do cálculo, a que chegaram quase simultaneamente, trabalhando um independentemente do outro.

Com o advento da filosofia mecanicista, as analogias orgânicas são substituídas por imagens de mecanismos de relógios (BROOKE, 2003). Em vez de um mundo governado por espíritos sutis dos antigos, do deus geômetra, entra em cena o racionalismo científico e, com ele, o deus relojoeiro dos modernos, que já havia sido retomado por Kepler, ao identificar o mecanismo da *Machina Mundi* com o mecanismo de um relógio, preciso como um artefato articulado. A crença não era mais em um Deus pessoal envolvido nas questões do mundo e da vida humana, mas sim em um Deus que havia planejado o Universo (BARBOUR, 2004).

Na proposta mecanicista do mundo por parte da ciência, Descartes teve um papel significativo; para ele, o homem era a união de uma alma com um corpo animal semelhante a uma máquina; para esclarecer o que estava dizendo, estabelece uma relação entre o funcionamento do corpo, semelhante a uma peça de maquinaria, com os trabalhos de engenharia hidráulica:

Podemos comparar os nervos da máquina animal que descrevi com os canos das máquinas desses fontanários; os seus músculos e tendões com outros mecanismos e diferentes molas que servem para mover; e os seus espíritos animais, dos quais o coração é a fonte e os ventrículos do cérebro os reservatórios, com a água que movimenta estes mecanismos. Além disso, a respiração e outras funções similares, que são usuais e naturais na máquina animal e que dependem do fluxo dos espíritos,

intelligent and powerful Being." He felt that "the Supreme God exists necessarily, and by the same necessity he exists always and everywhere." Newton believed that God periodically intervened to keep the universe going on track.

¹²⁴ Embora Clarke tenha traduzido a primeira edição em latim da *Óptica* (1706), não há nenhuma evidência de que ele tenha contado com a colaboração de Newton na formulação das suas réplicas a Leibniz.

são semelhantes aos movimentos de um relógio ou de um moinho, que o fluxo normal de água pode fazer com que seja contínuo (DEBUS, 2002, p. 105).

Concomitantemente, as causas do movimento, como por exemplo, o da Terra, que suscitou inúmeras dificuldades aos antigos e que contrariava o próprio senso comum, já não seria o resultado da ação proveniente de Deus, mas da própria natureza.

Assim como para Descartes, o Deus de Newton é um relojoeiro divino, e em muitos dos seus escritos, Newton refere-se a Deus como “o Criador”, “o Pantokrator” (ou Todo-Poderoso, Soberano Universal, a quem Newton fez alusão no *Escólio Geral*), adotando, no debate com Leibniz, sobre o papel desempenhado por Deus, em nosso universo, a posição a que Hooykaas denominou de artífice para com o produto artificial.

A onipresença de Deus impregnava o cosmos Newtoniano, ele acreditava que a ação de Deus sobre o universo se daria segundo a Sua vontade. Segundo Nakoneshny (2007, p. 1), para Newton, a principal tarefa da filosofia natural “[...] era revelar a última causa da criação”. Para se revelar a última causa de qualquer coisa é preciso conhecer a Primeira Causa que, para Newton, com certeza a Primeira Causa não era mecânica, ela equivalia a Deus. Portanto, a filosofia natural não passava de uma tentativa de demonstrar a existência do Criador. Nessa época teologia e ciência pouco se distinguiam, uma poderia conduzir a outra e juntas poderiam conduzir a Deus.

Nos manuscritos de Newton constam a sua preocupação com a ação de Deus na natureza; a nova filosofia que explicava a natureza baseada em ações mecânicas, entre corpúsculos, poderia colocar em risco a crença na existência e ação de Deus no mundo.

Para evitar que Deus fosse colocado em confronto com as idéias mecanicistas sobre o universo, Newton dizia, “A gravidade explica o movimento dos planetas, mas ela não explica quem colocou os planetas em movimento. Deus governa todas as coisas e conhece tudo que é ou pode ser feito.” (COHEN e WESTFALL, 2002). Para Newton, Deus não cumpria apenas o papel de Criador do universo, mas também o de Supervisor, “[...] Deus, de vez em quando, regulava a máquina do mundo.” (HOOYKAAS, 1988, p. 39). Segundo Hellman (1999, p. 85) Newton dizia:

Se Deus tivesse simplesmente dado corda ao mecanismo e o deixado ir em frente, de que valeriam as preces? Ele imaginava, por exemplo, que certas irregularidades não explicadas nos movimentos dos planetas poderiam vir a acumular-se e finalmente fazer todo o sistema solar sair dos eixos.

A preocupação de Newton da intervenção de Deus para manter o relógio em funcionamento era que sem esta intervenção a necessidade de Deus se tornaria supérflua e assim poderia estimular o ateísmo. Essa preocupação de Newton não era em vão, além de Leibniz outros pensadores criticavam a sua teologia natural, como Samuel Coleridge (1772-1834) que além de dizer que “devia-se fazer sentir aos homens e às mulheres a necessidade da religião e não converter-se a ela pela razão”, identificou uma das ambiguidades da teologia natural, a qual facilmente se poderia deslizar do teísmo para o ateísmo:

Afirmou-se que a filosofia de Sir Isaac Newton leva, nas suas conseqüências, ao ateísmo; talvez não sem razão, já que se a matéria, através de poderes e propriedades que lhe foram *concedidos*, pôde produzir a ordem do mundo visível, e até ter gerado o pensamento; porque não poderia possuir essas propriedades por direito *inerente*? E onde está a necessidade de um Deus? (BROOKE, 2003, p. 217).

Para Nakoneshny (2007), só é possível entender Newton compreendendo o que sustenta o tema que perpassa todos os seus trabalhos. Este tema, para o autor, não é outra coisa senão Deus. O autor cita Westfall¹²⁵, para quem “a relação dentro da mente do próprio Newton entre o trabalho científico e o trabalho religioso era uma rede complexa de influência mútua.”¹²⁶

Como vimos, Newton dizia, que não havia nada de errado ou ofensivo quanto a idéia da intervenção de Deus, pois ela era parte integrante do plano Divino para o universo. Segundo Olson (2006, p. 112-113),

O Deus de Newton age imediatamente e continuamente no mundo, para manter suas estruturas em ordem e servir a sua própria finalidade especial. Newton ficou assim alarmado quando Leibniz insistiu que Deus primordialmente ‘criou o mundo tão perfeito que Ele nunca consentiria a desordem ou necessitaria ser consertado’, porque tal mundo não teria uma necessidade contínua da presença providencial de Deus.¹²⁷

Leibniz argumentava contra a idéia, para ele um grande absurdo de acreditar na simples idéia de uma intervenção ocasional de Deus no universo; isso colocaria em questionamento a Sua perfeição; era totalmente inaceitável uma concepção de universo que

¹²⁵ WESTFALL, R. S. **Science and religion in seventeenth century England**. David Horne, ed. Miscellany 67; New Haven: Yale University Press. 1968. p.194.

¹²⁶ [...] the relationship within Newton’s own mind between his scientific work and his religious work was a complex network of mutual influence.

¹²⁷ Newton’s God was one who acted immediately and continuously in the world, both sustain its orderly structures and to serve his own special ends. Newton was thus appalled when Gottfried Leibniz insisted that God must have ‘created the world so perfect that it can never fall into disorder or need to be amended’, because such a world would not have an ongoing need for God’s providential presence.

funcionasse como um relógio que precisa periodicamente de corda. Sobre esse assunto Leibniz (1988, p. 235), comenta:

Newton e seus asseclas têm ainda uma divertidíssima opinião sobre a obra de Deus. Conforme eles, Deus de vez em quando precisa dar corda em seu relógio, porque senão ele deixaria de andar. O cientista não teve visão suficiente para imaginar um movimento perpétuo. Essa máquina de Deus é até tão imperfeita, segundo eles, que o Criador se vê obrigado de quando em quando a desengraxá-la por um concurso extraordinário, e mesmo arranjá-la, como um relojoeiro faz com sua obra, o qual será tanto pior oficial quanto mais vezes se vir obrigado a retocar e corrigir seu trabalho. Na minha opinião, a mesma força e vigor subsiste sempre, passando somente de matéria em matéria, conforme as leis da natureza e a bela ordem preestabelecida. E creio que, quando Deus faz milagres, não é para suprir necessidades da natureza, mas sim as da graça (Primeira carta de Leibniz, §3, 1715).

Leibniz acreditava que o papel desempenhado por Deus em nosso universo era o de ter criado um mundo perfeito para vivermos e que após ter dado o impulso inicial o mundo não necessitaria mais de pequenos ajustes. Deus, para Leibniz, nunca iria fazer qualquer coisa que fosse contrária à razão. Leibniz chamava Newton de materialista e dizia que os materialistas tinham de entender que precisamos de outros conceitos além dos da mecânica.

Leibniz acreditava que a noção de ‘força viva’, que descreve a ‘força’ de um corpo em movimento, seria apropriada. Ele ainda percebeu que esta quantidade nunca poderia aumentar, visto que significaria movimento perpétuo, um conceito que ele de forma resumida repudiava como ‘absurdo’. Por outro lado, Leibniz também sustentou que a ‘força viva’ jamais poderia diminuir, uma vez que esta sua convicção poderia contradizer sua crença equivalente à da eternidade da criação de Deus. Na verdade, Leibniz vigorosamente une seu conceito de conservação universal ao da força viva, que não tinham nada, mas sua crença metafísica o apoiou, apesar de ela parecer estar violada por uma colisão inelástica e estar fortemente contra a vontade manifesta de um vasto segmento da comunidade científica. Assim, Leibniz serve como o primeiro exemplo de um cientista que veementemente alega a existência de uma quantidade fundamental de conservação com base não em evidências experimentais, mas sim na crença de uma ordem e continuidade do universo¹²⁸ (WEISSTEIN, 2007b, p. 1).

Nessa época não era simples separar em uma discussão a metafísica da filosofia natural. Esta mistura aparece na crítica de Leibniz durante a elaboração do conceito de

¹²⁸ Leibniz believed that his *vis viva*, which described the "force" of a body in motion, would fit the bill. He further realized that this quantity could never increase, since this would produce perpetual motion, a notion which he summarily dismissed as "absurd." On the other hand, Leibniz also maintained that *vis viva* could never decrease, since this would contradict his belief that it was equivalent to the eternity of God's creation. In fact, Leibniz vigorously clung to his concept of universal conservation of living force, which had nothing but his metaphysical beliefs to support it, even though it appeared to be violated for inelastic collision and was bitterly opposed by a large segment of the scientific community. Thus, Leibniz serves as the first example of a scientist who vehemently argued the existence of a fundamental conservation quantity based not on experimental evidence, but rather from a belief in the order and continuity of the universe.

gravitação, que depois viria a ser apresentado por Newton, em 1687, na obra *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Segundo Hellman (1999, p. 84),

Leibniz era supostamente o metafísico, contudo, para ele e seus confrades, ação a distância cheirava demasiado ao oculto; tinha uma ‘fantástica qualidade escolástica’. Parecia, para eles, um enorme passo para trás. Ao mesmo tempo, atacavam Newton por não tentar explicar o que é a gravidade ou como ela funciona.

Leibniz afirmava que a teoria newtoniana da atração gravitacional era explicada pelo sobrenatural, por meio de milagres, pois “um corpo nunca é naturalmente movido senão por um outro que o impele tocando-o” e “qualquer outra operação sobre o corpo será ou milagrosa ou imaginária”, então “todas as ações de Deus serão sobrenaturais e ele será inteiramente excluído do governo do mundo”. Leibniz diz que “não há forças na natureza que sejam independentes de Deus”, de tal modo que ele “não apenas compõe e ordena as coisas, mas também é o autor de seus poderes primitivos, ou de suas forças motoras, conservando-as perpetuamente.” (LEIBNIZ, 1988).

Newton por outro lado dizia que era preciso reconhecer a diferença de opinião que havia entre eles em filosofia:

Um [ele próprio] procede com base nas provas provenientes dos experimentos e dos fenômenos e se detém quando faltam essas provas; o outro está repleto de hipóteses e as propõe não para que sejam examinadas por experimentos, mas para que se acredite nelas sem exame. Um, por falta de experimentos que decidam a questão, deixa de afirmar de a causa da gravidade é mecânica ou não-mecânica; o outro afirma que seria um milagre perpétuo ela não ser mecânica. [...] Um ensina que Deus (o Deus em quem vivemos e nos movemos e temos nosso ser) é onipresente, mas não como uma alma do mundo; o outro, que Ele não é a alma do mundo, mas uma *INTELLIGENTIA SUPRAMUNDANA*, uma inteligência que está acima dos limites do mundo, donde aparece deduzir-se que ele não pode fazer coisa alguma dentro dos limites do mundo, a não ser por um incrível milagre. (NEWTON¹²⁹, 1714-1715, In: COHEN E WESTFALL, 2002, p. 205-206)

Este intenso debate iniciado entre Leibniz e Newton sobre o papel de Deus no universo e que teve prosseguimento entre Leibniz e Clarke consistindo em dez cartas, cinco de Leibniz e cinco de Clarke, envolvendo assuntos sobre a noção de milagres, a causa de gravidade, espaço e tempo, entre outros e a famosa polêmica na matemática sobre qual dos dois teria sido o inventor do cálculo terminou com a morte de Leibniz em novembro 1716 em Hannover, na Alemanha.

¹²⁹ NEWTON, Isaac. *Philosophical Transactions*. 29. p. 222 – 224. 1714-1715.

Galileu e a Inquisição

Em 1564, nascia em Pisa, Itália, o filósofo, matemático, físico, astrônomo e escritor, Galileu Galilei (1564-1642),¹³⁰ em um período de efervescência iniciado com Martinho Lutero, literalmente pregando o texto de suas noventa e cinco teses na porta da igreja em Wittenberg, estabelecendo a Reforma, no ano de 1517; passando pela Contra-Reforma católica do pontificado de Pio IV, em 1560, até o fim da Guerra dos Trinta Anos, em 1648. Em meio a tudo isso, a humanidade vivenciava uma das mais profundas revoluções de pensamento humano desde a descoberta do Cosmos pelo pensamento grego.

Galileu ficou famoso pelos seus inúmeros trabalhos científico, como os de estabelecer os fundamentos de uma nova Física, disciplina que viria a ser chamada de Física-Matemática; pelas suas descobertas astronômicas telescópicas, por abordar de uma nova maneira os fenômenos da natureza e por buscar evidências materiais para comprovar a realidade física do universo heliocêntrico e, pela sua condenação pela Inquisição, envolvida numa disputa entre ciência, filosofia, teologia e sociedade, o assim chamado “Caso Galileu”.

As relações entre Galileu e a Igreja Católica Romana, no início do século XVII, têm sido um caso clássico abordado por diversos estudiosos para mostrar o conflito entre a ciência e a religião. Segundo Robert P. Lockwood (2000, p. 1), diretor da *Pesquisa da Liga Católica*, a atitude ante o caso Galileu representa a construção de uma oposição entre a Igreja Católica e o mundo moderno. Para ele, A Igreja surge nesse caso como:

[...] a inimiga do iluminismo, da liberdade de pensamento e do avanço científico, parte de uma caricatura de uma instituição que dedicou a manter a humanidade em um mau hábito teocrático. Nas guerras culturais de nosso próprio dia, Galileu é ressuscitado como um mártir de uma Igreja opressiva, uma Igreja que é a inimiga dos assim chamados avanços reprodutivos que provariam como perfeitamente certa a ciência de Galileu e a Igreja em oposição a este avanço. Galileu se tornou um cartão de trunfo universal, jogado se a discussão é sobre ciência, aborto, direitos gays, pornografia legalizada, ou simplesmente como uma razão legítima em si mesma ao anti-catolicismo.¹³¹

¹³⁰ Galileo Galilei, em italiano.

¹³¹ [...] the enemy of enlightenment, freedom of thought and scientific advancement, part of a caricature of an institution dedicated to keeping mankind in a theocratic vice. In the cultural wars of our own day, Galileo is resurrected as a martyr of an oppressive Church, a Church that is the enemy of so-called reproductive advances that would prove as right as Galileo’s science and the Church as backwards in opposing them. Galileo has become an all-encompassing trump card, played whether the discussion is over science, abortion, gay rights, legalized pornography, or simply as a legitimate reason for anti-Catholicism itself.

Assim, o caso Galileu seria o protótipo de uma oposição entre ciência (representada por esta imagem de Galileu) e a religião (representada pela Igreja Católica), que teria sido construída por pensadores anticatólicos dos séculos XVIII e XIX. George Sim Johnston [199-?, p. 1], do Centro de Referência da Educação Católica, afirma que este Caso não passa de: “[...] uma das clavas históricas que são usadas para bater na Igreja – os outros dois são as Cruzadas e a Inquisição Espanhola – ele é importante para que os Católicos entendam o que aconteceu exatamente entre a Igreja e muitos cientistas notáveis.”¹³²

Portanto, os defensores da Igreja apresentam o caso Galileu como uma exceção, sendo a história do julgamento de Galileu usada apenas para expressar uma oposição à Igreja Católica.

Mas, é fato que a própria Igreja procurou corrigir-se em relação ao caso Galileu, mostrando que ele não é apenas um episódio cuja interpretação é artificialmente radicalizada. A Igreja adotou o método de interpretação da Bíblia proposto por Galileu, em 1893, pelo papa Leão XIII, na encíclica *Providentissimus Deus*. Finalmente, o Papa João Paulo II, que gostava de se autodenominar “cônego copernicano”, após os resultados dos estudos encomendados sobre o Caso, reverteu em 31 de outubro de 1992, a posição da Igreja não só sobre o próprio Galileu, mas também sobre Copérnico e Darwin na encíclica *Fides et Ratio*.¹³³

Essa mudança de posição da Igreja acabou não sendo suficiente para resolver as controvérsias, ao não avançar sobre o julgamento dos inquisidores e ao não admitir que a Igreja estivesse equivocada sobre o assunto, porque tal ação seria contrária à preocupação da Igreja em manter a sua autoridade moral. Segundo Reston (1995, p. 188), o problema é que a Igreja ainda não conseguiu responder a questão: “como uma instituição divina confessa o erro?”

Lockwood (2000, p. 1), em seu trabalho, apresenta a conclusão oficial da Igreja sobre o caso: na época do julgamento “os teólogos [...] falharam ao compreender o profundo significado não-literal da Bíblia, quando ela descreve a estrutura física do universo. Isso os levou indevidamente a transpor uma questão de observação de fatos para o reino da fé [...] [e] para uma medida disciplinar da qual Galileu 'teve muito a sofrer’”.¹³⁴

¹³² [...] one of the historical bludgeons that are used to beat on the Church — the other two being the Crusades and the Spanish Inquisition — it is important that Catholics understand exactly what happened between the Church and that very great scientist.

¹³³ Ver capítulo IV, Diálogo entre a ciência e a religião.

¹³⁴ [...] failed to grasp the profound non-literal meaning of the Scriptures when they describe the physical structure of the universe. This led them unduly to transpose a question of factual observation into the realm of faith...(and) to a disciplinary measure from which Galileo ‘had much to suffer’.

Passados 26 anos de encíclicas e discursos, a Santa Sé arquivou o Caso Galileu. O Papa João Paulo II lembrou em seu discurso que a Igreja já havia se mostrado favorável ao encerramento do Caso, ao citar que, por volta do ano de 1741, o Papa Benedito XIV concedeu o *Imprimatur* e os serviços do Santo Ofício para a impressão da primeira edição dos trabalhos completos de Galileu: em 1757, as obras científicas favoráveis à teoria heliocêntrica foram retiradas do *Index Librorum Prohibitorum* (Índice dos livros proibidos) e, em 1822, o Papa Pio VII concedeu o *Imprimatur* aos estudos que apresentavam a teoria copernicana. Mesmo assim, o que realmente ganhou importância na mídia foram os questionamentos sobre como ficaria a Igreja após ter revertido sua posição, principalmente em relação ao dogma da infalibilidade papal¹³⁵. Será que, ao admitir que o astrônomo tivesse mesmo a razão, a Igreja se renderia nessa guerra entre fé e razão?

Na verdade, o assunto não foi bem resolvido até hoje. Recentemente, o Papa Bento XVI sofreu na pele o extremismo da relação da Ciência com a Fé, ao ter a sua palestra suspensa na *Universidade La Sapienza de Roma*, pelo fato de que, quando ainda era chamado de Cardeal Joseph Ratzinger, e ocupava o cargo de prefeito da *Congregação da Doutrina da Fé*¹³⁶, discursou nesta mesma Universidade, sobre o tema: *A crise da Fé na Ciência*¹³⁷ em 15 de março de 1990, quando teria citado uma passagem de Paul Feyerabend: “Na época de Galileu, a Igreja permaneceu mais fiel a razão do que o próprio Galileu. O julgamento de Galileu foi razoável e justo.”¹³⁸

Esta frase foi suficiente para que professores e estudantes protestassem contra a entrada do Papa na Universidade. Israel (2008, p. 2), professor judeu de história da matemática da universidade de "La Sapienza" de Roma, usa como argumento em defesa do Papa que esta oposição é de caráter ideológico e que, quem protestou não leu atentamente todo o discurso de Bento XVI, porque a frase de Feyerabend, usada na época, teria sido para se referir às mudanças de atitude que sofreu o Caso Galileu, “várias coisas ditas pelos teólogos durante a história (...) se demonstraram falsas e agora confundem-nos”. Em seu discurso o Papa procurou mostrar que, no século XVIII, Galileu era o emblema do obscurantismo medieval da Igreja, porém, no século XX, esta idéia mudou e a ênfase foi a de que Galileu não tinha fornecido provas convincentes sobre o sistema heliocêntrico,

¹³⁵ É o dogma que afirma que o Papa, quando delibera oficialmente algo em matéria de fé ou moral, ex cathedra, está sempre correto. Este dogma foi explicitado na Constituição Dogmática Pastor Aeternus, sobre o primado e infalibilidade do Papa, promulgada pelo Concílio Vaticano I. O dogma é restrito às questões relativas à fé e a moral. A Constituição foi promulgada na Quarta Sessão do Concílio, em 18 de julho de 1870, pelo Papa Pio IX.

¹³⁶ Segundo Reston (1995, p.186) é “a inquisição da época atual”

¹³⁷ In ALLEN JR (2008) consta o teor deste discurso. The Crisis of Faith in Science.

¹³⁸ At the time of Galileo, the Church remained more faithful to reason than Galileo himself. The trial of Galileo was reasonable and just.

culminando na declaração de Feyerabend e de Carl Friedrich von Weizsäcker, que chegou a estabelecer uma ligação direta entre Galileu e a bomba atômica.

Para Israel, Bento XVI sempre defendeu a racionalidade de Galileu contra o ceticismo e o relativismo da cultura pós-moderna, pois segundo o Papa, “a fé não cresce de um ponto de vista de ressentimento e rejeição da racionalidade”, além de olhar com admiração a famosa declaração de Galileu de que o livro da natureza é escrito em linguagem matemática.

Para Rosete (2007), a disputa da ciência com a religião ocorreu porque, por um longo tempo, o Caso Galileu foi tratado com uma visão maniqueísta que tinha como crença a de que o universo seria governado por duas forças antagônicas, uma do bem e a outra do mal. Por um lado, a Igreja Católica, representante do mundo dogmático, intolerante, autoritário, da fé supersticiosa que mantém a razão científica em obscuridade; por outro lado, Galileu Galilei é o representante do mundo livre e da racionalidade moderna. Estas forças colidiram quando Galileu, ao defender a visão de mundo heliocêntrica, rejeita e destrói o dogma católico geocêntrico. A Igreja Católica, por não ter argumentos racionais e científicos, empregou o poder da Santa Inquisição, visando a destruir a racionalidade científica que era contra a cosmovisão apoiada pela Igreja.

O próprio Rosete entende que a defesa de uma visão maniqueísta acaba por não se sustentar pelo fato de Galileu sempre se considerar um católico fervoroso, e nunca ter rejeitado a religião Católica ou a Igreja.

Não há uma opinião consensual sobre o Caso Galileu. Alguns autores argumentam que é exagerado dizer que houve um conflito entre a ciência e a religião, outros afirmam que houve conflito entre a nova ciência e a autoridade da Igreja estabelecida e que o cerne da questão que levou Galileu a julgamento foi a sua concordância com o sistema Copernicano.

Um dos autores que se identifica com essa última opinião é Blackwell (2000), que elenca quatro assuntos principais que não podem deixar de ser considerados neste Caso: o primeiro é sobre a disputa científica entre a teoria de Cláudio Ptolomeu de Alexandria (século II, a.C.), que defendia a Terra no centro do Universo, e a de Nicolau Copérnico (1473-1543), que defendia o Sol como centro. O segundo, a disputa bíblica, que estava relacionada a quem competia a exegese sobre o significado da verdade bíblica. O terceiro, a condenação ao Copernicanismo. O quarto, o julgamento de Galileu, que envolve a sua acusação, os fundamentos legais e a sua condenação em 1633.

Uma opinião diferente das que foram expostas sobre o caso Galileu é a de Pietro Redondi, no livro *Galileu Herético*; ele mostra uma vertente contrária à posição da celebração laica que, a partir do positivismo santificou Galileu, e a da Igreja que o condenou e agora o reabilita. Para Redondi (1991), o julgamento foi apenas uma cortina de fumaça para salvar Galileu de uma condenação mais vexatória, o verdadeiro motivo que o levou a julgamento não foi devido ao seu apoio às idéias de Copérnico, a exegese bíblica, aos abusos do poder ou aos desencontros pessoais com o Papa, mas devido às implicações teológicas de suas idéias, a sua adesão às concepções atomistas, que seria completamente incompatível com os pressupostos filosóficos em que se baseava a interpretação dos rituais religiosos, em particular da eucaristia.

Entendemos que não há apenas um motivo que desencadeou o julgamento de Galileu, mas a junção de vários fatores que vieram contribuir para que ele ocorresse, ou seja, mesmo sendo diferentes, as idéias dos autores não são excludentes.

Defender a teoria heliocêntrica significava afirmar que a Terra *Eppur si muove*¹³⁹ em torno de si mesma e que ela não está no centro do universo, mas é o Sol que está e, totalmente imóvel, pois, com relação à esfericidade da Terra, há muito tempo já se sabia sobre ela. Apoiar a fertilidade da idéia de Copérnico significava se afastar da Revelação, porque a teoria predominante, a geocêntrica, estava ligada de maneira íntima com as revelações contidas na Bíblia.

De acordo com Koyré (1982, p. 155), cabia aos fundadores da ciência moderna, entre eles Galileu, propor algo totalmente novo em relação a algumas teorias vigentes, não bastava somente criticá-las ou combatê-las, tinham de destruir um mundo e substituí-lo por outro, tinham de reformar a estrutura de nossa própria inteligência, reformular novamente e rever seus conceitos, encarar o Ser de uma nova maneira, elaborar um novo conceito do conhecimento, um novo conceito da ciência, e até substituir um ponto de vista bastante natural – o do senso comum – por outro que, absolutamente, não o é.

A defesa de Galileu ao heliocentrismo, como proposta de mudança no pensamento científico da época, é retratada na peça *Vida de Galileu*, de Bertolt Brecht. No diálogo com o menino Andréa, diz o personagem de Galileu:

Muros e cascas, tudo parado! Há dois mil anos a humanidade acredita que o Sol e as estrelas do céu giram em torno dela. [...] o tempo antigo passou, e agora é um tempo novo. Logo a humanidade terá uma idéia clara de sua casa, do corpo celeste que ela

¹³⁹ Brecht (1991) “se move” - célebre frase atribuída a Galileu que teria sido pronunciada ao final do seu julgamento.

habita. [...] Pois onde a fé teve mil anos de assento, sentou-se agora a dúvida. [...] Pois os habitantes de nossas cidades, sequiosos de tudo que é novo, gostarão de uma astronomia nova, em que também a Terra se mova. [...] E a terra rola alegremente em volta do Sol, e as mercadoras de peixe, os comerciantes, os príncipes e os cardeais, e mesmo o papa, rolam com ela (BRECHT, 1991, p. 57-58).

O título de matemático não foi suficiente para Galileu defender esta nova visão de mundo. Logo ele seria contestado e rechaçado pelos filósofos e teólogos que, hierarquicamente estavam enquadrados em uma classe superior à dos matemáticos. Segundo Mariconda (2004, p. 22)¹⁴⁰,

[...] por meio do estudo da teologia impunha-se o respeito à autoridade dos dogmas católicos; por meio do estudo da filosofia o respeito à autoridade de Aristóteles na lógica, na filosofia natural e moral, na metafísica. A ordem, neste último caso, é clara: *'in rebus alicuius momenti ab Aristotele non recedat'* (em lugar e momento algum deixarás de aceitar Aristóteles)".

Na filosofia aristotélica a matemática estava relegada a um papel marginal, o que era um obstáculo à legitimação dos trabalhos de Copérnico, pelo fato da sua teoria ter sido apresentada não só como um modelo matemático, mas também como uma representação física do cosmo.

Segundo Biagioli (2003), os matemáticos não deviam, e nem a eles caberia, lidar com as dimensões físicas dos fenômenos naturais, que pertenciam apenas ao domínio dos filósofos; assim a proposta de Copérnico era vista pelos filósofos, não só como uma teoria sobre o universo, mas como uma invasão ao domínio disciplinar e profissional que lhes pertenciam, o que era inaceitável. A matemática buscava ter um estatuto epistemológico igual ao da filosofia, de pertencer à educação universitária formal, pois era considerada apenas como uma disciplina que deveria ser ensinada por meio de uma aprendizagem voltada à prática, sendo útil para a resolução de problemas técnicos, com importância em áreas como a agrimensura, mecânica e contabilidade.

Só restava uma saída para Galileu, a aquisição de uma nova identidade sócio-profissional. Isso ocorreu com sua entrada na *Corte dos Médicis*, em 1610. Além de matemático na Universidade, tornou-se filósofo da natureza e posteriormente membro da primeira academia científica, a *Accademia dei Lincei*. Esta nova identidade sócio-profissional de matemático e filósofo do grão-duque da Toscana, e sendo chamado de *Molto Illustre et Molto Eccelente*¹⁴¹, era suficiente para que Galileu detivesse os recursos necessários para a

¹⁴⁰ In Galilei (2004)

¹⁴¹ Equivalente ao título de Doutor hoje.

legitimação da nova ciência e da nova cosmologia e abrisse confronto com os filósofos aristotélicos os seus antigos superiores em termos de disciplina (BIAGIOLI, 2003).

Além dos títulos, Galileu contava com o apoio importante, se bem que restrito, das duas classes sociais que detinham o poder, a nobreza e a Igreja. Do lado da nobreza, segundo Biagioli (2003, p. 4) havia “[...] uma simbiose clara entre o trabalho de Galileu em astronomia e sua carreira na corte”. Um exemplo disso foi a descoberta de Galileu das quatro estrelas girando ao redor de Júpiter que ele denominou, não por acaso de “Estrelas e planeta de Médicis”. Em alguns momentos, os interesses científicos do cortesão Galileu, não eram determinados, mas não ficavam alheios à cultura dos príncipes ou às relações de mecenato da corte.

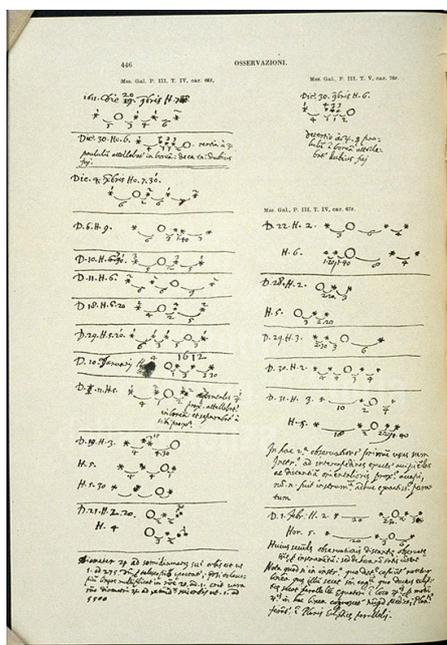


Figura 05 – Página com as observações de Galileu dos satélites de Júpiter, 1611-1612

Fonte: Disponível em: <http://brunelleschi.imss.fi.it/telescopiogalileo/ezoom.asp?c=50357>. Acesso em: 25 ago. 2009.

Do lado da Igreja, por ser um cientista amplamente conhecido e respeitado e ainda um católico fervoroso, “filho leal da Santa Madre Igreja”¹⁴², tinha a benção dos cientistas-sacerdotes e cardeais cultos, que se dedicavam aos experimentos científicos, a fazer observações no telescópio, além de gostarem de ouvir Galileu discursar.

Mas, a defesa da idéia do universo heliocêntrico, aliada à publicação, em 1613, da obra *Istoria e dimostrazione intorno alle macchie solari* (História e demonstração das

¹⁴² Hellman (1999, p.24)

manchas solares), deixava a Igreja na sua maioria insatisfeita, pois a base do pensamento católico, na época da revolução científica, era a filosofia Aristotélica, que se referia ao conhecimento do mundo natural, além de ser o alicerce da fé e da autoridade.

Mesmo contando com o apoio das duas classes sociais, a adesão ao sistema copernicano trouxe à tona não só o conflito entre a ciência e a religião, mas, como diz Finocchiaro [200-?, p. 1], outros fatores relacionados, como a tradição e a própria demarcação sobre o que é ciência e o que não é. Esta seria uma época de mudanças no equilíbrio entre a filosofia especulativa, a matemática e a evidência experimental no estudo dos fenômenos naturais.

A oposição a Copérnico não era meramente religiosa, teológica e bíblica, mas envolvia várias partes da cultura tradicional e isto é melhor visualizado nos vários argumentos avançados contra o movimento da terra baseado sobre os princípios do movimento da física, sobre observações astronômicas, e no princípio epistemológico da confiança dos sentidos.¹⁴³

O desprezo pela matemática, o poder da Igreja, a influência exercida por ela na sociedade, tornaram-se obstáculos à aceitação das novas idéias. Galilei (1988, p. 67), sobre este fato, dizia que “o próprio Copérnico conhecia que força tem sobre nossa imaginação um costume antigo e um modo de conceber as coisas que nos é familiar desde a infância”. Nas universidades, o ensino tinha Aristóteles no centro do currículo, o que ajudava a Igreja a manter a tradição científica e filosófica, em relação à tradição cultural, que era utilizada fortemente pela Igreja para disseminar seus valores espirituais, que deveriam ser passados de geração a geração, tanto por meio do que está escrito nas Sagradas Escrituras como pela tradição não escrita, que futuramente viria a se materializar em forma de texto. Toda a tradição teria sido recebida pelos Apóstolos da boca do próprio Cristo ou ditada a eles pelo Espírito Santo.

A tradição cultural, segundo Galileu, pode ser vista até em povos menos rudes que, ao expressarem suas opiniões, baseiam-se apenas em crenças ou observações, como por exemplo, de que o Sol se move e que a Terra continua parada. Em Borges (2002), nos reportamos a esse elo muito forte e difícil de ser rompido que é a aproximação da teoria geocêntrica, defendida pela escola de Aristóteles, com o senso comum; pois, qualquer pessoa

¹⁴³ The opposition to Copernicus was not merely religious, theological, and biblical, but involved many parts of traditional culture, and this is best seen from the many arguments advanced against the earth's motion based on principles of motion from physics, on astronomical observation, and on the epistemological principle of the reliability of the senses.

pode observar diariamente a imobilidade da Terra e ver o Sol, a Lua e as estrelas se movimentarem.

A posição de Galileu era a de não se tomar como verdadeiras as proposições, somente porque a grande maioria pensa assim, pois ao darem explicações sobre um fato, alguns homens se fundamentam em aparências ingênuas e comparações vãs e ridículas, não levando em conta nem mesmo no que os seus olhos estão testemunhando, porque o que estão vendo para eles é contraditório com o que está escrito nas Sagradas Escrituras. Opondo-se a isto, defende Galileu que as proposições verdadeiras aparecem aos homens, os quais, por meio de experiências e demonstrações, foram induzidos a pensar o contrário do que pensava a grande maioria.

Outro fator que auxiliou na substituição da autoridade da Tradição pela autoridade da experimentação e observação foi o aperfeiçoamento do telescópio pelo artesão Galileu (1609-1613), que proporcionou, além de novas evidências a favor da hipótese Copernicana, a possibilidade de se refutar quase todas das objeções que eram feitas às observações astronômicas. A utilização do telescópio proporcionou o rompimento com a física aristotélico-medieval, com a concepção dos gregos de um universo finito e hierarquizado. Com este instrumento avançado para a observação científica, nascia uma nova concepção de universo, aberto, indeterminado, desaparecendo a oposição Céu e Terra, sendo os dois governados pela mesma lei (Ibid., 2002).



Figura 06 – O telescópio¹⁴⁴ de Galileu. Florence, 1610. Fabricado com couro, vidro e madeira
 Fonte: Istituto e Museo di Storia della Scienza. Disponível em:
 <<http://brunelleschi.imss.fi.it/telescopiogalileo/etel.asp?c=50421>> . Acesso em: 25 ago. 2009

¹⁴⁴ Telescópio enviado por Galileu a Cosimo II, o mais avançado até então construído, com a promessa de Galileu de fornecer instrumentos astronômicos que além de excelentes fossem também esteticamente valiosos. Ao chegar ao Tribunal Toscano, Galileu manteve a sua promessa, como demonstra este telescópio.

Mesmo que Galileu atribuísse as descobertas científicas com o telescópio ao Criador, como ele escreve na introdução da obra *Sidereus Nuncius*: “Tudo isto foi descoberto e observado nestes últimos dias, graças ao ‘telescópio’ que inventei, depois de ser iluminado pela graça divina”¹⁴⁵, olhar através deste novo instrumento da ciência causava um certo espanto para a maioria das pessoas comuns, como também em teólogos e filósofos, que recusavam olhar com medo de que poderiam ver algo que pudesse contrariar as suas teorias e crenças tradicionais, como no caso de Cremonini,. Esse medo teve como consequência o aumento dos ataques a Galileu por razões teológicas e bíblicas.



Figura 07 – Anjinho com óculos e telescópio.

Fonte: Museo degli Argenti, Loggetta del Mezzanino. Disponível em: <http://brunelleschi.imss.fi.it/telescopiogalileo/ezoom.asp?c=50347> Acesso em: 25 ago. 2009

¹⁴⁵ In Paulo II (1979).

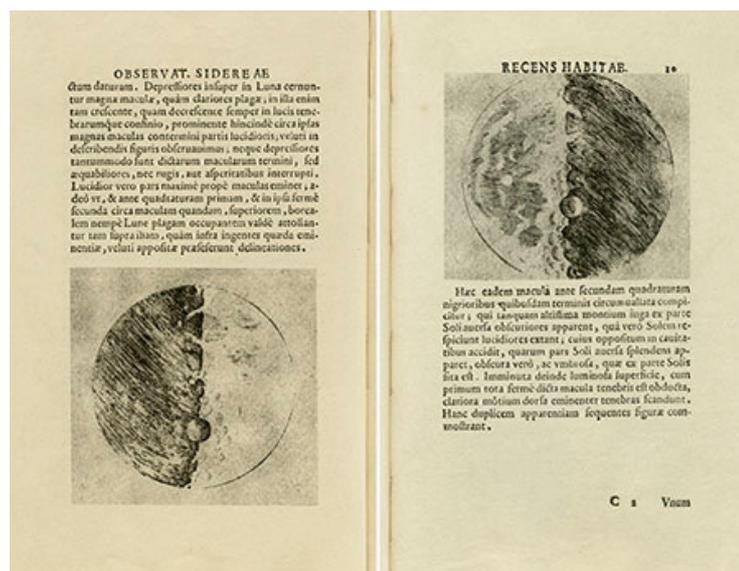


Figura 08 – Página do livro *Sidereus Nuncius* escrito por Galileu.

Veneza, 1610. Florence, Biblioteca Nazionale Centrale. post 110. p. 8-9.

Fonte:

Disponível

em:

<<http://brunelleschi.imss.fi.it/galileopalazzostrozzi/object/GalileoGalileiSidereusNuncius.html>>. Acesso em: 25 ago 2009

A Igreja, já em 1581, se mostrava preocupada com o que vinha acontecendo e parecia que já estava se precavendo para o que estava por vir. O apego e a defesa das velhas tradições levaram Claudio Acquaviva, ao assumir o cargo de Superior Geral da Sociedade de Jesus, a se preocupar com qual seria o papel dos Jesuítas após o Concílio de Trento. Em defesa da ortodoxia da Igreja, Acquaviva, seguindo com a máxima fidelidade a tradição e os textos canônicos autorizados pela Igreja, a partir do Concílio, traçou normas de uniformidade de pensamento aos Jesuítas e desse esforço nasceu a publicação da primeira edição, em 1599, do *Ratio Studiorum*, o código pedagógico dos Jesuítas, exposto na passagem do decreto quadragésimo primeiro da Quinta Congregação Geral dos Jesuítas que dizia:

Em assuntos que tivessem alguma importância o professor de filosofia não deveria divergir das visões de Aristóteles, a menos que a sua visão resulte de estar contrária ao ensino que é aceito em todas as escolas, ou especialmente se a sua visão é contrária a fé ortodoxa. De acordo com o Conselho de Latrão, eles deveriam ativamente tentar refutar qualquer argumento de Aristóteles, ou de qualquer outro filósofo que fosse contrário a fé (Decreta, 1830) (NEWALL, 2005, p. 3).¹⁴⁶

Apesar de a Igreja defender a tradição, apoiando-se na visão Aristotélica de mundo, a posição assumida por Galileu acabava não só com a visão da perfeição do céu

¹⁴⁶ In matters of any importance philosophy professors should not deviate from the views of Aristotle, unless his view happens to be contrary to a teaching which is accepted everywhere in the schools, or especially if his view is contrary to orthodox faith. In accordance with the Lateran Council, they should strenuously try to refute any arguments of Aristotle, or of any other philosopher, which are contrary to the faith.

defendia por Aristóteles, como podia também ser entendida como em oposição ao que estava escrito na Bíblia, principalmente ao que se referia à estabilidade da Terra e ao movimento do Sol, contradizendo as passagens mais conhecidas e citadas nas Sagradas Escrituras. Os Salmos 18,6 e 103,5; Crônicas 16,30; Eclesiastes 1, 4-6 e Josué 10,12, sugeriam que o Sol se movia e a Terra permanecia parada, o que acabou gerando toda a discussão na corte da Toscana (GALILEI, 1988).

Galileu teria de ser sutil na sua argumentação para a defesa da idéia sobre o movimento da Terra e a estabilidade do Sol, porque se podia ouvir da boca de um cardeal o pronunciamento de que os planetas e as estrelas “nasciam e se punham” e da não inserção dos livros que ensinavam a astronomia de Copérnico, no Índice dos livros proibidos, Galilei (1988, p. 27) na carta ao monsenhor Piero Dini escreve que seus perseguidores procuravam proibir um livro que foi dedicado ao Papa e “aceito tantos anos pela Santa Igreja, sem o terem eles não só jamais visto, como também nem lido ou entendido”.

Mesmo contradizendo algumas posições defendidas pela Igreja, em várias das suas cartas, Galileu buscou respaldo nas diversas passagens dos Santos Padres da Igreja, sobretudo em Santo Agostinho. Galileu cita uma das passagens do Santo que afirmava que devemos sempre ter cautela em analisar as coisas das quais não conhecemos a respeito dos corpos celestes:

Pelo momento, contentamo-nos em observar uma piedosa reserva, nada devemos crer apressadamente sobre este assunto obscuro, no temor de que, por amor a nosso erro, rejeitemos o que a verdade, mais tarde, poderia nos revelar não ser contrário de modo nenhum aos santos livros do Antigo e do Novo Testamento. (GALILEI, 1988, p. 42)

Enquanto para Santo Agostinho era necessária a adaptação das Escrituras às novas descobertas da ciência, para Galileu as novas descobertas sobre os mistérios do universo deveriam ser construídas sob uma base sólida de conhecimento, não podendo jamais entrar em contradições. Na obra *O Ensaíador (Il Saggiatore)*, publicada em 1623, dedicada à Santidade o Papa Urbano VIII, Galileu procura solidificar esta base, opondo-se aos aristotélicos sobre o conceito da matéria – os objetos físicos devem ser descritos pelas suas propriedades geométricas e mecânicas – e acaba entrando em uma polêmica discussão sobre a natureza dos cometas com o matemático jesuíta Orazio Grassi, que era também um conceituado pesquisador da natureza. Nesse debate, Galileu se equivocou, ao defender a natureza dos cometas como um fenômeno ótico e não como um objeto físico.

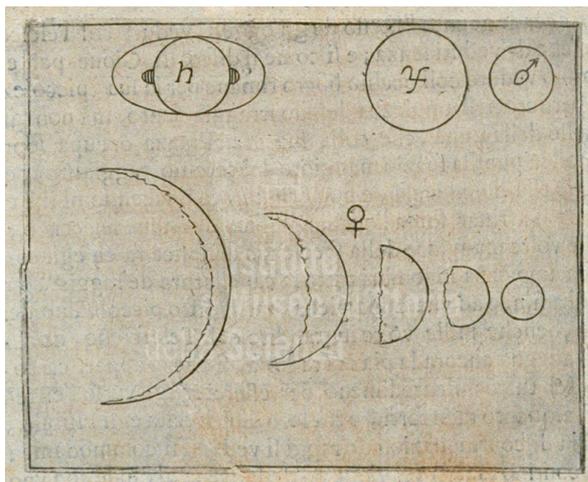


Figura 09 – Livro *Il Saggiatore*¹⁴⁷ (O Ensaíador) escrito por Galileu. Roma, 1623.

Fonte: Florence, Biblioteca Nazionale Centrale, Magl. 3.2.406, p. 217. Disponível em: <<http://brunelleschi.imss.fi.it/galileopalazzostrozzi/object/GalileoGalileiSaggiatore.html>>. Acesso em 25 ago 2009.

Apesar destes percalços no caminho, Galileu apresenta, nesta obra, um novo método para investigar a natureza que vai dar solidez à base que ele quer construir para modificar o modo como a ciência era concebida e praticada. Está claro para Galileu que não é possível fazer ciência apenas com os conhecimentos advindos da experiência do senso comum ou pelo que está escrito na Bíblia.

Na elaboração desse novo método, que facilitaria entender a ciência e o mundo de uma maneira diferente, Galileu adotou, de Platão, a sua fé na racionalidade da natureza e o fato de que a chave para a compreensão da natureza seria encontrada no mundo perfeito da matemática. Em Aristóteles, mesmo contrapondo-se a algumas de suas concepções, aprendeu que, para compreender a natureza, devemos observá-la sistematicamente, e que é somente por meio da experiência e do estudo cuidadoso da natureza que podemos desvendar os seus mistérios.

Esse novo método era regido por três princípios; o primeiro é a observação dos fenômenos, tais como eles ocorrem, sem interferências religiosas ou filosóficas; o segundo é a experimentação, todas as afirmações sobre os fenômenos devem ser passíveis de verificação; e o terceiro é a afirmação de que o conhecimento verdadeiro da natureza é dado pela descoberta da sua regularidade matemática:

A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos (isto é, o universo), que não se pode compreender antes de entender a

¹⁴⁷ Neste trabalho Galileu interpreta os cometas como vapor que sobe da Terra e condensa no espaço cósmico. Ele também adiciona uma gravura que descreve as fases de Vênus e a variação considerável do planeta em tamanho quando observado da Terra, como ele se move ao percorrer seu ciclo.

língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em língua matemática, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível entender humanamente as palavras; sem eles nós vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto (GALILEI, 1999, p. 46).

Segundo Rossi (2001, p. 168), por trás da proposta de Galileu de matematizar (geometrizar) a natureza estava a convicção de toda a sua vida de que “a ciência não se limita a formular hipóteses e a ‘investigar os fenômenos’, mas é capaz de dizer algo verdadeiro a respeito da constituição das partes do universo *in rerum natura* e de representar a estrutura física do mundo.”

Transcrevemos o trecho abaixo, retirado de outra passagem da peça de Bertolt Brecht (1991, p. 136), que retrata a junção da experimentação científica com o uso da linguagem matemática, que marcou uma revolução notavelmente moderna no conhecimento científico, o que proporcionou a separação entre essa forma de saber e o saber obtido puramente por meio da experiência imediata:

Com alguma esperança de provar a rotação do Sol. O meu propósito não é provar que era eu quem tinha razão, mas de verificar se tinha. Eu digo: deixai toda esperança, ó vós que quereis observar. [...] E o que nós provarmos hoje, amanhã apagaremos do quadro, e só voltaremos a escrevê-lo quando estiver comprovado outra vez. E quando estiver provado o que desejamos provar, toda a desconfiança será pouca. Portanto, começamos a nossa observação do Sol com o propósito *inabalável* de provar a imobilidade da Terra! E só quando tivermos fracassado, inteiramente derrotados e sem esperança [...] só então, só então perguntaremos se a razão não teria estado sempre conosco, se não é a Terra que gira! Mas se acaso as outras teorias todas, salvo esta, se desfizerem nas nossas mãos, então não haverá mais piedade para os que falam sem ter pesquisado. Tirem o pano do telescópio, e apontem para o Sol!

Ao mesmo tempo em que tinha idéias revolucionárias, o que lhe rendeu o título de "pai da ciência moderna", sobre a utilização do método científico na pesquisa, aliado ao conhecimento da matemática, para que os homens pudessem compreender o universo, Galileu, devido a sua religiosidade, se preocupava em não afirmar nada que pudesse desmerecer as Sagradas Escrituras ou a Teologia. Por isso, lamentava que determinados teólogos, por não conhecerem astronomia, utilizavam como estratégia ao interpretar e explicar as passagens bíblicas, algumas autoridades da própria Escritura, dos sagrados teólogos e dos concílios, fazendo da Bíblia um manual sobre assuntos científicos, diferente daquilo que deveria ser a sua intenção, cometendo graves heresias e blasfêmias.

Na carta escrita em 1615, à mãe de Cosimo II, Senhora Cristina de Lorena Grã-Duquesa, Galileu (1988, p. 53), procurava se defender das objeções bíblicas que os teólogos faziam sobre o universo heliocêntrico, ele recomenda que,

[...] não podemos afirmar com certeza que todos os intérpretes falam por inspiração divina, posto que, se assim fosse, nenhuma diversidade haveria entre eles a respeito dos sentidos destas passagens. Creio, pois, que seria muito prudente que não se permitisse a nenhum deles empenhar as passagens da Escritura e, de certo modo, obrigá-las a dever sustentar como verdadeiras estas ou aquelas conclusões naturais, das quais talvez os sentidos e as razões demonstrativas e necessárias nos pudessem manifestar o contrário.

Parece até que a proposta de Galileu de que deveria haver uma separação entre quem interpreta a Bíblia e quem interpreta a Natureza, tinha sido retirada das reuniões ocorridas no Concílio de Trento, onde se discutia sobre a quem deveria ser dada à permissão para interpretar o Livro Sagrado. Galileu tentava evitar que a interpretação incorreta das passagens da Escritura se tornasse motivo de conflito entre a ciência e à religião, assim como, de que a Igreja viesse a defender uma doutrina que futuramente pudesse ser refutada.

Eis alguns equívocos e divergências dos intérpretes sobre as passagens da Escritura que poderiam ocorrer: Primeiro, que o intérprete não entende o verdadeiro sentido do que está escrito nas Escrituras, prendendo-se ao sentido puro das palavras para interpretá-las; segundo, que o intérprete atribui significados literais a expressões figurativas e, terceiro, que o intérprete não tivesse sido inspirado pela divindade. O problema nunca estaria no conteúdo do que está exposto na Sagrada Escritura, mas na sua interpretação. Para Galileu, se já há problemas de interpretação interna, entre os próprios intérpretes das passagens da Escritura, seria muito mais prudente que eles não a interpretassem à luz do conhecimento científico, mas que buscassem encontrar significados das passagens bíblicas que estivessem de acordo com as observações realizadas no dia-a-dia.

Ao mostrar esta separação, Galileu esperava tornar mais fácil a explicação de que não havia contradição entre a Fé e a Ciência, mas segundo ele, havia interpretações limitadas de teólogos e cientistas. Galileu percebe que seus argumentos sobre as interpretações errôneas e equivocadas das Escrituras em relação à Natureza, feitas por pessoas que pertenciam à religião católica, não estavam surtindo efeito. Então, ele muda seu argumento, alerta para os prejuízos a que poderiam estar expostas as Escrituras e a Igreja se um sábio infiel viesse a descobrir que as interpretações poderiam ser falsas:

Ora, seria muito vergonhoso, pernicioso mesmo, e isto deve ser evitado acima de tudo, que um infiel, ouvindo um cristão falar dessas coisas, como se ele falasse delas de acordo com as Escrituras Cristãs, e o vendo se enganar sobre estes assuntos, como se diz, por toda a distância que separa o Céu da Terra, não pudesse impedir de rir. O mais desagradável não é que um homem que se engana seja objeto de zombaria, mas aqueles que não são dos nossos possam crer que nossos autores pensam assim, o que os faria criticá-los e rejeitá-los como autores desprovidos de

ciência para grande detrimento daqueles cuja salvação temos a peito (GALILEI, 1988, p. 73).

Fatos como esses levaram Galileu a escrever, em 1613, uma carta privada, endereçada ao seu aluno e discípulo, Padre Benedetto Castelli que, após ser lida, chegou às mãos do frade Niccolò Lorini; antes de enviá-la ao Papa, Lorini a copiou e fez alterações, com a intenção de comprometer Galileu junto às autoridades e depois a divulgou amplamente. Em um trecho desta carta, publicada por Galileu (Ibid., p. 6), ele refuta as objeções feitas, considerando as passagens das escrituras, afirmando que “as passagens bíblicas não possuíam qualquer autoridade no que diz respeito a controvérsias de cunho científico; a linguagem da Bíblia deveria ser interpretada à luz dos conhecimentos da ciência natural.”

Mesmo Galileu não querendo considerar esta hipótese, a Bíblia acabava sendo um dos principais obstáculos ao avanço das suas idéias sobre o Cosmo, com dois mundos opostos, o do Céu e o da Terra, e, a matematização da natureza. Galileu sabia que o universo não poderia ser explicado por meio da Bíblia, pois as informações contidas nela são apenas superficiais e incompletas. Assim, utilizava como argumento ser impossível, para algum teólogo, afirmar “que a geometria, a astronomia, a música e a medicina estão contidas de modo muito mais excelente e exato nos livros sagrados do que em Arquimedes, em Ptolomeu, em Boécio e em Galeno”. (Ibid., p.58).

O maior perseguidor de Galileu talvez fosse o paradoxo a ser resolvido, por um lado, colocava-se contra a teoria geocêntrica, defendida pela escola aristotélica e que se aproximava das idéias do senso comum ao defender a teoria heliocêntrica. Por outro lado, os fundamentos das explicações da doutrina Católica, tal como revelada na Sagrada Escritura, era baseado na sua maioria na teoria aristotélica. Sendo assim, poderia Galileu, um católico fervoroso, ser considerado contrário às idéias pregadas pela Igreja?

A resposta é não. E esse paradoxo foi resolvido por Galileu, ao afirmar que era impossível ler a Bíblia como um livro de Ciência. Segundo Mariconda (2004, p. 29), para solucionar a questão da compatibilidade entre a astronomia de Copérnico e a Bíblia, Galileu propõe “uma distinção entre duas linguagens radicalmente distintas entre si: de um lado, a linguagem ordinária, ambígua e repleta de imprecisões; e de outro, a linguagem científica rigorosa e exata”. Sem dúvida, não deixa de ser uma proposta de divisão bem atípica, a elaboração de dois livros com linguagens distintas, uma para explicar a Revelação e outra para explicar a Natureza. Segundo Debus (2002) o fundamentalismo religioso requeria uma interpretação literal da Bíblia, e os cientistas, ao contrário do que fez Galileu, mostravam que as Escrituras não se destinavam a ser um bom guia para o estudo da natureza.

O livro da Revelação (a Bíblia) seria elaborado para o povo e trataria de proposições puramente sobrenaturais e de *Fide*, escrito com palavras advindas do Espírito Santo e adaptado ao homem comum, que tem dificuldade de entender os mistérios celestes. O livro deveria ser escrito com uma linguagem ordinária, ambígua e repleta de imprecisões, equivalente a do senso comum, utilizada por seus autores humanos, na época em que o livro foi escrito. O livro seria utilizado apenas nas questões que envolvem explicações sobre o mundo, com amplo uso de expressões metafóricas e figurativas para admitir interpretações variadas de acordo com cada uma das suas passagens. Isto possibilitaria de acordo com a capacidade do homem comum no entendimento de cada passagem de mudar de opinião. A finalidade principal desse livro seria o ensinamento religioso e moral.

O outro livro, o da Natureza, contendo explicações científicas, com proposições puramente naturais, e que não são de Fé, elaborado com uma linguagem científica rigorosa e exata para os profissionais – já nesta época a matemática era abstrata, feita só para os sábios, postura comum até hoje. Neste livro, prevaleceria a observação e a demonstração baseadas na cultura matemática, porque a matemática não sendo uma retórica, não pode ser mudada de acordo com as diferentes opiniões. O matemático tem de estudar para entender a natureza que está escrita em linguagem matemática, que não é compreensível para todos, conforme afirma Galileu sobre a diferença entre opiniões e o que caracteriza o saber científico; para ele, a demonstração.

Assim, Galileu, por meio da metáfora dos dois livros, declara que as duas verdades, de *Fide* e de Ciência, nunca vão poder se contradizer, conforme já tinha escrito na carta a Benedetto Castelli: “procedendo igualmente do Verbo divino, a Escritura santa e a natureza, a primeira ditada pelo Espírito Santo, a segunda como executora fidelíssima das ordens de Deus.” (GALILEI, 1988, p. 19). Portanto, a verdade é uma só, porque a Bíblia e a Natureza são obras de Deus; mas a linguagem usada na explicação destes livros é dupla, e ambas escritas com caracteres diferentes, por terem finalidades diferentes. Caso algum erro fosse detectado que venha a colocar em risco a veracidade do que está escrito no livro da Revelação, em relação ao da Natureza, Galileu tem a seguinte resposta diplomática:

A mobilidade da Terra e a estabilidade do Sol não podem jamais ser contra a fé ou as Sagradas Escrituras se for verdadeiramente provado por filósofos, astrônomos e matemáticos, com experiências sensíveis, com observações cuidadosas e com demonstrações necessárias que ela é verdadeira na Natureza. Mas, neste caso, se algumas passagens da Escritura parecerem soar ao contrário, devemos dizer que isto acontece por fraqueza de nossa inteligência que não pôde penetrar o verdadeiro ensinamento da Escritura neste ponto preciso. Esta é doutrina comum e muitíssimo

correta, já que uma verdade não pode contrariar outra verdade (GALILEI, 1988, p. 96).

Esta citação exemplifica a posição de quem procurava não misturar os assuntos pertinentes à Ciência daqueles que envolviam as Sagradas Escrituras. Galileu, mesmo opondo-se ao espírito teológico e metafísico, pretendia nunca colocá-las em conflito. Assim, cada uma deve ser interpretada e explicada a seu termo. Para os fatos relativos ao conhecimento do homem comum, devemos recorrer à revelação divina; e para os fatos possíveis de serem conhecidos racionalmente, o homem deve usar os meios de que Deus o dotou, “de sentidos, de discurso e de intelecto”; porque, segundo Galileu (1988, p. 20), referindo-se à ciência, mais especificamente à astronomia, na Escritura consta somente “uma pequena parte onde nem sequer são enumerados os planetas”.

A posição defendida por Galileu (1988, p. 52) sobre as duas explicações, volta a aparecer na carta escrita à Senhora Cristina de Lorena, na passagem que ele cita uma frase do cardeal Barônio: “a intenção do Espírito Santo é ensinar-nos como se vai para o céu e não como vai o céu”, ou seja, a cada um a sua atribuição.

Nos parágrafos finais da carta a Benedetto Castelli, na insistente tentativa de mostrar a compatibilidade entre a astronomia de Copérnico e a Bíblia, Galileu enfatiza a passagem do antigo testamento contida no *Livro de Josué*:

Então Josué disse na presença dos israelistas: Sol, detém-te em Gibeom, e tu, Lua, no vale de Aijalom. E o Sol se deteve, e a Lua parou, até que o povo se vingou de seus inimigos. O Sol, pois, se deteve no meio do céu, e não se apressou a pôr-se, quase um dia inteiro. Não houve dia semelhante a este, nem antes e nem depois dele, tendo o Senhor assim atendido à voz dum homem (RESTON, 1995, p. 194).

Esse episódio do décimo capítulo do *Livro de Josué*, quando Josué ordena que o Sol suspenda seu movimento para fazer prolongar o dia e permitir que seu povo derrote os seus inimigos, foi frequentemente evocado, pelas autoridades da Igreja, para denunciar Galileu, porque este trecho dava a impressão de confirmar a declaração da Sagrada Escritura de que a Terra estava imóvel no centro do universo.



Figura 10 – Quadro “O milagre de Josué suspendendo o movimento do Sol”.
 Pintado em 1650 por Jacques Courtois conhecido como “Il Borgognone” (1621-1665).
 Fonte: Galleria Spada, Roma. Disponível em:
<http://brunelleschi.imss.fi.it/galileopalazzostrozzi/object/JacquesCourtoisDettoBorgognoneTheMiracleOfJoshuaSuspendingTheMotionOfTheSun.html>. Acesso em: 25 ago. 2009

Galileu sabia dos perigos de entrar publicamente em discussões sobre a interpretação da Bíblia, o que, pelo seu temperamento, acabou por se tornar inevitável. No debate no campo teológico e metafísico, extremamente minado, Galileu além de não ter conseguido resultados satisfatórios, ainda abre flanco para o ataque de seus inimigos. Segundo Reston (1995, p. 194): “A mistura era explosiva. Ela combinava milagre celestial com o poder de Deus sobre o Sol e a Lua, adicionando uma pitada do Espírito Santo”.

Flanco perfeito para que seus opositores tivessem argumentos necessários para o acusarem de herege e o levarem a julgamento, baseados no decreto oriundo das discussões da quarta sessão do *Concílio de Trento*, ocorrida em 1546, que dizia respeito ao status a ser concedido à Bíblia e à Tradição, mais especificamente, sobre que livros e autores poderiam ser considerados autênticos para a sua inclusão na Bíblia, e ainda, quem poderia interpretá-la, significativamente, na forma das escritas dos Pais da Igreja:

[...] os decretos do Conselho que, em assuntos de fé e princípios morais pertencentes à edificação da Doutrina cristã, ninguém, confiando no seu próprio julgamento e distorcendo a Bíblia Sagrada de acordo com as suas próprias concepções, ousará a interpretar ao contrário do sentido que a Santa Mãe Igreja, a quem pertence julgar o seu verdadeiro sentido e significado, acreditou e acredita, ou até mesmo ao contrário ao acordo unânime dos Pais, embora tais interpretações nunca devam a qualquer hora ser publicada. Os que fizerem de outro jeito serão

identificados pelos padres e serão castigados conforme as penalidades prescritas pela lei (BLACKWELL¹⁴⁸, 1991, apud NEWALL, 2005, p. 1).¹⁴⁹

O fato de ser um católico fervoroso e ter certo crédito com as autoridades eclesiásticas, não dava a Galileu a permissão de contestar sobre as explicações comuns dos padres que diziam respeito à edificação da doutrina católica. Pelo contrário, não era prudente que ele entrasse em debates que envolvessem questões sobre a verdade bíblica e a certeza científica, muito menos sobre os assuntos de fé e dos costumes, que eram determinados como corretos ou não pelo dogma da infalibilidade papal.

Como suas idéias continuavam a ganhar força entre os cientistas e na sociedade, a Igreja logo procurou contê-las por meio de uma reclamação formal, submetida ao tribunal do Santo Ofício, em 1616, a qual denunciava o sistema copernicano. O tratado de Copérnico *De revolutionibus orbium coelestium* (Da revolução das esferas celestes) foi temporariamente censurado até que fosse revisado. Junto com outros trabalhos, como o do padre jesuíta Foscarini, foi colocado no índice dos livros proibidos, por apoiar o modelo heliocêntrico, que era visto como absurdo e herético, e a teoria do movimento de rotação da Terra, que era considerada fisicamente falsa, além de contradizer a Bíblia, portanto perigosos para a fé.

O cardeal Roberto Francesco Romolo Bellarmino, jesuíta e considerado o teólogo principal da Igreja, foi quem presidiu o tribunal que condenou e proibiu a leitura dos livros que fossem contrários as Sagradas Escrituras, contendo a falsa opinião dos Pitagóricos e de Copérnico da mobilidade da Terra e imobilidade do Sol. Na circular do Cardeal, enviada aos Inquisidores em 26 de julho de 1614, ele diz: “Não se cansando os heréticos e inimigos [...] de semear continuamente seus erros e heresias no campo da Cristandade, com tantos e tantos livros perniciosos, que se publicam todo dia, é necessário não cochilar, mas esforçar-se por extirpá-los pelo menos daqueles lugares que podemos”. (ROSSI, 1992, p. 91).

Em outro momento, a opinião do revisor, Giovanni Camerota, referindo-se diretamente aos livros que apresentavam as idéias de Galileu, é a seguinte: “não parece ser próprio ou útil para os livros de nossos membros conterem as idéias de Galileu, especialmente

¹⁴⁸ BLACKWELL, Richard. **Galileo, Bellarmine and the Bible**. Notre Dame: University of Notre Dame Press, 1991.

¹⁴⁹ [...] the Council decrees that, in matters of faith and morals pertaining to the edification of Christian doctrine, no one, relying on his own judgement and distorting the Sacred Scriptures according to his own conceptions, shall dare to interpret them contrary to that sense which Holy Mother Church, to whom it belongs to judge of their true sense and meaning, has held and does hold, or even contrary to the unanimous agreement of the Fathers, even though such interpretations should never at any time be published. Those who do otherwise shall be identified by the ordinaries and punished in accordance with the penalties prescribed by the law.

quando elas são contrárias às de Aristóteles” (Ugo Baldini, *Additamenta Galilaeana*, in *Annali dell’Istituto e Museo di Storia della Scienza di Firenze*, 1984).¹⁵⁰

O cardeal Bellarmino como era de se esperar não apoiava uma visão antibíblica sobre o movimento da Terra, mas apoiava uma cosmologia não-aristotélica e concordava que havia uma discordância entre os astrônomos sobre a constituição dos céus. Na dúvida, defendia que o melhor seria seguir a interpretação que mais se aproximava da Bíblia, mesmo que não tivesse muita consistência do que se estava defendendo, com o intuito de preservar o *status quo* da Igreja.

Diante de tanta oposição a Galileu e à teoria heliocêntrica, coube à Congregação do *Index* sacramentar o decreto publicado, o qual declarava condenado a quem tentasse mostrar ou ensinar o movimento da terra. A imagem, a seguir, mostra a folha que dá publicidade à decisão de suspender o trabalho de Copérnico, pela Congregação do Índice, após o "primeiro julgamento" de Galileu. O Tribunal da Inquisição iniciou o protocolo em 1615, depois de Galileu ter sido denunciado pelo frade dominicano Tommaso Caccini pelas suas convicções Copernicanas.



Figura 11 – Folha referente à decisão que suspende os trabalhos que contêm o sistema Copernicano publicado por meio de decreto pela Congregação do Index (Roma, 05 de março de 1616). Fonte: Biblioteca Casanatense, Roma Disponível em: <<http://brunelleschi.imss.fi.it/galileopalazzostrozzi/object/TheCatholicChurchAgainstTheCopernicanSystem.html>>. Acesso em: 26 ago. 2009

¹⁵⁰ Newall (2005). “It does not seem to be either proper or useful for the books of our members to contain the ideas of Galileo, especially when they are contrary to Aristotle.”

Antes da publicação da obra *História e demonstrações sobre as manchas solares*, Galileu enviou uma carta ao Cardeal Carlo Conti, prefeito da Inquisição em Roma, para indagá-lo sobre as injunções da Bíblia, especialmente sobre a “corruptibilidade” do céu e do movimento da Terra (RESTON, 1995). Referindo-se a este texto galileano, Rossi (1992, p. 93) diz que ele sofreu intervenções da censura, tendo algumas das suas partes renunciadas pelos inquisidores, que não queriam nada que se referissem às Escrituras; Rossi destaca as intenções evidentes de Galileu para que a nova versão do texto fosse aceita pelos censores:

Em primeiro lugar, ele quer colocar as suas teses sob a autoridade da Escritura e descrever a hipótese dos adversários (defensores da incorruptibilidade) como contrária às Escrituras; em segundo lugar, pretende afirmar que a interpretação do texto sagrado que se refere à física peripatética pode ser substituída por outra que se refira a uma física diversa; e em terceiro lugar, [...] pretende elogiar a atividade dos teólogos.

A estratégia de Galileu não foi bem sucedida e ele acabou sendo interrogado em Roma por Bellarmino, que solicitou, antes do julgamento, uma opinião dos Jesuítas sobre Galileu e não esperava que eles enviassem uma carta tão favorável quanto a que eles enviaram. Fato este até de se estranhar, pois como dissemos anteriormente, na obra *O Ensaíador*, Galileu havia entrado, erradamente, em discussão contra o matemático jesuíta Orazio Grassi.

Desse primeiro interrogatório, Galileu foi poupado da condenação, sendo apenas admoestado. Galileu utilizou como justificativa o decreto do Concílio, que obrigava “somente” a concordar com as explicações comuns dos Padres sobre as questões que envolviam a fé e os costumes; e segundo Galileu, para a compreensão da Natureza, a linguagem usada seria a matemática e não as contidas nas Sagradas Escrituras. Mas Bellarmino encerrou a discussão, reportando-se ao decreto do Concílio, segundo o qual, tudo o que estava na Bíblia ou na Tradição ou tinha sido ditado por Cristo ou pelo Espírito Santo, tornava padrão todo assunto como sendo de fé. O próprio sistema ptolemaico passaria a se tornar um assunto de fé, e contra este argumento era mais sensato Galileu se calar.

A revisão do *De revolutionibus*, publicada em 1620, não apresentou quaisquer sugestões sobre se o movimento da terra era fisicamente verdadeiro e compatível com Bíblia, apenas argumentou que Copérnico tinha tratado o movimento da terra somente como uma hipótese útil para seus cálculos astronômicos. Isso já era esperado, pois o cardeal Bellarmino havia exposto a posição de apenas aceitar a teoria copernicana enquanto hipótese astronômica,

como descreveu o cardeal na carta endereçada ao Frei Paolo Antônio Foscarini, em 12 de abril de 1615:

3°. Digo que, se houvesse verdadeira demonstração de que o Sol esteja no centro do mundo e a Terra no Céu e de que o Sol não circunda a Terra, mas a Terra circunda o Sol, então, seria preciso proceder com muita atenção na explicação das Escrituras que parecem contrárias e dizer, antes, que não as entendemos, do que dizer que é falso aquilo que se demonstra. Mas não creerei que há tal demonstração até que me seja mostrada. Nem é o mesmo demonstrar que, suposto que o Sol esteja no centro e a Terra no céu, salvam-se as aparências, e demonstrar que na verdade o Sol esteja no centro e a Terra no céu. [...] da segunda [demonstração] tenho dúvida muitíssimo grande e, em caso de dúvida, não se deve abandonar a Escritura Sagrada, explicada pelos Santos Padres (GALILEI, 1988, p. 106).

O cardeal Bellarmino, nessa carta, propunha uma saída para Foscarini e Galileu aconselhando-os a abordar a teoria de Copérnico em forma de hipótese, ou seja, matematicamente, e não fisicamente, como verdade absoluta. A igreja não se opunha a Copérnico, ela até se aproveitava dos seus cálculos por serem precisos, bem como das técnicas matemáticas; a ela só não interessava a explicação, por isso a recomendação de Bellarmino de que a teoria de Copérnico, por não poder ser demonstrada, só poderia ser comentada por suposições.

Como Bellarmino tinha segurança de que o Copernicanismo não poderia ser demonstrado e só poderia ocorrer por suposições, argumentou que as razões apresentadas não deixavam claro que todas as passagens das Sagradas Escrituras poderiam ser explicadas pelo Copernicanismo; e acrescentou que não seria prudente a Igreja se encorajar e dar um sentido contrário ao que disseram os Pais da Igreja, ou negar o nascimento de Cristo da Virgem, já que isto foi declarado pelo Espírito Santo aos profetas e apóstolos, Bellarmino diz:

[...] me parece que Vossa Paternidade [Foscarini] e o Senhor Galileu ajam prudentemente, comentando-se em falar ‘por suposição’ e não de modo absoluto, como eu sempre cri que tenha falado Copérnico. [...] Porque dizer que, suposto que a Terra se move e o Sol está parado, salvam-se todas as aparências [...] está dito muitíssimo bem e não há perigo algum. E isto basta para o matemático. Mas querer afirmar que realmente o Sol está no centro do mundo e gira apenas sobre si [...] é coisa muito perigosa não só de irritar todos os filósofos e teólogos escolásticos, mas também de prejudicar a Santa Fé ao tornar falsas as Sagradas Escrituras (GALILEI, 1988, p.105). (grifos nossos)

Para Bellarmino estava claro que um cientista não poderia dar explicações sobre o mundo, porque para ele, a matemática só raciocina sobre hipóteses, o que seria muito perigoso, e até heresia, afirmar o contrário. Um fosso separava o pensamento do Cardeal e o de Galileu; segundo Newall (2005), a mudança de prioridade a que Galileu foi conduzido,

estava ligada à distinta aplicação da hermenêutica bíblica. Para Bellarmino a Bíblia deveria ser aceita verdadeira como ela é, a menos que achássemos razões para acreditar o contrário, e, assim, as observações contrárias encontradas na Bíblia precisariam ser reinterpretadas, como figurativa e não literal, com o intuito de manter a unidade coerente da verdade.

Para a Igreja, a posição assumida por Galileu era inconcebível, pois não era possível que alguém pudesse ter certeza individual de algo, já que a certeza só poderia advir de dentro da comunidade. As explicações dadas por Galileu chocavam com o privilégio das autoridades, especialmente o da Igreja Católica, em decidir quais seriam as explicações que poderiam ser dadas sobre como era o mundo. Reston (1995) levanta o questionamento que os opositores de Galileu provavelmente devem ter feito: Quem era Galileu para diminuir a autoridade das Escrituras?

Ao escrever na carta à Duquesa, que o propósito das Sagradas Escrituras é o “culto Divino e a salvação das almas” (GALILEI, 1988, p. 49), Galileu escrevia que a leitura da Bíblia não podia ser feita literalmente, o que poderia incorrer em erro devido aos diferentes significados que as palavras têm; assim, para Galileu, nas disputas que tratassem sobre os fenômenos naturais, os argumentos físicos e as demonstrações deveriam ter prioridade, ficando reservado à autoridade das passagens da Escritura, o último lugar na cadeia interpretativa.

Enquanto Belarmino coloca a Bíblia para ser usada como um padrão metodológico, para Galileu, a Bíblia deve ser esvaziada de todo o conteúdo, que não fosse o teológico, e colocado, em seu lugar, o Livro da Natureza. Sendo assim, para Galileu, a compreensão literal da Bíblia só poderia ser aceita como definitiva, quando se referisse a um assunto que não tivesse relação com o Livro da Natureza.

Com a morte do Papa Paulo V, que era um defensor da teoria geocêntrica, o Cardeal Maffeo Barberini, admirador de Galileu, foi eleito e coroado Papa, conhecido como Urbano VIII. Ele estimulou e autorizou Galileu, que gostava de discutir seus trabalhos com Urbano, a publicar, em 1632, em italiano, que era a linguagem comum, em vez de latim, a obra o *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo* (*Dialogo...sopra i due massimi sistemi del mondo*).



Figura 12 – Capa do livro *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo* de Galileu. Florença, 1632. Fonte: Biblioteca Nazionale Centrale. Disponível em: <<http://brunelleschi.imss.fi.it/galileopalazzostrozzi/object/GalileoGalileiDialogoSopraDueMassimiSistemiMondo.html>>. Acesso em: 26 ago. 2009

A primeira página do livro mostra uma gravura de um diálogo imaginário entre Aristóteles, Ptolomeu e Copérnico sobre os sistemas do mundo. A obra reproduz a conversa entre três personagens: Salviati, defensor das teses de Copérnico, Simplício, defensor das idéias de Aristóteles e Ptolomeu o mediador representado por Sagredo.

Nessa obra, Galileu sustentou que na explicação da constituição do universo, era possível, mediante o conhecimento matemático, igualarmos o conhecimento divino, comentário que se opunha à tese sustentada pelo Papa, que considerava que para todo efeito natural seria possível dar uma explicação diferente daquela que a nós parece à melhor, toda teoria deveria proceder no nível das hipóteses e permanecer neste nível (ROSSI, 2001).

O Papa sentiu o poder papal desafiado e, extremamente ridicularizado ao se reconhecer na figura de Simplício, que utilizava algumas expressões e argumentos empregados por ele, em conversas mantidas com Galileu, determinou a suspensão da publicação do *Diálogo*, e que fosse aberta investigação para saber se o conteúdo do livro violava o decreto de 1616, contra o Copernicanismo.

As denúncias envolviam, desde quem era Galileu, para diminuir a autoridade das Escrituras e de querer explicá-la à sua própria maneira, como tentou fazer com a passagem de Josué, até as implicações teológicas do *Diálogo*, que apontaram Galileu como suspeito de heresia, uma categoria intermediária de crime religioso. Como mostra o quadro abaixo do

acusador do Santo Ofício, Vincenzo Maculano, lendo para Galileu as sérias acusações que o levaram a julgamento, em 1633.



Figura 13 – Quadro *Galileu diante da Inquisição*

Pintado em 1857 por Cristiano Banti (1824-1904). Fonte: Disponível em: <<http://brunelleschi.imss.fi.it/galileopalazzostrozzi/object/CristianoBantiGalileoBeforeTheInquisition.html>>. Acesso em 26 ago. 2009

Levado a julgamento por ter desobedecido a uma ordem oficial instituída pelo Conselho de Trento, segundo a qual os que ousassem interpretar, de modo contrário, o sentido dado pela Santa Mãe Igreja, seriam identificados e castigados, conforme a lei. Galileu foi condenado pela Inquisição, tendo que abjurar, amaldiçoar e detestar toda a sua crença na teoria heliocêntrica.

A argumentação de Galileu de que a Igreja não deveria fixar as verdades físicas com base nas passagens Bíblicas, porque um dia poderia ser demonstrado que isto estava incorreto, e assim, a fé sofreria um enorme prejuízo, não procedeu. Ele dizia, seria “um contra-senso pretender decidir um debate científico à base de citações da Escritura. Além de fora de propósito, tal procedimento seria um desrespeito para com o texto sagrado, pois se serviria dele para fins aos quais não se destina” (GALILEI 1988, p. 12-13). E foi justamente o que ocorreu nesta condenação. A Igreja, por meio da Inquisição, acabou por julgar o caso e condenar Galileu, não com base no mérito científico da teoria heliocêntrica, mas como se esta pertencesse ao entendimento das coisas espirituais, vindo a afetar significativamente as relações entre a ciência e a religião.

Embora, em um primeiro momento, possamos olhar as relações entre a teoria Copernicana e a teoria Aristotélica, a linguagem matemática e a linguagem bíblica, o pensamento científico e o pensamento religioso, como uma disputa de forças antagônicas, a

carta enviada por Galileu a Piero Dini, segundo Rossi (1992, p. 90), documenta a impossibilidade de efetuar, no próprio âmbito da rigorosa astronomia galileana, “uma separação ou distinção entre aquilo que é matemático e físico e aquilo que é místico e metafísico, entre aquilo que deriva de Proclo, Plotino, Ficino e aquilo que deriva de Euclides e Arquimedes”.

Sobre este fato Rossi (1992, p. 90-91) cita uma conclusão mais geral a que chegou Eugenio Garin, referindo-se à carta de Galileu: “o mito revelava-se inseparável do logos, a ciência rigorosa da fantasia transfiguradora, a límpida razão da túrbida magia, a religião da superstição e, por fim, os cálculos matemáticos da mística dos números”; com isso Rossi não concorda, por entender “que é sempre inútil procurar distinguir, mesmo dentro daquilo que se apresenta de fato ‘misturado’, límpida razão e túrbida magia”.

Fica latente que, durante todo o período em que transcorreu o *Caso Galileu*, ocorreram diversas disputas entre as forças antagônicas da época, a ciência, a filosofia e a teologia, pelo fato de o argumento religioso permanecer na defensiva frente à pesquisa científica. Pode até parecer paradoxal, mas ao considerarmos que essas forças estavam em conflito, não era possível de se dizer tais coisas de Galileu. Mas, para ele, pensamento científico e pensamento religioso, apesar de conflitantes, poderiam coexistir, um exemplo é sua proposta para solucionar o problema da compatibilidade entre a astronomia de Copérnico e a Bíblia. Confrontado com a sua religiosidade, propôs a elaboração de dois livros com linguagens distintas, uma para explicar a Revelação e a outra para explicar a Natureza, procurando conduzir as duas explicações sem que elas entrassem em conflito.

Essa tentativa de organizar as coisas parece ser muito interessante para nosso trabalho, pois ao tentar separar a “límpida razão” da “túrbida magia”, salvam-se os conhecimentos científicos e religiosos, sendo a autoridade de cada um deles estabelecida no seu próprio âmbito. Assim, parecia crer o cientista Galileu que não via contradição do seu trabalho de pesquisador com sua fé.

Kepler e a astrologia

Deus provê a cada animal seu meio de sustentação. Para o astrônomo, Ele proveu a astrologia.

Um dia *naves celestiais* navegaram adaptadas aos *ventos dos céus* e exploraram a vastidão do Universo. [...] em um sonho devemos ter a liberdade de imaginar pelo menos uma vez algo que nunca existiu no mundo da percepção sensitiva.

Kepler

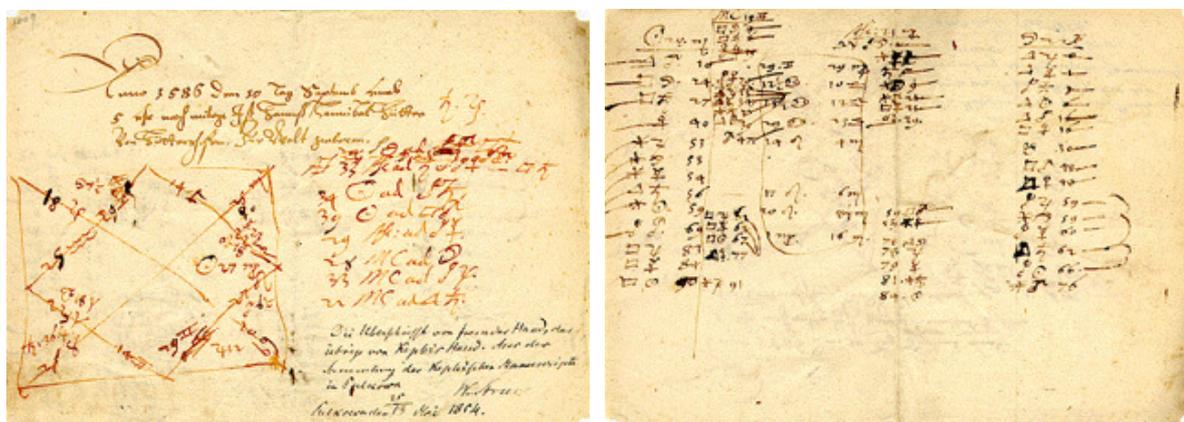


Figura 14 – Parte da frente de uma carta astrológica de um nobre austríaco construída por Kepler há cerca de 400 anos. (à esquerda)

Fonte: Disponível em: <<http://www.ucsc.edu/oncampus/currents/98-99/03-01/kepler.art.htm>>. Acesso em: 27 ago. 2009

Figura 15 – Verso da carta astrológica de um nobre austríaco construída por Kepler há cerca de 400 anos. (à direita)

Fonte: Disponível em: <<http://www.ucsc.edu/oncampus/currents/98-99/03-01/kepler.art.htm>>. Acesso em: 27 ago. 2009

Contemporâneo de Galileu, Kepler foi um dos protagonistas da *Nova Filosofia* do século XVI e XVII, quando a ciência anunciava que era a Terra que girava ao redor do Sol e não o contrário, como se pensava; são desta época também as teses da Reforma proposta por Lutero, em oposição à conduta Papal, alertando os cristãos que a salvação era dada em Cristo e proclamando que Cristo, e não o Papa, era o que havia de mais importante na Igreja.

A vida de Kepler foi repleta de intempéries. Quando criança sofreu de vários tipos de enfermidades e acabou levando mais tempo do que o normal para completar seus estudos primários, devido também à vida nômade que levavam seus pais. No entanto, suas qualidades

intelectuais eram tão evidentes, que seus professores o enviaram da escola para o seminário e depois para a Universidade de Tübingen, em 1589.

Quando adulto Kepler passou por sérias dificuldades financeiras. Seu pai, Heinrich Kepler, era um mercenário, que abandonou a família para guerrear. Sua mãe, Katharina Kepler, teve de ser defendida pelo filho em um processo no qual ela recebeu 49 acusações de bruxaria, por manipular poções, que levavam à morte, as pessoas que bebiam.

Suas teorias astrológicas foram elaboradas em um período religiosamente complicado, o que fez com que sua vida fosse envolta em disputas religiosas e perseguições, o que o levou a mudar frequentemente das cidades onde morava. Foi perseguido pelos católicos, que o forçavam a converter-se ao catolicismo, renegando o luteranismo, o que não fez. Foi excomungado da sua própria religião, por ser tolerante com aqueles que professavam a crença contrária ao que pregava o credo luterano. Isso não o impediu de continuar a defendê-la. Casou-se duas vezes. Faleceu em 15 de novembro de 1630, em Regensburg (hoje, Alemanha). Só é possível conhecer sobre a vida de Kepler, hoje, porque ele deixou inúmeros escritos autobiográficos.

Viver em uma sociedade em que alguns astrônomos, e especialmente os teólogos, explicavam que o mundo era dividido em duas partes, uma celeste e outra sublunar, e se contrapor a esta explicação, além de fornecer uma nova visão do mundo, deu a Kepler o título de maior astrônomo da sua época (SIMAAN, 2003). Segundo Caspar (1993, p. 37- 38), a sua vocação para a astronomia pode ter sido influenciada por dois fenômenos astronômicos vistos por ele na infância: “No ano de 1577 sua mãe o levou em cima de um declive e lhe mostrou então o grande cometa no céu. E em 1580 seu pai saiu com ele, à noite, a céu aberto para observar um eclipse lunar.”¹⁵¹

Kepler foi considerado o fundador da astronomia física pela formulação das três leis do movimento planetário que imortalizaram o seu nome. Essas leis foram publicadas em dois livros: *Harmonices Mundi* (1619) e *Astronomia Nova* (1609). Kepler traçou como objetivo, “reformular a doutrina astronômica (especialmente para o movimento de Marte), em todas as suas três formas [ptolomaica, copernicana, brahiana], de modo que, por ela, possamos construir tabelas que correspondam às aparências celestes.” (KEPLER¹⁵², 1937 apud TOSSATO, 2006, p. 638). Sobre esta obra ele também disse, “Eu próprio, um

¹⁵¹ In the year 1577 his mother led him up a slope and showed him the great comet then in the sky. And in 1580 his father took him out at night under the open sky to observe a lunar eclipse.

¹⁵² Kepler, J. **Mysterium cosmographicum**. In: Caspar, M. & von Dyck, W. (Ed.). *Gesammelte werke*. Munich: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, 1937. v. 1

matemático, [...] relendo minha obra, [...] me canso das demonstrações que antes eu mesmo introduzira.” (SIMAAN, 2003, p. 176).

Desenvolveu ainda trabalhos científicos relevantes, como a sua primeira obra, em 1596, com o título abreviado de *Mysterium Cosmographicum*¹⁵³ (Mistérios do Universo). Para Simaan (Ibid., p. 161), esse foi o resumo perfeito de suas idéias: “pensamento mágico, fascinação pitagórica pelo número, Deus Geômetra, mística do Sol”.

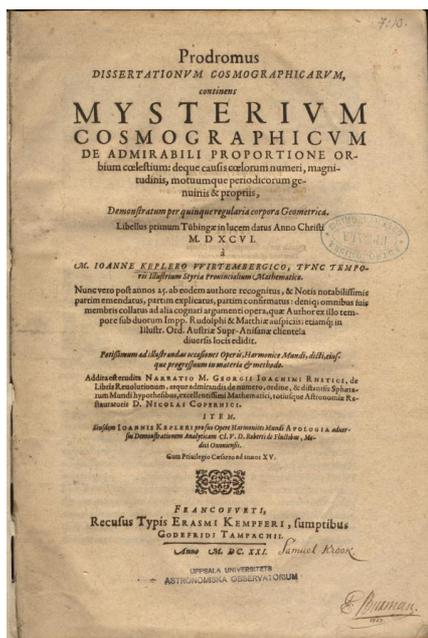


Figura 16 – Página do livro *Mysterium Cosmographicum*.

Fonte: Disponível em: <<http://www.astro.uu.se/librarynew/OldLibrary/Images/bildergambibl/Kepler-MysteriumCosmographicum.jpg>>. Acesso em 26 ago. 2009

Kepler publicou também *Astronomiac pars Optica* (1604) e *Dioptrice* (1611) e, com certeza, foi um dos cientistas gigantes a quem Newton, mesmo sem ter declarado explicitamente, pôde se apoiar para desenvolver a lei da gravitação universal.

Julgava-se um matemático ruim, mas fez contribuições importantes para o desenvolvimento da matemática. Kepler descobriu dois poliedros regulares novos (1619), foi quem fez a primeira prova de como trabalhar com logaritmos (1624), inventou um método para encontrar os volumes de sólidos de revolução, contribuindo ao desenvolvimento do cálculo (*Stereometria*, 1615, 1616) e das tabelas astronômicas mais exatas até aqui

¹⁵³ Prodrumus disserationum cosmographicarum continens mysterium cosmographicum de admirabili proportione orbium caelestium deque causis coelorum numeri, magnitudinis, motuumque periodicorum genuinis et propriis, demonstratum per quinque regularia corpora geométrica. Traduzido de <http://www.educ.fc.ul.pt/icm/icm2003/icm14/Kepler.htm>: O precursor das aberturas dos cosmógrafos aproxima o mistério cosmográfico de proporção admirável dos corpos celestes para as causas do número de firmamentos, de grandeza, e de movimentos periódicos, demonstrado por meio dos cinco corpos geométricos regulares.

conhecidas, as *Tabelas Rudolfinas*,¹⁵⁴ cuja precisão ajudou a estabelecer a astronomia heliocêntrica (FIELD, 1999).



Figura 17 – Frontispício das Tabelas Rudolfinas.

Fonte: Biblioteca Nacional em Lisboa. Disponível em: <http://cvc.instituto-camoes.pt/ciencia/tabelas_rudolfinasxl.jpg>. Acesso em: 26 set. 2009

Para Kozhamthadam (1994, p. 57), com exceção de Descartes, nenhum contemporâneo de Kepler concedeu à matemática um lugar de tamanha importância. Se para Galileu a matemática era a linguagem em que o livro da natureza está escrito, ou seja, a maneira com que nós descrevemos a natureza, a ênfase dada à matemática por Kepler vai além. Para ele, a própria natureza era formada conforme as leis matemáticas. Se os aristotélicos baniam a matemática do estudo científico da natureza, sem as demonstrações matemáticas, Kepler dizia ser um homem cego, pois ela dava a ele, “[...] uma luz para ver, a iluminação para entender, a chave para destrancar os segredos da natureza”.¹⁵⁵

Em uma das cartas enviadas ao seu professor Maestlin, Kepler fala sobre a importância da matematização ou quantificação, ou mais especificamente geometrização, como a chave para a explicação da natureza:

Considerando que Deus criou tudo no mundo inteiro conforme as normas da quantidade, Deus deu ao homem uma mente para compreender a quantidade. Como os olhos são criados para cores, a orelha para os sons, assim também é a mente

¹⁵⁴ Publicada em 1627, Kepler deu o nome a esta obra de *Tabulae Rudolphinae* em homenagem ao seu patrão o imperador Rodolfo II.

¹⁵⁵ [...] a light to see, the illumination to understand, the key to unlock the secrets of nature.

criada por nenhuma outra razão senão para entender quantidades. Perceberá um item com mais precisão, o mais próximo são as quantidades puras, apesar de sua origem. Reciprocamente, permanecerá na maior escuridão e erro, quanto mais se distanciar das quantidades.¹⁵⁶ (carta escrita em 09 de abril de 1597, em *Johannes Kepler gesammelte Werke*, ed. M Caspar et al., Munich, 1937.)¹⁵⁷

Kepler, após a morte de Tycho Brahe, em 1601, de quem foi assistente, passou a substituí-lo no posto de *Mathematicus* imperial na corte de Rodolfo II, a nomeação de maior prestígio entre os matemáticos na Europa, cargo que ocupou até o imperador ser deposto, em 1612. Neste período, Kepler não se dedicou somente à matemática, entre as incumbências na corte estava a de preparar horóscopos. Kepler apresentava a Rodolfo II os horóscopos do imperador Augusto e de Maomé e fazia prognósticos astrológicos sobre o resultado da guerra entre a República de Veneza e o Papa Paulo V. Fez também outras previsões astrológicas, entre elas, sobre a nova estrela que apareceu, em 1604, da conversão da América, da queda do Islã e do retorno do Cristo.

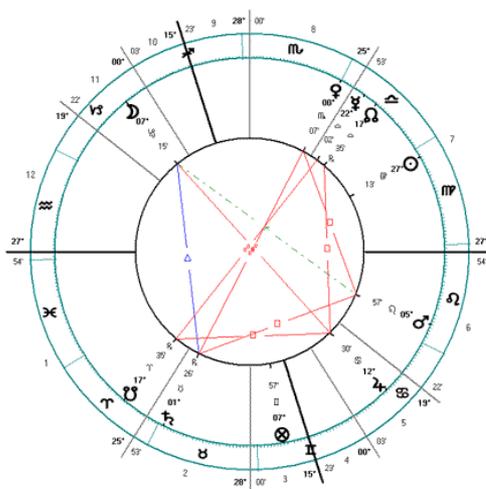


Figura 18 – Carta astrológica construída por Kepler para o nobre austríaco Hans Hannibal Hutter Von Hutterhofen.

Fonte: Disponível em: <http://www.constelar.com.br/constelar/13_julho99/imagens13/hanshannibal.gif> Acesso em: 27 set. 2009

¹⁵⁶ Since god created everything in the whole world in accordance with the norms of quantity, God has given to man a mind which can comprehend quantity. For as the eye is created for colors, the ear for sounds, so also is the mind created for no other reason to understand quantities. It will perceive an item more accurately, the closer it is to pure quantities, as though to its origin. Conversely, it will remain the more in darkness and error, the more it distances itself from quantities.

¹⁵⁷ In Kozhanthadam (1994, p. 56).

Alemanha), tendo durado a gravidez de sua mãe 224 dias, 9 horas e 53 minutos, como registrado no horóscopo feito para si próprio (KOESTLER, 1989).

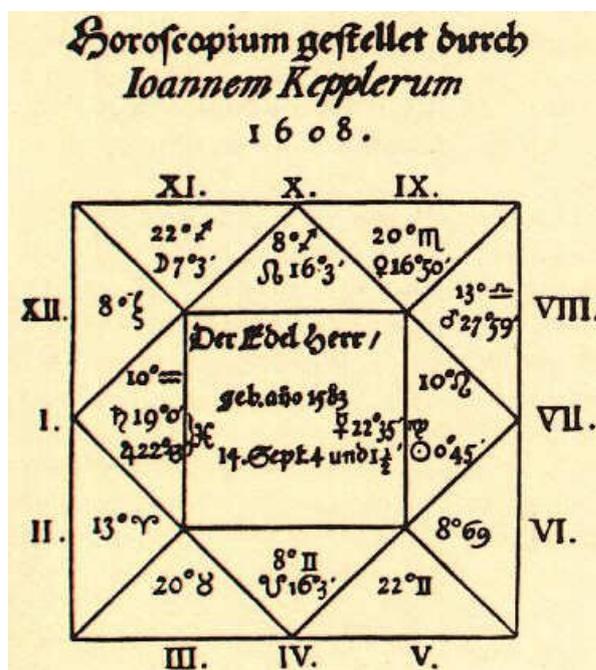


Figura 20 – Mapa astral elaborado por Kepler

Fonte: Disponível em: <<http://polegaropositor.com.br/wp-content/uploads/2009/02/kepler-wallenstein-horoskop.jpg>>. Acesso em: 27 set. 2009

O astrônomo era muito assediado para elaborar horóscopos de príncipes, do rei e do imperador, além dos membros da sua família. Ainda existem, pelo menos, em torno de 800 horóscopos confeccionados por Kepler, vários dele mesmo e da sua família. Koestler (1989, p. 156) apresenta pequenos esboços dos horóscopos construídos por Kepler, como, por exemplo, o do seu pai:

Heinrich, meu pai, nascido em 1547, em 19 de janeiro... Homem vicioso, inflexível, briguento e destinado a um péssimo fim. Vênus e Marte aumentavam-lhe a maldade. O declínio da maior aproximação de Júpiter fê-lo pobre mas deu-lhe uma rica esposa. Saturno em VII fê-lo estudar a ciência da artilharia; numerosos inimigos, um casamento de brigas [...] um vão amor às honras e uma vã esperança delas; errante... 1577: correu o perigo de enforcamento. Vendeu a casa e começou a trabalhar com uma taverna. 1578: a explosão de um jarro de pólvora lacera o rosto de meu pai [...] 1589: tratou muito mal minha mãe, foi exilado e morreu.

Seria normal que, por ser extremamente supersticioso, Kepler acreditasse em astrologia, mas, a sua defesa não destinava à astrologia popular; ele acreditava naquela que chamava de nova e verdadeira astrologia, que ele denominava de uma ciência empírica exata, segundo Negus (1987, p. 3), a astrologia que explicava o modo como se processam as

relações entre os astros e os acontecimentos terrenos, dentro do âmbito da atuação divina. Kepler se esforçou para desvendar como e porque isso ocorria e tentou dar à astrologia uma base mais segura.

El señor von Taxus escribe bajo el encargo de analizar el nacimiento [de Wallenstein] tan extensa y detalladamente como le sea posible. Aun más, una vez que yo lo haya corregido, se supone que debo explayarme al respecto con amplitud incluso mayor.

Para cumplir el encargo, limité el alcance de las particularidades mundanas. Desde luego, a los astrólogos no les faltan técnicas para satisfacer la curiosidad de la gente. Pero he sometido tales "reglas" a la prueba filosófica, y no encuentro para ellas utilidad alguna. ¿Se supone que, aun así, debo permitir que se me use como comediante, actor o alguna otra especie de animador de feria? Hay numerosos astrólogos jóvenes que muestran esta inclinación y tienen fe en tales juegos. Quien quiera ser engañado con los ojos abiertos, que recurra a los actos y espectáculos de esos hombres. La filosofía, y por lo tanto la astrología genuina, es un testimonio de la obra de Dios y, en consecuencia, es sagrada. No tiene nada de frívolo. Y, por mi parte, no deseo deshonrarla. (*Bosquejo Revisado de Este Horóscopo [el de Wallenstein]. Trazado en enero de 1625*)

A rejeição de Kepler à astrologia popular, que era amplamente utilizada, devia-se ao fato de que o astrônomo a considerava superficial e dedicava-se apenas a realizar previsões sobre o futuro, nascimentos, horóscopos, na escolha do melhor dia para começar uma tarefa, além de se basear na elaboração das previsões, somente no conhecimento mais óbvio das mudanças nos céus, além é claro, das superstições populares.

Kepler endereça também a sua crítica, na introdução da obra *Tertius Interveniens* (O Terceiro Interventor), também aos filósofos e teólogos que consideram a astrologia como uma maneira de pensar supersticiosa, atrelada a antigas concepções de mundo e por não conseguirem entender a astrologia como cosmologia. Fazendo-se passar pelo terceiro interventor entre as duas posições extremas, para e contra a astrologia, Kepler defendeu que uma relação definida entre fenômenos divinos e eventos terrestres pudesse ser estabelecida:

A saber, advertencia a varios teólogos, médicos y filósofos, especialmente al doctor Felipe Feselius, para que, cuando rechacen adecuadamente la supersticiosa contemplación de las estrellas, no tiren al niño con el agua del baño y debiliten con ello impensadamente sus profesiones. Para la necesaria instrucción de todos los auténticos amantes de los misterios naturales.¹⁵⁹

A preocupação de Kepler se concentrava na reputação dos astrólogos vistos como pessoas que queriam apenas glória, lucro e enganar aos clientes, ao apresentar previsões de acordo

¹⁵⁹ Tradução nossa: Especialmente serve de advertência a vários teólogos, doutores e filósofos, especialmente para o doutor Felipe Feselius, de forma que, quando rejeitarem a visão supersticiosa das estrelas adequadamente, não lancem o menino com a água do banho e debilitem com isto impensadamente as suas profissões. Para a necessária instrução de todos os amantes autênticos dos mistérios naturais.

com aquilo que elas queriam saber para satisfazê-las e não sobre o que realmente estava previsto no mapa astrológico elaborado para elas.

Los astrólogos han inventado la división en doce casas para dar una variedad de respuestas a cualquier cosa que pueda preguntar un ser humano. Pero considero que esta práctica es imposible, supersticiosa, predictiva y un apéndice de la brujería árabe, por cuanto permite responder sí o no a cualquier pregunta que se le ocurra a una persona, dar un oráculo a partir de la astrología y, en consecuencia, confiar en la inspiración de un espíritu del Cielo (o, más bien, del Infierno). (Informe a Wallenstein, 1606) (KEPLER¹⁶⁰, 1610, apud NEGUS, 1987, p. 4).

Pode parecer paradoxal o fato de Kepler elaborar horóscopos, mas não ser um admirador da astrologia. Mas sua explicação é suficiente, pois para ele, a astrologia era uma escravidão insuportável, mas necessária. Por meio dela era possível manter seus rendimentos, seu título e seu alojamento. Segundo Koestler (1989, p. 165-166), para Kepler “a astrologia era a ‘entrada da astronomia’, que as profecias populares constituíam ‘temerosa superstição’ e ‘diversão simiesca e sacrílega’ e dizia também que “O espírito acostumado à dedução matemática, quando se vê frente a frente com os falsos alicerces (da astrologia) resiste longamente, como um burro obstinado, até que, compelido pelas pancadas e pragas, mergulha o pé na imunda lamaceira”.

A astrologia vai acompanhar Kepler durante toda a sua trajetória. Sua entrada na Universidade de Tübingen modifica sua vida com a possibilidade de poder aprofundar seus conhecimentos na filosofia, matemática e astronomia, que lhe dão embasamento para se tornar um defensor da teoria copernicana. Nisso foi influenciado pelo professor Michael Maestlin, o primeiro mestre a ensinar a teoria de Copérnico na Universidade, considerado o melhor observador da astronomia pré-telescópica e matemático brilhante da época. Kepler escreveu no *Mysterium cosmographicum* sobre os motivos que o levaram a aceitar o sistema copernicano:

Como, portanto, neste assunto não fosse impedido por nenhuma religião, por pouco que ouvisse Copérnico, achei-o razoável, pois sua obra concorda com a mais bela de todas as coisas que aparecem no céu; e isso me trouxe a primeira confiança, do modo como ele demonstrou não só os movimentos passados repetidos desde a longínqua antiguidade, mas também predisse os futuros, não na verdade certissimamente; no entanto, muito mais certo que Ptolomeu, Alfonso e outros. Entretanto, o que é mais importante do que tudo isso é que, para as coisas que os outros deram como milagres, apenas Copérnico magnificamente deu razões e removeu as causas dos milagres, as quais não são causas conhecidas (KEPLER, 1938, apud TOSSATO, 2006, p. 635).

¹⁶⁰ Kepler, J. **Mysterium cosmographicum**. In: Caspar, M. & von Dyck, W. (Ed.). *Gesammelte werke*. Munich: C. H. Beck'sche Verlagsbuchhandlung, 1937. v. 1

Assim, passou a defender as idéias revolucionárias de Nicolau Copérnico sem hesitar, contra com quem quer que fosse por entender que Copérnico libertou a astronomia do pensamento antigo e medieval. Kepler se referia ao sistema copernicano como: “Um tesouro contido inesgotável de intuição verdadeiramente divina da maravilhosa ordem do mundo e de todos os corpos nele contidos.” (KOESTLER, 1989, p. 173). Esta posição contrariava não só a maioria dos teólogos, que consideravam esta explicação como uma violação dos ensinamentos bíblicos, já que nenhum homem teria autoridade em desafiar a palavra de Deus; contrariava também as afirmações do líder da própria religião que praticava: Martinho Lutero. Lutero debochava das afirmações de Copérnico dizendo que somente um tolo poderia acreditar que a Terra girava ao mesmo tempo em torno de si e em torno do Sol.

Mesmo não sendo censurado e nem combatido por suas idéias científicas e tão pouco pela sua defesa ao sistema copernicano, o fato de ser um crente praticante e fervoroso, trouxe a Kepler algumas complicações, não tão graves como foram as de Galileu e Giordano Bruno. Mudou constantemente de cidade. A primeira parte do seu livro *Epítome*, publicada em 1617, foi censurada pela Inquisição e colocada no *Index* dos livros proibidos por constar das obras que expunham conteúdos sobre Copérnico. Semelhante ao que ocorreu com Galileu, mas com menor intensidade, também aconteceu com Kepler, deslocando apenas o poder da Inquisição para o Superior da Faculdade Teológica de Tübingen. Recebeu a ordenação de que “deixasse de lado qualquer reflexão teológica e tratasse a hipótese copernicana como uma hipótese puramente formal, matemática.” (KOESTLER, 1989, p. 173).

Enquanto a maioria dos astrônomos da sua época procurava ajustar as observações astronômicas aos textos sagrados, a fim de evitar a censura da inquisição, Kepler, ao contrário, não se preocupava com este fato, porque para ele, o sistema de Copérnico e a Bíblia poderiam viver em harmonia. A fim de descobrir o grande mistério cósmico, tornava-se imprescindível para Kepler incorporar a sua nova astronomia à presença de Deus, pois era preciso conhecer melhor o céu, para poder conhecer melhor Deus.

Kepler, assim como Galileu, preocupava-se com o como e por quem os textos sagrados eram interpretados, fato que poderia quebrar a harmonia existente entre o sistema de Copérnico e a Bíblia. Por serem fruto da interpretação dos homens, que são falíveis, as explicações dos textos sagrados poderiam estar equivocadas. Kepler defendia que não haveria disputas e conflitos entre luteranos, calvinistas e católicos se houvesse um consenso em relação às interpretações.

Outro fato marcante que veio mudar o rumo da vida de Kepler, é que mesmo sem ter concluído seus estudos na Universidade de Tübingen, em 1594 foi lecionar matemática em

Graz, na Áustria. A sua vontade era de ser pastor, mas devido a sua falta de ortodoxia foi aconselhado a mudar de idéia e não seguir a carreira eclesiástica. Como parte das suas obrigações como matemático do distrito de Graz, além de preparar calendários, em 1595, emitiu prognósticos astrológicos nos quais previu uma revolta de camponeses, o rigor do inverno e a invasão da baixa Áustria pelos turcos e o frio devastador; as suas previsões se confirmaram e trouxeram-lhe renome.

Devido a sua grande fé, nem mesmo as mudanças ocorridas em sua vida puderam impedi-lo de perceber que mesmo não sendo pastor, poderia glorificar a Deus de outra forma, sendo o criador da nova astronomia, que revelaria ao mundo a beleza da mente divina, e isso se daria por meio de seus estudos matemáticos e astronômicos. Kepler via em tudo que o rodeava a ação da Providência Divina. Suas anotações científicas apareciam repletas de orações e elogios a Deus. Ele tinha em mente que Deus não criaria o universo com tamanha regularidade e harmonia se não quisesse que alguém desvendasse o grande mistério que está por trás desta construção, e para ele esta era a sua missão.

Em seus trabalhos, é possível encontrar várias passagens em que, pelo menos indiretamente, há uma menção sua a Deus, só o deixa de mencioná-lo quando está discutindo assuntos puramente técnicos ou realizando cálculos. Kozhantadam (1994, p. 14), sugere que “[...] a idéia e o sentimento da experiência de Deus foram cruciais e substanciais em todos os seus trabalhos e pensamentos, em todo o seu sistema”¹⁶¹. O autor apresenta várias passagens nas obras de Kepler, até mesmo no *Astronomia Nova* que é o trabalho mais científico e técnico de Kepler, para mostrar o papel central atribuído por Kepler a Deus.

Além da sua religiosidade e superstição, segundo Gingras et al., (2007, p. 208) “Kepler era o melhor exemplo do pitagorismo que impregnava o Renascimento”. Mesmo estando latentes nas explicações de Kepler as idéias pitagóricas, e mesmo que alguns autores defendam que Kepler se fundamentava nessas idéias, a sua visão matemática do Universo estava apoiada em uma mescla da tradição Platônica e Pitagórica. É certo que Kepler era cauteloso quanto ao misticismo numérico pitagórico, somente o número três despertava nele um interesse particular, por causa da Santíssima Trindade¹⁶².

Esse assunto não é consensual entre os estudiosos. Para Tossato (2006, p. 636), Kepler usava “o platonismo como uma espécie de guia, de modelo, como uma heurística”, e se Kepler fosse “um platônico convicto, dificilmente tomaria os dados observacionais de

¹⁶¹ [...] the idea and the felt experience of God was crucial and substantive in all his works and thoughts, in his whole system.

¹⁶² Doutrina que as igrejas cristãs professam do Deus único preconizado em três pessoas distintas: o Pai, o Filho e o Espírito Santo.

Brahe”, que permitiram “a adequação do modelo à realidade do mundo celeste”; e esta era a função do astrônomo teórico: “encontrar uma linguagem geométrica que expresse tal modelo”. Já para Simaan (2003) e Sobol (2000), o seu Deus era geômetra e não numerologista. No livro *Mysterium Cosmographicum*, Kepler insinua que o universo heliocêntrico obedecia ao plano geométrico de Deus. No prefácio desse livro, ele escreve:

Caro leitor, propus-me demonstrar, neste pequeno livro, que Deus, todo-poderoso e infinitamente bom, quando da criação do nosso mundo móvel e da determinação dos orbes celestes, tomou como base da sua construção os cinco corpos regulares, que gozaram de tão grande celebridade desde Pitágoras e Platão até aos nossos dias; e que associou à sua natureza o número e a proporção dos orbes, assim como as relações dos movimentos celestes. [...] Já na altura em que, faz seis anos, beneficiei das aulas do famoso Michael Maestlin, senti o quanto a concepção da estrutura do mundo era pouco satisfatória. Também acalentei um grande entusiasmo por Copérnico, que o meu mestre tantas vezes mencionara nas suas aulas (KOYRÉ¹⁶³, 1961, apud GINGRAS et al., 2007, p. 208-209).

A influência das idéias platônicas e pitagóricas, os dados de Tycho, a superstição e a religiosidade levam Kepler, não só à construção do seu primeiro modelo do sistema solar, como a pensar que, aos vinte e cinco anos, teria já chegado ao fim a sua missão de descobrir a chave que possibilitaria desvendar os *Mysterium Cosmographicum*: “só há seis planetas¹⁶⁴, porque os cinco poliedros regulares de Platão¹⁶⁵ estão inseridos na estrutura do universo e os planetas circulam entre eles”. Segundo Kozhantadam (1994), nessa fala de Kepler está explícito o uso que ele fazia das idéias platônicas, porque a teoria dos números, não restringe o número de planetas que poderiam ser seis ou vinte, não há razões intrínsecas para se escolher entre um e outro. Por outro lado, na geometria, o número de planetas deve ser seis, visto que só há cinco sólidos regulares.

¹⁶³ KOYRÉ, A. **La Révolution astronomique**: Copernic, Kepler, Borelli, p. 128, 1961.

¹⁶⁴ Kepler considerava os seis planetas segundo Copérnico, são eles: Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter e Saturno.

¹⁶⁵ Os cinco poliedros de Platão são: o tetraedro de quatro faces triangulares; o cubo de seis faces quadradas; o octaedro de oito faces triangulares; o dodecaedro de doze faces pentagonais e o icosaedro de vinte faces triangulares.

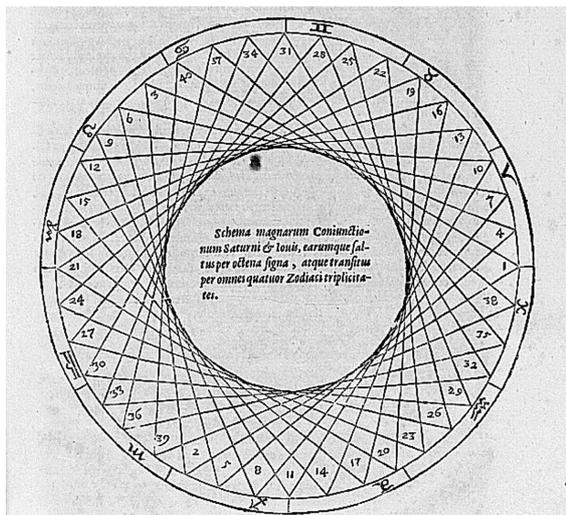
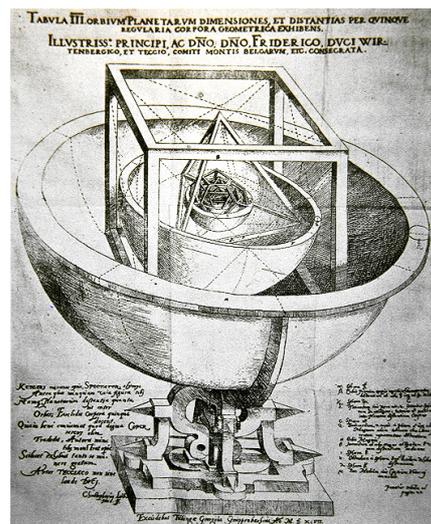


Figura 21 – Figura do livro *Mysterium cosmographicum*.

Essa figura mostra o padrão de recorrência da conjunção de Saturno e Júpiter, um dos principais eventos astrológicos. Esse padrão conduziu à descoberta de Kepler dos poliedros colocados um dentro do outro (à esquerda). Fonte: Disponível em: <<http://www.hps.cam.ac.uk/starry/keplerastrol.html>>. Acesso em: 27 set. 2009

Figura 22 – Página do livro *Mysterium Cosmographicum*.

Nela Kepler apresenta seu modelo (dos poliedros colocados um dentro do outro) para explicar a distância relativa dos planetas ao Sol no sistema Copernicano (à direita). Fonte: Disponível em: <<http://cnx.org/content/m11962/latest/>>. Acesso em: 27 set. 2009



Após a elaboração do seu modelo cosmográfico, Kepler se expressou da seguinte

forma:

Nunca poderei expressar com palavras a alegria que esta descoberta me causou. Já não lamentava mais o tempo perdido, já não me sentia enfasiado com o trabalho, já não me esquivava a nenhum calculo laborioso e consumia-me dia e noite fazendo cálculos, até conferir se minha opinião [...] combinava com os orbes de Copérnico ou que o vento levasse embora a minha alegria [...]. Tendo alcançado êxito alguns dias depois, e descoberto quão habilmente o Criador dispôs um corpo após o outro entre os planetas, apresentei toda essa descoberta na forma do presente opúsculo, com a aprovação do célebre matemático Maestlin. (KEPLER¹⁶⁶, 1984 apud SIMAAN, 2003, p. 163)

O modelo matemático proposto consistia em explicar a relação entre as distâncias das órbitas dos planetas e dos sólidos platônicos circunscritos à órbita anterior que, de modo perfeitamente ajustado, mostrariam as distâncias dos planetas em relação ao Sol, que está no centro do sistema. Ele seguia a seguinte sucessão: Esfera de Saturno – cubo – esfera de Júpiter – tetraedro – esfera de Marte – dodecaedro – esfera da Terra – icosaedro – esfera de Vênus – octaedro – esfera de Mercúrio. Para Gringras *et al* (2007, p. 210), Kepler acreditava “que o

¹⁶⁶ KEPLER, J. *Le secret du monde*, Paris, Gallimard, p.37, 1984.

progresso da astronomia iria confirmar seu esquema, demasiado bom para ser uma simples coincidência”.

O *Mysterium Cosmographicum*, segundo Koestler (1989, p. 174) é o símbolo perfeito do divisor de água, pois Kepler tem a confrontação das proporções do seu modelo do universo com os dados observados:

O que dissemos até agora serviu meramente para apoiar a nossa tese com argumentos de probabilidade. Procederemos, agora, à determinação astronômica das órbitas e a considerações geométricas. Se não confirmarem a tese, terão sido inúteis todos os nossos esforços prévios (*Opera Omnia*. vol. VIII).

Para Kepler, toda a inspiração divina, assim como a certeza *a priori*, nada mais são do que simples probabilidades, devendo-lhes ser a verdade ou a mentira decididas pelos fatos observados. Após três anos de cálculos e de pesquisas infrutíferas, Kepler deixou em suspenso o seu modelo dos sólidos platônicos em harmonia com as esferas, para explicar o *Mysterium Cosmographicum*.

O que chama a atenção para este modelo é que, para construí-lo, Kepler se inspira na convivência harmônica entre astronomia, astrologia e religião e adiciona a elas seus cálculos matemáticos, e não vê nenhum problema de conflito nesta junção.

Mesmo sendo um luterano devoto, não se colocava contrário às crenças alheias, mas isso não era suficiente para que sofresse as conseqüências dos conflitos religiosos entre católicos e luteranos, pelo contrário. Uma das suas mudanças de cidade foi causada justamente devido ao movimento católico, chamado de Contra-Reforma, que perseguiu, a partir de 1590, os praticantes das religiões protestantes por toda a Alemanha, fechando colégios e igrejas, evitando a sua expansão.

Devido aos conflitos religiosos teve de abandonar a Áustria, mudando-se para Praga, onde foi trabalhar como adjunto do astrônomo dinamarquês Tycho Brahe, que lhe escrevera uma carta aconselhando-o a abandonar as especulações *a priori*, para se dedicar à observação e, depois, estudar as causas. Após a morte de Tycho, Kepler intensificou seus estudos, efetuou vários cálculos baseados nos dados das suas observações e de Tycho, visando a contrapor a concepção Aristotélica de que as trajetórias dos planetas eram circulares e suas velocidades constantes.

A imensa quantidade de dados obtidos nas medições das posições de Marte, que ambos haviam realizado e que poderiam ser estendidas aos demais planetas, não se ajustava

ao círculo; isto fez com que Kepler revisse sua idéia do modelo dos sólidos platônicos e começasse a procurar figuras geométricas, que pudessem substituí-lo.

Para explicar as trajetórias dos planetas, teve de colocar à prova sua fé pitagórica, já que o círculo era considerado uma forma geométrica perfeita pelos pitagóricos; por não ter início e nem fim e ser absolutamente simétrico.

Mesmo absorvido pelas idéias religiosas e supersticiosas, o que se pode verificar em Kepler é que, se os dados que são confiáveis, não se ajustam ao círculo e a suposição *a priori* não corresponde ao que é observado, ele não tem dúvida em suplantar a sua idéia, como foi no caso do modelo dos sólidos platônicos. Agora ele faz o mesmo com o dogma da circularidade, que poderia até parecer simples, mas não era. O próprio Galileu não conseguiu se desvencilhar deste dogma. Kepler escreve:

Podeis ver, leitor, que devemos começar por um outro caminho. Pois podeis perceber que as três posições excêntricas de Marte e o mesmo número de distância do Sol, quando a lei do círculo foi a elas aplicada, rejeitaram o afélio encontrado acima (com uma pequena invariabilidade). Nisso está a fonte de nossa suposição de que o caminho do planeta não é um círculo [...]. Portanto, a distância para qualquer lugar particular deve ser deduzida de nossas próprias observações, especialmente aquelas do afélio e do periélio (KEPLER, 1938, apud TOSSATO, 2006, p. 639).

O dogma do círculo, que atribui a todos os astros um movimento circular e uniforme, ou uma combinação desses movimentos, era um dogma que permaneceria inalterável por mais de 2.000 anos, além de ser aceito, também por astrônomos, sejam eles copernicanos ou não (SIMAAN, 2003). Para se libertar deste dogma, Kepler apoiou-se, segundo Koyré (1982), na renovada idéia de um Deus geômetra, que é a união da teologia cristã com o pensamento de Proclo.

Para romper com o dogma do círculo, Kepler primeiro tentou a figura oval e depois a elipse¹⁶⁷, chegando à conclusão de que esta última curva se ajustava com perfeição para a sua explicação de que as trajetórias dos planetas eram elípticas e suas velocidades variavam ao longo da órbita. Os dados de Tycho Brahe foram imprescindíveis para que Kepler pudesse efetuar esta mudança. Kuhn (1957, p. 244) descreve o trabalho que Kepler teve até chegar à curva ideal, a elipse:

Uma longa série de tentativas sem sucesso forçou Kepler a concluir que nenhum sistema baseado em círculos compostos resolveria o problema. Uma outra figura geométrica deveria, pensou, conter a chave. Tentou vários tipos de ovais, mas

¹⁶⁷ Segundo Gingras et al. (2007, p. 211), Kepler era um dos poucos que conhecia as propriedades da elipse demonstradas nos tratados de Apolônio (262 a.C. - 190 a.C.).

nenhum eliminou as discrepâncias entre a sua hipótese de teoria e a observação. Então, reparou que as próprias discrepâncias variavam de uma forma matemática familiar e, ao investigar essa irregularidade descobriu que a teoria e a observação podiam ser conciliadas se os planetas se movessem em órbitas elípticas com velocidades variáveis.

Assim, Kepler superava a idéia dos orbes, excêntricos, epiciclos, equantes e outros artifícios matemáticos criados no tempo de Ptolomeu, que obstruíam o sistema copernicano. Abria-se, assim, o caminho para ele, em 1609, enunciar as duas primeiras das leis¹⁶⁸, em sua obra *Astronomia nova*, que superam dois dogmas que permaneciam inalteráveis. A primeira lei afirmava que “a órbita dos planetas são elipses nas quais o Sol ocupa um dos focos”, e supera o dogma do movimento circular. E a segunda lei diz que “A reta que vai do Sol ao planeta (chamada raio vetor) varre em sua trajetória áreas iguais em tempo iguais”, e derruba o dogma do movimento uniforme (SIMAAN, 2003).

Para Kozhantadam (1994, p. 17), pelo fato de Kepler ser um crente fervoroso da Santíssima Trindade, esta idéia do Deus trinitário ajudou-o a fazer a comparação para a esfera: “o Pai que representa o centro; o Filho, a superfície; e o Espírito, o espaço intermediário”¹⁶⁹. O universo de Kepler era um símbolo da Trindade, conforme afirma Gingras et al. (2007, p. 209), “astronomia, astrologia e religião vivem em harmonia: o Sol corresponde ao Pai; as esferas das fixas, ao Filho; e o intermédio, o espaço etéreo preenchido pela aura celeste, ao Espírito Santo. A Trindade teria assim deixado a sua marca na criação”.

Como vimos na busca de explicar a harmonia do mundo, Kepler usou da sua superstição, da magia dos números, da geometria e dos dados das observações de Tycho Brahe, para construir o modelo dos sólidos Platônicos e descrever as órbitas planetárias no *Mysterium Cosmographicum*. Na obra *Harmonice Mundi*, na qual, segundo Simaan (2003), Kepler pretendia sintetizar “todo o conhecimento humano: da geometria à música, da astrologia à astronomia”, a sua convicção pitagórica o fez retomar a construção de outro modelo, só que, agora, abordando outro assunto pitagórico: a harmonia musical dos planetas (GINGRAS et al., 2007).

Neste modelo, os planetas giravam em torno do Sol em elipses de forma harmônica, feito uma música. Kepler supôs que os céus estivessem cheios de ar. O atrito dos planetas em movimento com o ar produziria para cada um dos seis planetas um intervalo musical, derivado da razão entre a velocidade orbital máxima e mínima. O problema estava em conhecer as velocidades dos planetas, mas para isso ele contava com a grande precisão

¹⁶⁸ A segunda lei foi descoberta antes da primeira.

¹⁶⁹ [...] the Father representing the center; the Son, the surface; and the Spirit, the intervening space

fornecida pelos dados de Tycho Brahe. Esta descoberta possibilitou a Kepler enunciar a terceira lei do movimento planetário: os quadrados dos períodos orbitais de cada planeta são proporcionais aos cubos dos semi-eixos maiores das órbitas dos planetas. Esta lei é também conhecida por Lei Harmônica pelo fato de que, quando Kepler a descobriu, pensou que demonstrava a verdadeira harmonia celeste.

Os modelos construídos por Kepler, dos sólidos perfeitos e das escalas musicais, por mais estranho que pareçam hoje à ciência contemporânea, foram extremamente importantes no desenvolvimento do sistema copernicano. Ao colocar o Sol no centro do Universo e dar à Terra o mesmo status do que a qualquer outro planeta, de se mover junto com os outros planetas ao redor do Sol, tornou possível se extrair relações entre os movimentos planetários, o que é impossível nos modelos ptolomaicos, que isolavam os planetas (SZCZECINIARZ, 2003).

Nas explicações de Kepler, é dado ao Sol um papel mais ativo, não só porque ele é um dos focos da elipse, e por estar no centro do universo, mas porque Deus quer que o Sol seja o centro do universo. O Sol é a "*anima motrix*" (alma viva) que move todo o sistema planetário e determina as leis que regem seu movimento. Depois Kepler acaba mudando de "*anima motrix*" para "*vis motrix*" (força viva) para explicar sobre o porquê cada planeta se move no céu com velocidades variáveis, dependendo da sua distância do sol.

A visão dos astrônomos da antiguidade, em relação ao movimento dos objetos celestes, era a de que eles não obedeceriam a leis como as que regem os fenômenos observados nos objetos aqui na Terra; o seu mestre Maestlin era adepto desta idéia e dizia que o estudo dos fenômenos da esfera celeste e de suas causas afasta-nos do Senhor e deve ser abandonado. Kepler, intrigado sobre como os corpos celestes poderiam se mover sem um agente causador, procura combinar astronomia e causas físicas, transformar a física terrestre para que a física celeste pudesse se tornar possível, com o intuito de mostrar que os corpos celestes podem mover-se sem que tenham uma causa física, desde que essa seja a vontade de Deus. Para Gingras et al. (2007, p. 213), "Kepler é o primeiro a olhar para a astronomia do ponto de vista da Física".

Durante a sua vida Kepler manteve uma atitude, na qual, superstição, religião e ciência andavam lado a lado, o que, para alguns autores, é um sinal da irracionalidade de Kepler. Mas, o fato de ele repetidamente agradecer a Deus em seus trabalhos por ter lhe concedido algumas idéias que pudessem explicar o Universo, não quer dizer que os seus trabalhos não fossem baseados na racionalidade.

Há divergências entre os comentadores de Kepler sobre se a sua devoção a Deus influenciou ou não as suas explicações. Por exemplo, se ela influenciou de maneira significativa o seu pensamento, levando-o a mudar a forma das órbitas planetárias de circular para elíptica. Entendemos que seja complicado, no momento, afirmar algo desta natureza com as informações disponíveis, mas, o que é possível dizer é que, nas obras de Kepler, a transição do pensamento do senso comum e do pensamento religioso para o pensamento científico é evidente; quando os dogmas, o misticismo, as superstições entraram em conflito com as suas observações físicas ele as abandonou em detrimento dos fatos científicos.

Field (1999) entende que o uso da matemática por Kepler proporcionou ao seu trabalho um olhar moderno, mas ressalta que “O elemento não-racional verdadeiramente importante no trabalho de Kepler é o seu Cristianismo¹⁷⁰”; Field lembra que estamos lidando com um “Filósofo Natural cristão, para quem entender a natureza do Universo inclui entender a natureza do seu Criador.”¹⁷¹

Parece-nos que, caracterizar as explicações científicas dadas por Kepler como sendo apenas uma expressão da sua religiosidade, ou do seu platonismo, não condiz com a visão que Kepler tinha de Deus, da Geometria e da natureza que estavam, para ele, intimamente integradas.

Os três episódios apresentados neste capítulo revelam que ao se analisar o desenvolvimento da ciência, não podem ser descartados os fatores considerados não científicos como a religião.

¹⁷⁰ The truly important non-rational element in Kepler's work is his Christianity

¹⁷¹ Christian Natural Philosopher, for whom understanding the nature of the Universe included understanding the nature of its Creator

CAPÍTULO V

HISTORIOGRAFIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

[...] um dos maiores erros que se pratica em educação, em particular na Educação Matemática, é desvincular a Matemática das outras atividades humanas.

Ubiratan D'Ambrosio

A transmissão do conhecimento pode ocorrer de duas maneiras: pela comunicação oral ou por textos escritos. Escolhemos a segunda na nossa busca de respostas para a questão: as informações sobre a relação entre a ciência e a religião, presentes na literatura de história da matemática disponível ao professor, contribuem para a formação do perfil do aluno-cidadão?

A escolha por analisar o texto escrito foi em decorrência da sua importância para a educação matemática. O professor João Bosco Pitombeira de Carvalho na apresentação do livro *Análise histórica de livros de matemática* de Gert Schubring comenta que “[...] o livro texto tem história e o papel que desempenha e sua influência estão sempre ligados à sociedade de sua época, talvez até para tentar modificar alguns de seus aspectos, à maneira como essa sociedade, e não somente o autor do livro, vê a ciência, a cultura e o ensino”, prossegue dizendo que há “mais coisa por trás de cada texto, muito mais que seu conteúdo e sua metodologia”. (SCHUBRING, 2003, p. 1-2).

Esperamos identificar algumas dessas “coisas” difundidas nos livros-texto que será analisado. Como explica Silva (2000, p. 157) “é possível pela análise dos livros-texto de uma época, conhecermos muito sobre o ensino ministrado, sobre as concepções de Matemática e ensino dos autores [...]”

O primeiro livro impresso por Johannes Gutenberg (1390-1468) foi a Bíblia, processo que levou cerca de cinco anos para ser executado (1450 a 1455). Na primeira metade do século XV com o aperfeiçoamento dos tipos móveis por Gutenberg a imprensa causou uma revolução ao permitir a rápida divulgação do conhecimento, pois antes do seu surgimento eram notórias as dificuldades inerentes a reprodução dos textos e a sua propagação. Cada obra era feita individualmente o que acarretava em uma demora excessiva além de poder incorrer em falhas. A rapidez com que a imprensa podia imprimir um livro fez com que as pessoas tivessem acesso a uma quantidade maior e a uma diversidade jamais vista de livros. A importância e a necessidade na época de se conhecer textos dos filósofos nas fontes primitivas foram proporcionadas pela imprensa, assim, evitava-se confiar cegamente nos trabalhos e nas intervenções dos copiadore, compiladore, tradutore e comentadore, que resumiam e adaptavam os textos clássicos com certos vícios, imperícias e confusões. Assim, na Idade Média a tradução das obras aristotélicas pôde ser propagada e prosperar na Europa. Na matemática, por exemplo, a imprensa teve um papel significativo ao proporcionar a divulgação do simbolismo utilizado por Descartes na álgebra.

Desde 1998, o *Ministério de educação e cultura* (MEC), desenvolve o *Programa nacional do livro didático* (PNLD) e, a partir de 2004, implantou o *Programa Nacional do*

Livro no Ensino Médio (PNLEM), ambos com o objetivo de avaliar e universalizar a distribuição dos livros didáticos utilizados pelos alunos das escolas públicas brasileiras do ensino básico.

Esse programa tem utilizado em suas avaliações as indicações contidas nos *Parâmetros curriculares nacionais*. Os PCN têm indicado a inserção da história da matemática nos livros didáticos, motivo este que tem levado as editoras, para obterem avaliações positivas, a quererem que seus autores a incluam. Assim, intensifica-se o interesse dos autores pela história para que possam atender a demanda requerida.

O problema que vem ocorrendo é a falta de critérios para a inserção da história nos livros didáticos, alguns autores a apresentam por meio de biografias de alguns matemáticos, de anedotas e curiosidades, de episódios históricos como fatos isolados, meramente ilustrativos, como mostra a pesquisa de Bianchi (2006) que verificou a forma como a história da matemática está presente em livros didáticos do ensino fundamental. Segundo Miguel (1997), os conteúdos matemáticos têm sido abordados nos currículos oficiais e nos manuais didáticos como uma pura reprodução de resultados sem contextualização. É necessário para que o uso da história da matemática seja pedagogicamente útil, que ela seja escrita sob o ponto de vista do educador matemático.

Nesse sentido, parece-nos que os livros-texto de história da matemática utilizados no ensino superior ganham uma maior importância no contexto educacional, por serem eles, as fontes bibliográficas a que os autores recorrem ao escrever o livro didático.

Segundo Silva (2000) o livro tem como função não só transmitir o conhecimento, mas também a de preservar o saber já consagrado pela comunidade matemática, que está impregnado pela ideologia do autor e da sociedade dominante da época em que foi escrito. Um exemplo, de como há imposição da ideologia no livro, observa-se na explicação de Kuhn (2000, p. 138), sobre os períodos “normais”, apresentados nos livros-texto, que transmitem a idéia de que a ciência é cumulativa e não ocorre por revolução:

Por razões que são ao mesmo tempo óbvias e altamente funcionais, os livros-texto de ciências [e da maior parte das mais antigas histórias da ciência] referem-se apenas àquela parte do trabalho dos cientistas do passado que pode ser vista facilmente como contribuição ao enunciado e à solução dos problemas do paradigma do texto. Em parte por seleção e em parte por distorção, os cientistas de épocas anteriores são implicitamente representados como tendo trabalhado no mesmo conjunto de problemas fixos e de acordo com o mesmo conjunto de cânones que a mais recente revolução na teoria e no método científico fez parecer científicos. Não admira que os livros-texto e a tradição histórica que implicam tenham que ser reescritos após cada revolução científica. E não admira que, quando são reescritos, a ciência outra vez venha a parecer basicamente cumulativa.

Assim, partimos da historiografia para identificar algumas concepções inseridas no livro-texto sobre a ciência e o ensino. Nessa análise, a historiografia é importante porque as suas diferentes abordagens podem conduzir a diferentes propósitos na formação do professor em relação aos modelos de ensino, aprendizagem, currículos, metodologias, avaliação, etc, que serão por ele utilizados na sua prática pedagógica. Outro ponto importante a ser destacado é que o livro, em muitos casos, é a única fonte de conhecimento matemático e um dos principais materiais pedagógicos do professor, auxiliando-o na definição dos conteúdos e na preparação das suas aulas e servindo para o aluno como apoio aos seus estudos e pesquisas.

As investigações sobre esse assunto têm mostrado a crença do professor no que está escrito no livro-texto, o que o leva a tratar os conteúdos apresentados no livro como se fossem dogmas, como verdade absoluta, influenciando assim o processo de ensino-aprendizagem.

Livro-texto ou livro didático? Segundo o dicionário Aurélio¹⁷² livro de texto é o mesmo que livro didático, e, ele é “o destinado ao ensino, e cujo texto deve obedecer aos programas escolares”. Um entendimento semelhante é encontrado no dicionário Houaiss¹⁷³, em relação à primeira definição, a ela é acrescido que o “livro de texto, é o livro adotado como texto básico de determinado curso”. Schubring (2003) utiliza o termo *textbook* que pode de ser aplicado a todos os níveis de ensino. No Brasil aparece com frequência na literatura o uso do termo *livro didático* vinculado ao ensino básico e *livro-texto* ao ensino universitário, podendo ser considerado “como texto básico de determinado curso”. Nesta pesquisa optamos pelo uso do termo livro-texto. Tal escolha deve-se ao fato de que os livros a serem analisados são usados pelo professor na disciplina de história da matemática.

Para a análise do livro-texto, realizamos um levantamento, via internet, dos programas da disciplina de História da Matemática, disponibilizados pelos cursos de licenciatura em matemática de doze instituições de ensino superior, com um olhar para a bibliografia utilizada pelo docente. Apenas nos cursos de licenciaturas em Matemática da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e da Universidade Federal do Paraná (UFPR), não encontramos explicitamente a disciplina de História da Matemática na grade curricular, pode ser que ela seja oferecida como uma disciplina optativa.

Assim, analisamos os programas de ensino de dez universidades, são elas: Universidade Federal Fluminense (UFF), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG),

¹⁷²Ferreira (1999, p. 1227)

¹⁷³Houaiss e Villar (2001, p. 1774)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRS), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Universidade de São Paulo (USP), Universidade de Brasília (UNB), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP/RIO CLARO) e Universidade Estadual de Londrina (UEL).

Nesses programas de ensino identificamos, no total, 34 livros diferentes que tratam sobre a história da matemática. Entre esses livros escolhemos os dois que apareceram um maior número de vezes na bibliografia da disciplina de História da Matemática:

Livros	Número de vezes em que o livro apareceu na bibliografia da disciplina
BOYER, Carl B. História da Matemática . São Paulo: EDUSP, 2002.	10
EVES, Howard. Introdução à história da matemática . Campinas: UNICAMP, 2004.	5

Quadro 01 - Livros de história da matemática citados em um número maior de vezes na bibliografia dos cursos de história da matemática

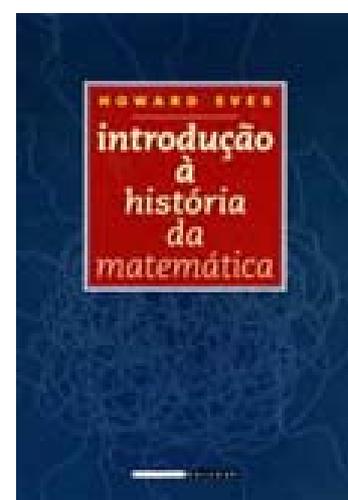
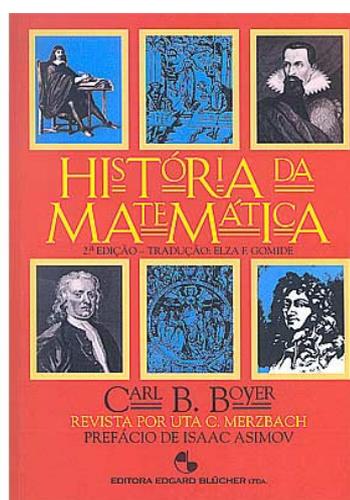
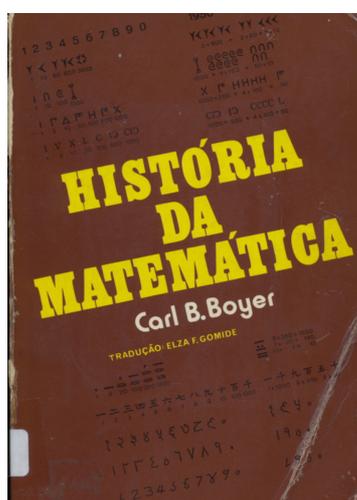


Figura 23 – Capa do livro *História da matemática* de Carl B. Boyer. 1974. (à esquerda).

Figura 24 – Capa do livro *História da matemática* de Carl B. Boyer. 2 ed. 2002. (ao centro)

Figura 25 – Capa do livro *Introdução à história da matemática* de Howard Eves. 2004. (à direita)

Após a identificação dos livros mais citados, levantamos alguns aspectos relacionados a eles, como a biografia dos autores, o público a que ele se destina, além de uma breve contextualização sobre o que ocorria no período na sociedade quando da sua primeira publicação.

Começando pela biografia dos autores, que têm a mesma nacionalidade, são norte americanos, podemos dizer que Boyer e Eves possuem perfil acadêmico semelhante. Carl

Benjamin Boyer (1906 - 1976) foi matemático, professor do Brooklin College e de diversas universidades, historiador da matemática e escritor de livros de história da matemática. Publicou várias obras, entre elas: *History of analytic geometry* (1956), *The history of the calculus and its conceptual development* (1959) e *Tópicos de História da Matemática para uso em sala de aula: Cálculo*. Howard Whitley Eves (1911 - 2004) matemático reconhecido por seus trabalhos desenvolvidos em geometria. Foi professor universitário da Universidade do Maine e historiador da matemática, publicou também o livro *Tópicos de História da Matemática para uso em sala de aula: Geometria*.

A edição original do livro, *História da matemática*, escrito por Boyer foi publicada em língua inglesa, em 1968, e traduzida, em 1974, para o português, pela professora Elza Gomide do departamento de matemática da Universidade de São Paulo (SP). A edição original do livro, *Introdução à história da matemática*, escrito por Eves foi publicada em língua inglesa, em 1964, e foi traduzida, em 1995, para o português, por Hygino H. Domingues.

Destacamos alguns acontecimentos ocorridos no período da publicação dos livros (1964 e 1968), a fim de nos localizarmos no tempo: a sociedade americana passava por duas guerras, a *Guerra Fria* com a União Soviética (1945-1991) e a *Guerra do Vietnã* (1965); a Universidade de Berkeley, na Califórnia, estava sob fortes protestos dos estudantes que lutavam a favor da liberdade de expressão (*Free Speech Movement*, 1964) e o primeiro homem pisava na lua (1969).

Nessa época, a visão predominante no ensino de matemática era a do movimento da Matemática Moderna, liderada pelo grupo Bourbaki, que procurava adaptar a formalização matemática ao ensino. A educação científica ainda vivia as implicações educacionais causadas pelo lançamento do Sputnik.

Dynnikov (1996) no artigo *Bibliografia comentada em história da matemática* apresenta uma divisão dos livros que analisou por categoria. Os livros de Boyer e Eves aparecem na categoria dos que abordam a história da matemática em geral. Tomando como assunto o livro de Howard Eves, a autora comenta:

A característica principal desta obra é a sua apresentação metodológica. É uma proposta de livro-texto para um curso de história da matemática para alunos de graduação, mas pode ser usado também por professores da escola secundária. O autor incluiu uma quantidade razoável de conteúdos matemáticos juntamente com a abordagem histórica, porque ele espera que através desse livro “o aluno aprenda muita matemática, além da história.” O material histórico é apresentado em ordem cronológica, iniciando com a contagem primitiva e chegando à matemática do século XX. Quase todos os capítulos incluem um interessante panorama cultural da

época pesquisada, procurando mostrar que a matemática não se desenvolveu no vácuo. Os exercícios no final de cada capítulo têm o objetivo de tornar o curso mais concreto e significativo para o aluno, oportunizando a reflexão sobre problemas matemáticos clássicos e servindo de subsídio para projetos de iniciação científica. Cada capítulo inclui uma ampla e atualizada bibliografia. O texto apresenta inúmeras ilustrações, um quadro ilustrativo dos diferentes períodos matemáticos e uma tabela cronológica desde o início da contagem (aproximadamente 50.000 a.C.) até a conjectura de Bieberbach em 1987. O livro possui 843 páginas (DYNNIKOV, 1996, p. 82). (grifos nossos)

Sobre o livro de Carl B. Boyer a autora faz os seguintes comentários:

[...] A edição em língua portuguesa compreende 488 páginas, contém várias ilustrações e uma tabela cronológica. Este é um dos livros-textos de história da matemática mais conhecidos e recomendados no Brasil. O livro está dividido em 27 capítulos e está organizado segundo a seguinte cronologia: desde as “origens primitivas”, Egito, passando por China e Índia e concluindo com “aspectos do século XX”. Embora o autor afirme, no prefácio, que o nível de conhecimento matemático pressuposto é o de um estudante de curso superior do segundo ou terceiro ano, na realidade, a experiência tem mostrado que os alunos universitários manifestam alguma dificuldade para acompanhar o texto. Seria aconselhável, antes de iniciar a leitura deste texto, uma leitura prévia em textos mais concisos, a fim de facilitar a introdução em estudos de história da matemática. Os exercícios propostos são muito interessantes, mas seriam mais bem aproveitados por alunos já iniciados (DYNNIKOV, 1996, p. 81). (grifos nossos)

Ressaltamos que em todos os programas da disciplina de História da Matemática o livro de Boyer, *História da Matemática*, aparece citado. Esse fato pode estar relacionado ao que diz Dynnikov (1996) de que este livro é “um dos livros-textos de história da matemática mais conhecidos e recomendados no Brasil”.

O prefácio e a introdução dos livros de Boyer e Eves, assim como, os comentários de Dynnikov, nos possibilitam identificar o público a quem os livros são dirigidos. Ao falar de livro-texto, logo pensamos como alvos bem definidos o professor e o aluno. A proposta de Boyer é de que seu livro possa ampliar o horizonte da leitura para além da sala de aula, ele diz que o revisou para torná-lo “mais acessível a um público geral”. Ambos destacam que seus livros são destinados aos alunos da graduação e Eves ressalta que o seu livro pode ser utilizado também pelo professor do ensino básico.

Outra questão a ser abordada é a amplitude a que o livro pretende alcançar sobre a história da matemática. Em relação a esse caráter enciclopédico, a historiografia atual tem se colocado contrária ao entender que é dado um tratamento superficial a história, sendo descartados os assuntos e as relações relevantes que deveriam ser consideradas com uma maior profundidade.

Identificamos que Eves (2004) escreve no livro *Introdução à história da matemática*, que há uma novidade em relação às edições anteriores: os Panoramas Culturais. Segundo ele, essa novidade é para que o leitor possa saber sobre o que ocorria concomitantemente ao desenvolvimento da matemática.

Entre outras recomendações para a leitura, Eves explica que o livro seguirá uma “ordem essencialmente cronológica”. Na apresentação do livro de Boyer consta também uma explicação semelhante: “[...] um aspecto de interesse para todo leitor é um apêndice contendo uma tabela cronológica extensa dos desenvolvimentos matemáticos e história em geral.”

A ênfase dada à cronologia nos parece confirmar o que diz Kuhn sobre a escrita dos livros no que se refere à construção da ciência, ao fazer com que o seu desenvolvimento pareça ocorrer de forma contínua e por acumulação, num todo harmonioso, onde os acontecimentos se encadeiam em ordem, de descoberta em descoberta, com pouca ênfase nas hesitações, dúvidas e contradições do caminhar científico. A apresentação dos fatos cronologicamente com a finalidade de ensinar conceitos científicos leva a pseudo-história como afirma Martin Klein (1972). Considerando que os dois autores foram matemáticos puros, parece-nos que esta preocupação em mostrar a ciência como modelo de racionalidade, cumulativa e contínua, pode estar relacionada ao que diz Schubring, que essa idéia é comum entre a maioria dos matemáticos. Uma hipótese que pode também ser levantada é se Eves e Boyer teriam sido influenciados na escrita dos livros pelas idéias do grupo Bourbaki, que na época da publicação dos livros, exercia influência tanto na matemática, quanto no seu ensino.

Não é difícil encontrar exposta nos livros de história da matemática, a visão de matemática como o resultado de um processo que começa com a sua construção na antiguidade grega e vai acumulando conhecimentos ao longo do tempo até chegar à época atual. Segundo D’Ambrosio (2004a, p. 175), esse modo de conceber a matemática por filósofos e historiadores da matemática tem garantido a ela o *status* de verdade absoluta. Cita o historiador soviético Konstantin Ribnikov¹⁷⁴ que, no capítulo introdutório de seu livro, diz:

No estrangeiro dedica-se grande atenção à história das matemáticas. A ela está dedicado um conjunto de livros e artigos. Nem tudo neles é, porém, fidedigno. Às vezes os autores de obras sobre história da ciência subordinam seu trabalho a fins distantes da objetividade e do caráter científico.

Ribnikov critica a orientação idealista e reacionária desses livros e artigos e conclui que:

¹⁷⁴ RIBNIKOV, Konstantin. **História de las Matemáticas**. Moscou: Editorial Mir, 1987.

A luta entre as forças progressistas e reacionárias na ciência matemática, que é uma das formas de luta de classes, se revela de forma mais intensa nas questões históricas e filosóficas das matemáticas [...] Ela [a história da ciência] deve estar bem organizada como parte da educação ideológica dos estudantes e dos trabalhadores científicos.

As palavras de Ribnikov revelam à impossibilidade de se escrever a história com um discurso neutro, imparcial, desprovido de ideologias. Cada ponto de vista, cada interpretação da história da matemática está fundamentada em preceitos filosóficos, culturais, pessoais e científicos e traz uma mensagem de caráter ideológico, implícita ou explícita, os quais não podem ser descartados. Como diz Martins (1993), é fato que toda reconstrução histórica é parcial e enviesada.

No artigo, *How not to teach history in science*, Allchin (2002, p. 1), mostra que, assim como a ciência tem sido usada historicamente para justificar ideologias políticas e relações de poder entre sexo, raça e classes sociais, a história pode também ser moldada ou distorcida por alguns autores para justificar certas visões de ciência ou para dar suporte a determinados modelos pedagógicos.

Previne Allchin (2002, p. 10) sobre a necessidade de os professores aprenderem a utilizar a história da ciência, pois muitos deles, ao associarem a ciência a conhecimento verdadeiro, apresentariam péssimas qualidades de um historiador e veriam a ciência do passado “ou como descoberta triunfante ou como erro patológico”.

Para a análise dos livros de Boyer e Eves, além das tendências historiográficas, utilizamos como parâmetro o artigo *Mathematics and History* de Anglin (2001), que apresenta dez novas maneiras para se escrever sobre a natureza da história da matemática. O pesquisador inicia seu artigo fazendo uma caricatura sobre o uso da historiografia reducionista na análise das questões inerentes à natureza da história da matemática. Ao averiguar as histórias contadas nos livros de matemática, depara-se com uma visão distorcida do desenvolvimento da matemática. Ele destaca que, na grande maioria, essas histórias são tendenciosas, além de, muitas vezes, serem equivocadas. Sua análise lhe deu subsídios para elaborar as dez questões que servem de roteiro para quem pretende escrever sobre a natureza da história da matemática:

1. O historiador deveria escrever como se a Matemática fosse sempre uma coisa boa?
2. Uma História da Matemática deveria girar ao redor de indivíduos e de suas vidas privadas?
3. Deveria uma História da Matemática ser organizada em termos de nações ou de raças?
4. Como o historiador deveria abordar a escassez de mulheres matemáticas?

5. A História da Matemática deveria ser contada em termos de períodos cronológicos?
6. Qual é a relação entre a matemática pura e os dispositivos de cálculo?
7. A Matemática deveria ser retratada como transcendente?
8. O historiador deveria idolatrar o rigor?
9. A História da Matemática é um épico ou uma comédia?
10. Como poderia uma História da Matemática estar relacionada à religião?

Essas questões procuram deslocar a visão até então predominante na historiografia da matemática, que se baseia em abordagens reducionistas, para uma visão que contemple assuntos ignorados ao se contar a história da matemática. Para a nossa análise escolhemos entre as questões levantadas por Anglin, a décima, “Como poderia uma História da Matemática estar relacionada à religião?” A partir dessa escolha procuramos identificar, se há ou não, o tratamento desta questão nos livros de história da matemática adotados pelos docentes que ministram a disciplina de História da Matemática.

Hodgkin (2005, p. 4), na introdução de seu livro, externa preocupação quanto às consequências de uma abordagem reducionista ao se analisar a história da matemática:

- 1) A suposta humanização dos estudos matemáticos, incluindo a história tem falhado no seu objetivo se estão ausentes do ensino os elementos críticos que estariam associados ao estudo da história.
- 2) [...] o campo vivo de dúvida e de debate, que é a investigação em história da matemática, encontra-se traduzido em uma paisagem morta de certezas. O aspecto mais interessante da história da matemática de como ela é praticada é omitido.¹⁷⁵

A pesquisa de Woolnough (1991) também mostra preocupação com o reducionismo nos livros, nela foram analisados 42 livros didáticos de física, utilizados no período compreendido entre o início do século até por volta de 1990, escolhidos por serem os livros mais populares dos Estados Unidos e que influenciaram o ensino de física por 20 ou 30 anos. O autor buscou, em cada um, se havia algo mencionado sobre Deus, religião ou que tivesse alguma relação com a cultura; se havia referência a valores ou crenças e qual a impressão que o livro passava ao leitor sobre a natureza da ciência e sua relação com a religião.

Woolnough (1991) constatou que os livros do início do século traziam como mensagem, a ciência com característica objetiva e completamente impessoal, além do caráter acadêmico dado aos livros, estabelecendo a nítida separação com o contexto social, além é

¹⁷⁵ 1) The supposed ‘humanization’ of mathematical studies by including history has failed in its aim if the teaching lacks the critical elements which should go with the study of history.

2) [...] the live field of doubt and debate which is research in the history of mathematics finds itself translated into a dead landscape of certainties. The most interesting aspect of history of mathematics as it is practised is omitted

claro, de não fazer qualquer menção sobre Deus, religião ou crença. Segundo Woolnough, não havia qualquer relação entre a não inserção desses assuntos nos livros didáticos e a religiosidade de seus autores, mesmo que alguns deles já tivessem se dedicado à publicação específica de temas como o da relação entre a ciência e a religião. O que ocorreu, para o pesquisador, foi que os autores dos livros didáticos tinham feito meramente uma separação entre seus ensinamentos acadêmicos e suas crenças religiosas pessoais.

Embora, após a segunda Guerra Mundial, tenha havido algumas tentativas de contextualizar os conteúdos e de incrementar o número de aplicações, as ilustrações históricas e as aplicações foram significativamente reduzidas, além de o contexto secular se sobressair. Woolnough encontrou apenas um autor que introduziu em seus livros didáticos trechos relacionados à existência de Deus e à relevância da religião. Nos livros mais recentes constatou a abordagem sobre religião e crença na seção sobre astronomia, mais especificamente sobre cosmologia, mas, as inserções encontradas tinham como intenção, minimizar a importância dos assuntos relacionados a Deus ou à religião na construção da ciência.

A pesquisa levou Woolnough a deduzir que o humanismo secular que tem como princípios, o uso da razão, do método científico e da evidência baseada nos fatos, em contraposição à fé para dar respostas às questões humanas, penetrou nos livros didáticos de física e conseguiu transmitir a sua mensagem aos leitores e deixar a impressão de

[...] que a ciência é objetiva, impessoal, e na medida em que aborda os problemas na sociedade secular, ela por si só é suficiente para resolvê-los; seu desenvolvimento não teve qualquer ligação com um mundo onde Deus, a fé religiosa e o compromisso pessoal têm algum significado; Deus não existe, e ele certamente não se revela¹⁷⁶

Segundo o pesquisador, a impressão deixada pelos livros poderia ter produzido um efeito contrário ao esperado pelo seu autor e acabar passando aos alunos e aos professores uma visão distorcida da ciência tornando-a irrelevante para um número significativo de alunos.

Ressalta Woolnough (1991, p. 223) que: “Em qualquer discussão de história e filosofia da ciência, seria surpreendente se o assunto de fé, compromisso e motivação religiosa não fossem mencionados”¹⁷⁷. Ele menciona a seção *Physics and Faith* do livro de

¹⁷⁶ [...] science is objective, impersonal, and insofar as it addresses problems in secular society sufficient of itself to solve them; its development has had no connection with a world where God, religious faith, and personal commitment have any significance; God does not exist, and he certainly does not feature!

¹⁷⁷ In any discussion of the history and philosophy of science, it would be surprising if issue of faith, commitment, and religious motivation were not mentioned.

Digby Swift, escrito em 1988, para mostrar que os autores de livro texto começavam a dar importância ao estabelecimento de elos entre ciência e religião: “Ciência nos ajuda a ver o que pode ser feito. Nossa fé (religiosa ou outra) nos fala sobre o que deveria ser feito”.¹⁷⁸

A seguir, apresentamos uma discussão que ganhou destaque entre os pesquisadores sobre a utilização da história da ciência, no ensino, a de que as histórias recontadas nos livros didáticos não passariam de “pseudo-história” e “quase-história”, termos esses relacionados à corrente *Whig*. Matthews (1994) defende em seu livro *Science teaching – the role of history and philosophy of science* uma proposta que diverge das idéias de Martin Klein (1972)¹⁷⁹ e de Whitaker (1979) que criticam a abordagem desses termos no contexto didático.

Apontado como um historiador purista, Martin Klein introduziu o termo “pseudo-história” como argumento de que a história da ciência é incompatível com o ensino de ciência, pelo fato de que a ciência e a história são diferentes e, ao aproximá-las, uma delas será distorcida. Menciona Martin que as seções de história de alguns livros textos são de má qualidade, apresentando erros sobre assuntos simples de fatos históricos.

Já Whitaker (1979, p. 110) recorre ao uso do termo quase-história para criticar as abordagens didáticas que apresentam distorções sobre a atividade científica. Para ele, “há um número amplo de exemplos de quase-história em descrições de livro didáticos da evolução da física moderna”.¹⁸⁰ Assim, para Whitaker, a quase-história seria danosa ao ensino por provocar uma distorção na história, além de nela estarem embutidos, estereótipos como o do cientista como gênio e isento de erros e de falsas idéias de como a ciência trabalha, o que levaria a um desestímulo do aluno pela ciência. Em relação à pseudo-história, os fatos são selecionados com o intuito de inserir os conceitos científicos no ensino, ou seja, há uma simplificação da história, no entendimento de Whitaker fazer isso não seria tão prejudicial.

A diferença entre o que pensa Matthews, Whitaker e Martin Klein está no modo de abordagem do uso da história no ensino, pois, para Matthews, as diferenças existentes entre a atividade do historiador e a do professor de ciências devem ser consideradas quando se pretende fazer este tipo de análise, tanto é que Matthews não vê qualquer problema em se considerar uma “história dos historiadores da ciência” e uma “história elaborada pelos professores”.

¹⁷⁸ Science helps us to see what can be done. Our faith (religious or otherwise) tells us what should be done.

¹⁷⁹ KLEIN, Martin J. **Use and abuse of historical teaching of physics**. University Press. 1972.

¹⁸⁰ There is a fairly large number of examples of quasi-history in textbook descriptions of the evolution of modern physics.

Matthews utiliza como exemplo, para a defesa do seu argumento, as distorções motivadas por orientações metodológicas que aparecem no ensino de história geral (social, política, religiosa) e que, no caso do ensino de ciências, a história da ciência poderia sofrer o mesmo problema. Esta análise de Matthews, a nosso ver, transporta para a história da ciência escrita com objetivo didático, o mesmo processo que ocorre quando da transposição dos conteúdos científicos para o ensino, o que a afasta do rótulo de pseudo-história.

Esta não é a posição de Allchin (2004, p. 191), em seu artigo ele se refere a pseudo-história da ciência como pseudociência:

Quando o passado da ciência é reconstruído sobre alguns modelos idealizados, ele torna-se pseudo-história da ciência. Quando a narrativa das descobertas científicas é traçada sobre mitos, ela torna-se pseudo-história da ciência. Em ambos os casos, pseudo-história da ciência é também pseudociência.¹⁸¹

Para Allchin é essencial que o professor saiba, em sala de aula, diferenciar história da pseudo-história. Para isso, ele propõe alguns exemplos para mostrar que a pseudo-história pode causar distorção e mostra que, até mesmo o não-historiador, pode notar a omissão e surpreender-se com a história interpretada sob olhar *Whig*.

Ele diferencia a pseudo-história da falsa história, a segunda é utilizada pelos pesquisadores para designar idéias falsas aplicadas a textos didáticos que pretendem ser históricos, no que diz respeito ao processo da história da ciência e a natureza do conhecimento científico, até mesmo quando elas estão baseadas em fatos conhecidos. Na pseudo-história há uma simplificação do processo da ciência, algumas vezes não intencionalmente, outras por ingenuidade ou até mesmo por negligência (ibid, p. 186).

Em relação à falsa história, que são erros factuais em relatos históricos, Allchin apresenta alguns exemplos por meio de anedotas populares, de autenticidade duvidosa, utilizadas no ensino como: a maçã que caiu na cabeça de Newton, as bolas jogadas por Galileu da torre inclinada de Pisa, o grito dado por Arquimedes de Eureka! E que ele saiu correndo do banho nu pelas ruas de Atenas, entre outros.

Apesar de estabelecer essa diferenciação, Allchin está preocupado não com a falsa história, mas com a pseudo-história que, para ele, além de ser prejudicial ao ensino, se manifesta na forma da abordagem hagiográfica e pode contribuir para o quadro de legitimação da história *Whig*.

¹⁸¹ When past science is reconstructed on some idealized model, it becomes pseudohistory of science. When a narrative of scientific discovery verges on myth, it becomes pseudohistory of science. In both cases, pseudohistory of science is also pseudoscience.

Allchin (2004, p. 193) apresenta uma lista de diversos sinais de aviso que servem de alerta aos professores de ciências para identificar possíveis pseudo-histórias:

romanticismo, personalidades sem defeito, descobertas monumentais sem ajuda, insight tipo Eureka, somente experiências ‘cruciais’, sentido de inevitabilidade (trajetória delineada), retórica da verdade-versus-ignorância, ausência de qualquer erro, interpretação não problemática de evidência, simplificação excessiva geral ou idealização, conclusões carregadas de ideologia, autor com uma agenda restrita. Ausência de contexto: sem cenário cultural ou social, sem contingência humana, sem idéias antecedentes, sem idéias alternativas, aceitação sem críticas de novos conceitos.¹⁸²

Em seu artigo, Allchin afirma que o professor deve desconfiar da pseudo-história, mas que, paradoxalmente, ela pode ser utilizada, assim como a pseudociência (muito do que é hoje pseudociência, no passado fazia parte ciência - filosofia natural -, astrologia, alquimia, etc.) como meio para ajudar os alunos a amadurecer sobre o entendimento da natureza da ciência.

Assim, após o estudo das tendências historiográficas (presentista, contextualista, internalista, externalista, tese do conflito e tese complexa), das categorias apresentadas (pseudo-história e quase-história), dos episódios da história e definido o recorte (a relação entre a ciência e a religião), prosseguiremos na análise dos livros de Boyer e Eves.

Delimitamos a busca da relação entre a ciência e a religião, a alguns personagens da história da ciência como, John Napier (1550-1617), Galileu Galilei (1564-1642), Johannes Kepler (1571-1630) e Blaise Pascal (1623-1662), que viveram em uma época em que esse assunto teve uma maior proporção.

Selecionamos para análise na leitura dos livros de Eves (2004) e Boyer (2002), fragmentos em que aparecem referências sobre a relação entre a ciência/matемática e a religião. Trataremos inicialmente do livro de Eves que diz trazer como novidade, os panoramas culturais. Para acompanhar o capítulo 8, Eves sugere então a leitura da página 282 a 288, que tem como título *Panorama Cultural IV – Servos, Senhores e Papas*. Em um dos subtítulos deste panorama cultural, ao tratar do Renascimento, Eves tece o seguinte comentário sobre a relação ciência e religião:

¹⁸² romanticism, flawless personalities, monumental single-handed discoveries, ‘Eureka’- type insight, ‘crucial’ experiments only, sense of the inevitable (plot trajectory), rhetoric of truth-versus-ignorance, absence of any error, unproblematic interpretation of evidence, general oversimplification or idealization, ideology - laden conclusions, author with a narrow agenda. Context is missing: no cultural or social setting, no human contingency, no antecedent ideas, no alternative ideas, uncritical acceptance of new concept.

Infelizmente, os intelectuais do Renascimento foram incapazes de conciliar normalmente suas idéias sobre ciência com as doutrinas religiosas da Igreja católica e grande parte do trabalho científico da época encontrou tenaz oposição das autoridades eclesiásticas. Temendo a acusação de heresia, muitos intelectuais do Renascimento relutavam em publicar suas teorias, especialmente no campo da astronomia, uma ciência à qual a Igreja se opunha de maneira especial. À medida que a Europa Medieval ia cedendo terreno a uma Europa Moderna, a Igreja católica, que já fora uma força transformadora, enveredava por um conservadorismo crescente. Não só a Igreja desaprovava muitas das descobertas dos cientistas europeus modernos como também chegava a levantar obstáculos para impedir que se fizessem reformas que levassem à substituição do feudalismo por formas mais democráticas de governo (EVES, op. cit., p. 288). (grifos nosso)

Neste trecho, destaca-se a interpretação de Eves de que havia uma oposição categórica entre a religião e a ciência. Eves descreve o momento como se houvesse uma categoria dos intelectuais do Renascimento contra os quais a Igreja se colocava de forma inibidora. Essa interpretação contradiz com o fato de que a maior parte dos cientistas europeus tinha práticas religiosas, sendo que o desenvolvimento científico não era objeto especial de oposição por parte das autoridades religiosas, e sim as doutrinas consideradas heréticas, tendo ou não relação com as questões científicas.

Há de se ressaltar os estudos do físico Pierre Duhem mostrando que os fundamentos teóricos da doutrina cristã serviram de sustentação para que a ciência pudesse se desenvolver. Assim, a Igreja não teria sido uma oposição à ciência, ao contrário, ela teria fomentado o desenvolvimento da ciência ocidental na Idade Média. A Igreja não teria sido obstáculo para a ciência moderna, mas sua condição necessária. Constatação essa corroborada por Stanley Jaki (1990) e Woods Jr (2008).

É comum ouvir, mesmo entre acadêmicos, de que a Igreja em nada contribuiu para a sociedade, além de ter sua imagem ligada a palavras como opressão, obscurantismo, ignorância, repressão e estagnação intelectual, entretanto essa visão não pode ser generalizada. Há um grande risco em se generalizar a oposição da Igreja para com a ciência, até porque a Igreja, durante um longo período, apoiou a pesquisa científica e, algumas ordens religiosas, especialmente a dos jesuítas, desenvolveram trabalhos relevantes sobre astronomia e matemática. Não é uma questão de defender a Igreja, apenas a de procurar analisar a história sendo o menos imparcial possível.

Na página 342 do capítulo 8, *A matemática na Europa, de 500 a 1600*, Eves volta a mencionar a relação entre a ciência e a religião ao escrever sobre Napier:

[...] gastou grande parte de suas energias em controvérsias políticas e religiosas de seu tempo. Era violentamente anticatólico e defensor das causas de John Knox e Jaime I. Em 1593 publicou um libelo amargo e amplamente lido contra a Igreja de

Roma intitulado *A Plaine Discovery of the Whole Revelation of Saint John*, no qual se propunha a provar que o papa era o Anticristo e que o Criador tencionava pôr fim ao mundo nos anos entre 1688 e 1700. [...] Para se descontraír de suas polêmicas políticas e religiosas, Napier deleitava-se estudando matemática e ciência, resultando daí que quatro produtos de seu gênio tenham entrado para a história da matemática (Ibid, p. 341-342). (grifos nossos)

No trecho acima, o autor interpreta que a atividade religiosa polêmica de Napier teria um caráter menos importante que suas contribuições reconhecidas pela história da matemática, fazendo uso do modo de escrever a história com tendência claramente *Whig*. Lembramos que Newton se dedicou ao estudo da alquimia, magia, cabala e religião, e que isso não foi impeditivo para que fosse considerado um dos maiores pensadores de nossa época. Chama-nos a atenção, as observações anticatólicas feitas por Eves, pois reforçam o estereótipo de conflito entre a ciência e a religião, além de passar a idéia de quase-história exposta por Whitaker, do cientista como gênio, e, dar sinais de aviso de pseudo-história, apresentada por Allchin, em que as narrativas das descobertas científicas são traçadas sobre mitos.

Sobre Galileu assim se expressa Eves:

[...] essas descobertas [manchas do Sol, as montanhas da Lua, as fases de Vênus e os anéis de Saturno] apenas fizeram com que surgissem uma vez mais a oposição fanática de muitos homens da Igreja, que aceitavam a autoridade de Aristóteles; Aristóteles garantira que o Sol não tem manchas e que a Terra, e, portanto o homem, é o centro do Universo. Um religioso chegou mesmo a acusar Galileu de colocar os quatro satélites de Júpiter dentro de seu telescópio (Eves, 2004, p. 354). (grifos nosso)

Houve sem dúvida, uma ala de religiosos que se opunha às idéias de Galileu por terem os ensinamentos de Aristóteles¹⁸³ profundamente arraigados¹⁸⁴ e por entenderem que esses ensinamentos forneciam explicações condizentes às idéias defendidas pela Igreja. Os grifos mostram que Eves apresenta é tendencioso ao apresentar a história sobre esse assunto, parece-nos, que a oposição se deu em defesa de uma concepção, equivocada ou não, contrária a de Galileu (o problema foi a Igreja querer usar da autoridade para defender as suas concepções em vez dos argumentos científicos), além do que envolvia a reconsideração de

¹⁸³ Segundo Rubenstein (2005, p. 11) “[...] ao reviver a Revolução Aristotélica, compreendemos que *não somos* apenas herdeiros de Copérnico e Galileu, Adam Smith e Thomas Jefferson, mas também herdeiros de Aristóteles: herdeiros de uma tradição medieval que parece mais intrigante e inspiradora à medida que as deficiências da modernidade se tornam mais claras.”

¹⁸⁴ A cosmologia aristotélica é um exemplo, se aceitava que a representação geocêntrica do mundo concordava plenamente com o ensino da Bíblia. Nessa época problema que chamava a atenção dos teólogos era o de compatibilizar o heliocentrismo com a Escritura.

boa parte do conhecimento adquirido até então, inclusive os que constavam nas Escrituras, coisa que a maioria dos teólogos não suportou fazê-lo.¹⁸⁵

Entendemos que há diferentes versões que podem ser dadas sobre o caso Galileu, assim como, que cada uma delas está carregada de ideologias que podem levar a diferentes implicações no ensino.

Há de se destacar que, entre os diversos fatores que compõem esse cenário, estava o período de turbulência pelo qual passava a Igreja devido à Reforma¹⁸⁶, como a discussão entre a Igreja, a quem caberia a incumbência de interpretar a Bíblia Sagrada (aprovada no Concílio de Trento¹⁸⁷), e a visão protestante contrária a este poder. Ao querer explicar a aparente contradição existente entre a teoria copernicana e a Bíblia Sagrada apoiada na física de Aristóteles¹⁸⁸, Galileu acabou aproximando-se da discussão sobre a interpretação bíblica, assunto delicado para a Igreja Católica.

Esse problema não estava só na Igreja Católica, os próprios reformistas Lutero e Calvino faziam observações depreciativas ao sistema de Copérnico; Lutero se referia a Copérnico como um tolo e citava a passagem em que Josué tinha dito ao Sol, e não à Terra,

¹⁸⁵ Segundo Rubenstein (op. cit., p. 20), “a disputa entre o pensamento racionalista e o tradicionalista não foi travada entre a Igreja medieval e seus adversários. Ocorreu dentro da própria Igreja, onde forças favoráveis ao novo saber aristotélico entraram em combate com as que se opunham a ele.” Um dos motivos poderia ser o fato de Aristóteles ser pagão, e de que suas idéias, como as contidas nos livros de “filosofia natural”, ameaçavam as doutrinas cristãs estabelecidas. Em 1277, a Igreja chegou a condenar o ensino de algumas idéias aristotélicas nas escolas, assim como, algumas proposições defendidas por Tomás de Aquino, mas depois acabou permitindo que o pensamento cristão fosse transformado pela nova visão de mundo.

¹⁸⁶ A exegese bíblica agravou a dissidência entre católicos e luteranos. Os luteranos propunham uma reforma do catolicismo, pois havia coisas que só eram permitidas à Igreja explicar, daí a posição hegemônica assumida por ela nesta época. Um dos objetivos da Reforma Protestante liderada por Martinho Lutero no século XVI foi justamente o de protestar contra os diversos desmandos da Igreja Católica. Os luteranos não aceitavam a explicação bíblica dada pela autoridade papal por acreditarem que a Igreja Católica distorcia as verdades do Cristianismo, como a venda pela Igreja de indulgências aos fiéis em troca de um lugar para eles no Céu.

Muitos dos dogmas passaram a serem questionados, entre eles, o da infalibilidade papal, na qual a autoridade religiosa do Papa é contestada por Lutero (1483-1546), dando origem ao protestantismo e à reforma da Igreja. A perda de adeptos e a contestação e rejeição de seus dogmas fez com que a Igreja promovesse a Contra-Reforma como resposta a crescente onda do protestantismo. Por meio da convocação do Concílio de Trento (1545 a 1563) mostrou que era muito poderosa e tinha capacidade de reação, reativou a Inquisição, condenou e excomungou os protestantes acusados de heresias. A influência da Igreja na sociedade, fez com que conceitos como o de secularização quanto o de laicização fossem construídos.

Lutero após ser excomungado como herege em 1520 pelo papa, por ter escrito as suas “95 teses” contrárias a Igreja Católica, foi levado em 1521 a retratar ou confirmar seus escritos na *Dieta de Worms* (Liderada por Carlos V e composta por nobres laicos e eclesiásticos, a Dieta de Worms (cidade do Sacro Império Romano Germânico, hoje Alemanha) era como um colegiado oficial, do governo e religioso que tratava de assuntos pertinentes a estas áreas).

¹⁸⁷ O Concílio de Trento ou Concílio da Contra-Reforma foi o 19º concílio ecumênico e o mais longo da história da Igreja. O Papa Paulo III o convocou como uma reação da Igreja Católica a Reforma Protestante. Nele foi instituído o Índice dos Livros Proibidos (*Index Librorum Prohibitorum*), reiterado tudo o que os Concílios anteriores haviam declarado e ainda especificou claramente no decreto 787, a Igreja Católica como a única que pode nos salvar: “Para que nuestra fe católica, sin la cual es imposible agradar a Dios [Hebr. 11, 6].” (DENZINGER, 1963, p.295, 2ª parte).

¹⁸⁸ Sobre o caso Galileu ver capítulo IV.

para parar, enquanto Calvino dizia que “tão transtornados, não só na religião mas também em todas as coisas revelando a sua natureza perversa, que dizem que o Sol não se move, e que a Terra que muda e gira.” (BROOKE, 2003, p. 92-93). Em outro trecho de seu livro Eves continua a comentar sobre Galileu:

Galileu foi, por toda a vida, um homem religioso e um católico devoto. Consequentemente, angustiava-o notar que pontos de vista a que chegava irresistivelmente por suas observações e seus raciocínios como cientista eram condenados por contrariar as escrituras da igreja, da qual ele se considerava um membro fiel. Por conseguinte, sentia-se compelido a conceber ao seu modo as relações entre ciência e as escrituras. Muitos cientistas, de tempo em tempos, já se viram nessa situação. Ocorreu, por exemplo, na metade do século XIX, quando se encontraram dificuldades para conciliar a teoria da evolução de Darwin com a descrição bíblica da criação dos seres vivos. A conclusão de Galileu se resume em que a Bíblia não é, e nunca pretendeu ser, um texto de astronomia, biologia ou qualquer outra ciência. Em suma, sustentava Galileu, ela não foi concebida como um livro para nos ensinar verdades científicas que podemos descobrir por conta própria. Foi concebida, isto sim, como um livro para revelar verdades espirituais que não poderíamos descobrir sozinhos. Então, o conflito entre a ciência e as escrituras reside no fato de que essas verdades espirituais se expressaram na Bíblia de maneira natural para as pessoas a quem, e através de quem, elas se revelaram originalmente. Mas, isso é obviamente apenas uma conjuntura temporal a que se deveria dar devido desconto. Um cientista não deveria se desconcertar ao ver a Bíblia pintar o mundo de uma maneira natural para os hebreus antigos, e os sacerdotes não deveriam se desconcertar ao ver os cientistas pintarem o mundo de uma maneira contrária à descrição da Bíblia. A maneira como se descreve o mundo é inteiramente incidental para o verdadeiro objetivo da Bíblia e de maneira nenhuma é inconsistente com os seus ensinamentos espirituais (EVES, 2004, p. 355-356). (grifos nosso)

Como Eves mesmo ressalta, Galileu era um católico devoto e não era nem um pouco o exemplo dos intelectuais contrários à religião descritos por ele no trecho citado acima, o que nos parece uma contradição. O que Galileu menos queria era um confronto com a Igreja, tanto é que propôs a elaboração de dois livros, o da Natureza e o da Revelação. Sobre esse assunto Geymonat (1997, p. 79) explica:

Diversamente de Bruno, Galileu não colocou jamais o problema de uma renovação do patrimônio filosófico da Igreja. Tendo nascido em um país católico, ele era católico praticante, mas o problema religioso não constituía para ele sequer uma mínima inquietação: ou seja, ele não experimentava nenhum interesse nem pelas provas da existência de Deus, nem pelas controvérsias entre uma crença cristã e outra.

Este embate entre Galileu e a Igreja ganhou certa predileção nas discussões que envolvem a relação ciência e religião na história da ciência; ele tem sido emblemático quando se quer mostrar uma incompatibilidade ou conflito entre a ciência e a religião.

Mesmo sendo tão falado, o caso Galileu, ainda que por desconhecimento, tem a sua história confundida com lendas e não poucas pessoas possuem uma imagem deformada

dele, acreditam, por exemplo, que Galileu foi condenado à fogueira pela Inquisição. Segundo Ferngren (2002, p. xi):

Assim a imagem tradicional de Galileu como um mártir da liberdade intelectual e uma vítima da oposição da Igreja Católica a ciência foi demonstrada ser um pouco mais do que uma caricatura. Visto da perspectiva da sua época, o julgamento de Galileu foi um episódio que envolveu assuntos múltiplos e inclui personalidades poderosas, assim como, de profissionais revestidos de autoridade e interesses eclesiásticos.¹⁸⁹

Outro pensador, Johannes Kepler, é apresentado por Eves (2004, p. 359):

O trabalho de Kepler não raro é uma mescla de especulações místicas e fantasiosas, combinada com um domínio verdadeiramente profundo de verdades científicas.

Vê-se aqui o juízo de valor do autor, que retrata como místico e fantasioso o lado religioso de Kepler, enquanto o lado científico é supervalorizado. Eves, não considera a possibilidade das “especulações místicas” terem qualquer participação positiva nas investigações científicas. Kepler acreditava que os cinco sólidos platônicos estavam relacionados às esferas do Universo, confiava em números sagrados e na relação dos números ocultos, como ocorreu quando da elaboração de seus modelos cosmográficos, pelo qual Kepler ficou conhecido na história da ciência.¹⁹⁰

O caso de Pascal é um dos mais significativos para revelar a opção historiográfica de Eves. Pascal é claramente dividido em dois: o lado religioso, deplorável, e o lado matemático, sublime. Não se permite espaço para a consideração de que se trata de um mesmo homem.

[...] por estar com a saúde debilitada, Pascal decidiu abandonar suas pesquisas em matemática e ciência e se dedicar à contemplação religiosa. [...] ao fim de 1654, recebeu o que considerou um grande aviso de que o reencetamento dessas atividades não estava agradando a Deus. O toque divino ocorreu quando seus cavalos desenfreados lançaram-se sobre o parapeito de uma ponte em Neuilly, e ele se salvou apenas porque por milagre os tirantes dos arreios se romperam. Fortalecido com uma referência ao acidente escrita num pequeno pedaço de pergaminho que daí para frente levava consigo perto do coração, ele respeitosamente voltou às suas meditações religiosas. [...] Apenas uma vez mais, em 1658, Pascal retornou à matemática. Acometido de violenta dor de dente, ocorreram-lhe certas idéias geométricas e a dor subitamente cessou. Considerando isso como um sinal da vontade divina, obediente e ingentemente aplicou-se durante oito dias a desenvolver tais idéias [...] (EVES, 2004, p. 362).

¹⁸⁹ Thus the traditional Picture of Galileo as a martyr to intellectual freedom and a victim of the Catholic Church's opposition to science has been demonstrated to be little more than a caricature. Viewed against the backdrop of its age, the trial of Galileo was an episode that involved multiple issues and included powerful personalities as well as vested professional and ecclesiastical interests.

¹⁹⁰ Sobre Kepler ver capítulo IV.

[...] desde que se tornou adulto, sentiu-se compelido a participar das controvérsias religiosas de sua época (Ibid, p. 363).

Em seus *Pensamentos*, publicados oito anos após sua morte, Pascal fez uma aplicação especiosa da noção de esperança matemática. Ele argumentava que, como o valor da felicidade eterna deve ser infinito, então, mesmo que a probabilidade de uma vida religiosa proporcionar felicidade seja muito pequena, ainda assim a esperança deve ser suficiente para fazer com que valha a pena ser religioso (Ibid, p. 398).

Eves ao falar sobre Pascal, além de relatar trechos que se parecem com anedotas sobre a vida de Pascal com um caráter de pseudo-histórias parece querer também reforçar o papel do gênio na ciência que como num passe de mágica tem idéias fantásticas e um estalar de dedos seria o suficiente para o cientista elaborar uma teoria. Encontramos novamente nessa passagem sinais de aviso da pseudo-história, o *insight* tipo Eureka, passa a idéia ao leitor de que nas investigações científicas tudo não passa de um truque

Passaremos a analisar o livro *História da Matemática* de Carl B. Boyer sobre a relação entre a ciência e a religião. Começaremos pelo prefácio no qual o autor elogia o livro de Eves e enfatiza que:

Atualmente o mais bem-sucedido e apropriado [livro] parece ser *An Introduction to Mathematics* de Howard Eves, que utilizei, com grande satisfação, com pelo menos uma dúzia de classes desde que apareceu, em 1953. Ocasionalmente eu modifiquei a ordem dos tópicos no livro, procurando alcançar uma maior intensidade de sentimento histórico, e suplementei o material com mais referências às contribuições dos séculos dezoito e dezenove, usando para isto principalmente *A concise History of Mathematics* de D. J. Struik (BOYER, 2002, p. VIII).

Em seu livro, Boyer, pouco usa as referências a que ele diz ter buscado em Struik, que possui uma linha historiográfica diferente da sua, que a nosso ver tem por modelo a corrente internalista. No livro de Boyer são poucas as linhas em que podemos encontrar referências sobre a relação entre ciência e religião. Sobre Napier, Boyer (Ibid, p. 213) dá pouca importância a essa relação, e se resume a dizer que: “Num comentário sobre o *Livro das revelações*, por exemplo, ele afirmava que o papa em Roma era o anti-Cristo”, que pouco ou quase nada acrescenta sobre o pensador.

Sobre Pascal, Boyer comenta:

Desargues foi o profeta de geometria projetiva, mas não foi reconhecido em seu tempo, em grande parte porque seu discípulo mais promissor, Blaise Pascal, abandonou a matemática pela teologia. (op. cit., p. 249)

[...] Na noite de 23 de novembro de 1654, das 22h e 30 min às 24h e 30 min Pascal experimentou um êxtase religioso que fez com que abandonasse a ciência e a matemática pela teologia. O resultado foi que escreveu *Lettres provinciales* e *Pensées*; só por um breve período, de 1658-1659, é que Pascal voltou à matemática.

Uma noite em 1658 uma dor de dente ou mal-estar impediu-o de dormir e para se distrair da dor ele voltou-se para o estudo da ciclóide. Milagrosamente a dor melhorou, e Pascal tomou isso como um sinal de Deus que o estudo da matemática não Lhe desagradava (op. cit., p. 252).

Parece-nos que Boyer mostra-se irônico ao informar o espaço de tempo que levou Pascal no seu “êxtase religioso”. Ele primeiro enaltece o afastamento de Pascal da matemática devido à adoção de seu lado religioso, para depois criticar esta posição.

O fato de Boyer, como um bom conhecedor da história da matemática que é, optar por mostrar fatos poucos relevantes da vida de Pascal, a tratando mais como estória ou pseudo-história em vez de história, é de se estranhar. Ressaltamos que assim como fez Eves em seu livro, Boyer oculta o fato de que Pascal além de ser considerado o mais religioso de todos os pensadores da sua época foi também considerado o maior epistemólogo da matemática.

Destacamos que Pascal colocou em pauta discussões sobre os limites da ciência e rejeitou a mentalidade geométrica de Descartes, que pretendia reduzir tudo a uma explicação mecanicista em termos da geometria, além das discussões sobre a existência do vácuo. Descartes não acreditava na existência do vácuo, ele recuou em querer acreditar no vácuo, porque este contradizia a teoria, pois a matéria para Descartes era geométrica, era extensão e, no vácuo, não tem como medir, não tem extensão. Sobre este assunto o racionalista Descartes adotou um dogmatismo matemático semelhante ao religioso. Para Pascal, o método geométrico é válido somente para as ciências exatas, mas não é válido para as ciências humanas (filosofia, moral, religião) as quais, dizia ele, que apesar das idéias complexas estão carregadas de verdades.

Embora seja possível perceber, mesmo que timidamente, com a inserção dos “panoramas culturais” a preocupação de Eves em estabelecer uma relação entre o que ocorria na sociedade e as descobertas científicas, o mesmo não se pode dizer em relação a Boyer que em sua obra segue uma lista cronológica para apresentar as figuras históricas que exerceram influência na matemática apresentando de forma sintética as interferências externas ocorridas ao longo da construção da ciência.

Parece-nos que Eves e Boyer embora não contemplem a história somente do ponto de vista internalista para analisar o pensamento e a atividade dos cientistas citados, o enfoque dado pelos autores à história externalista está carregado de valor ao diminuir a importância da relação entre a ciência e a religião na história, e relegando a essa última um

papel insignificante, como aparece nas palavras que grifamos: oposição fanática, violentamente anticatólico, tenaz oposição, entre outras.

Ao compararmos o livro de Eves, que se restringe a poucos comentários sobre a relação entre a ciência e a religião, com o livro de Boyer, veremos que esse é ainda mais sucinto ao tratar da relação. Ao se referir tanto a Kepler quanto a Galileu, Boyer não menciona uma linha sequer sobre as discussões que permearam a vida de ambos envolvendo a relação entre a ciência e a religião.

No que se refere à relação entre a ciência e a religião, os livros de Eves e de Boyer nos deixam a impressão de que seus autores, mesmo que não façam constar explicitamente na bibliografia, para escrevê-los fundamentaram-se nas idéias de historiadores, como White e Draper, que influenciaram a historiografia sobre a relação entre a ciência e a religião (usualmente o Cristianismo) com a *Tese do conflito*, que traz consigo uma visão triunfalista da ciência em oposição à rejeitada visão da religião.

A tese do conflito tem influenciado o meio acadêmico, mas vai sendo substituída pela pesquisa histórica que defende a idéia de que a religião e a ciência possuem uma relação muito mais positiva e complexa do que se pensa normalmente.

Enquanto imagens populares da controvérsia continuam exemplificando a suposta hostilidade do Cristianismo, a historiografia atual mostra que essa doutrina algumas vezes alimentou e encorajou o esforço científico, enquanto em outros períodos os dois coexistiram sem tensão. Se Galileu vem à mente como exemplo de conflito, esse foi à exceção mais do que a regra. Há de se considerar também o que diz Koyré (1982, p. 16):

A história não é inalterável. Modifica-se, à medida que nos modificamos. Bacon era moderno quando a maneira de pensar era empirista. Mas não o é mais, numa época de ciência cada vez mais matemática, como a nossa. Hoje, é Descartes que é considerado o primeiro filósofo moderno. Assim, em cada período histórico e a cada momento de evolução, a própria história está por ser reescrita e a pesquisa sobre nossos ancestrais está por ser compreendida de maneira diferente

Os livros de Eves e Boyer revelam um fato que tem ocorrido com a historiografia da matemática, a preocupação excessiva em dar mais ênfase na história ao ponto de vista internalista, descartando ou deixando em segundo plano assuntos que para esses historiadores, são irrelevantes, o que parece ocorrer com a relação entre a ciência e a religião. Segundo

Schubring (2001, p. 300), “existe, dentro de quase toda cultura, um elemento fundamental algumas vezes negligenciado pela historiografia da matemática: a religião”.¹⁹¹

Norton III (2002) também identificou esse problema. Ao pesquisar sobre a relação entre religião e o ensino-aprendizagem da matemática em diversas livrarias e na internet, nada encontrou, a não ser algumas reportagens sobre políticas de segregação entre a religião e a ciência nas escolas e biografias que incluem confissões teológicas de figuras históricas na matemática.

Para o autor, os pesquisadores da área de ciências e matemática têm alimentado o discurso da existência de uma ampla variedade de fatores pessoais e sociais que influenciam o desenvolvimento matemático do indivíduo e da comunidade matemática. Tais trabalhos buscam revelar a sobreposição existente entre nossa vida como pessoa comum e nossa vida como professor, pesquisador e estudante de ciências e matemática. Entretanto, segundo Norton III (2002), durante toda essa discussão de humanização da matemática, um lado de nossa vida tem sido bastante omitido: a religião. Para ele, esse assunto continua a ser um tabu para os pesquisadores.

Mesmo já tendo passado por reformulações, os livros de Boyer e Eves, ainda guardam resquícios da influência *Whig*, que a nosso ver, pode estar relacionado ao fato que esta corrente predominava com maior intensidade na historiografia da época em que foram escritos: o livro de Eves, em 1964, e do de Boyer, em 1968.

Segundo D’Ambrosio (2000, p. 82), parece ser quase inevitável, no âmbito da historiografia de base reducionista que, nas análises históricas sobre as ciências (a física, a química e a matemática) sejam colocadas como distintas da religião, da arte, da política, fato que, obviamente, “dificulta a compreensão dos processos de evolução das idéias e métodos, de reflexão e ação, que inspira a luta do homem para encontrar explicações para compreender e lidar com seu ambiente e de convívio com a natureza”.

Mesmo considerando o que diz Bachelard (1996, p. 10) “É imensa a distância entre o livro impresso e o livro lido, entre o livro lido e o livro compreendido, assimilado, sabido!” Ao se adotar para o ensino livros-texto que apresentam uma postura presentista, sem se preocupar com a parte histórica do desenvolvimento da ciência e com os fatores externos (os contextos, social, político e econômico), passa-se a impressão de que a ciência evolui de forma cronológica e inquestionável, além de reforçar a idéia de que ela é neutra, imparcial e desprovida de ideologias.

¹⁹¹ Il y a, dans presque toute culture, un élément fondamental parfois négligé par l'historiographie des mathématiques: la religion.

O levantamento realizado sobre a bibliografia consultada pelo professor de História da Matemática mostra que as interpretações clássicas usadas pela historiografia presentista e continuísta ainda predomina sobre as propostas de uma nova historiografia que considera que as abordagens externalista e internalista podem atuar em conjunto para analisar um mesmo problema.

O que podemos perceber é que o intenso trabalho de pesquisa na área da historiografia ainda não surtiu o efeito desejado na prática pedagógica. Segundo Holton (2003) uma das dificuldades da aproximação da historiografia as questões relacionadas à prática pedagógica esta na disparidade existente entre aos materiais publicados pelos historiadores da ciência e os que chegam às mãos dos professores de ciência, que estão em sala de aula. Para Holton, um dos problemas que tem levado a este distanciamento é a forma como os trabalhos são publicados nas revistas profissionais que raramente despertam o interesse do professor em lê-los, por isso, acabam ficando restritos a pouco mais de mil pesquisadores da área.

Kuhn, Bachelard, Lakatos, Struik, Wilder, Klein e D'Ambrosio se preocupavam em aproximar seus estudos historiográficos às questões relacionadas à educação, Holton chama a atenção dos historiadores que têm deixado para o segundo plano a importância da cooperação entre a história da ciência e a educação científica, ao se preocuparem somente com as suas próprias tarefas.

Para o pesquisador esse distanciamento entre as duas culturas¹⁹² tem se dado devido à maioria dos cientistas que se envolvem com a educação científica serem essencialmente agnósticos em relação à história e à filosofia, embora haja exceções.

Holton propõe cinco maneiras para que sejam superadas as barreiras entre as duas culturas. A primeira seria aproximar as sociedades que as representam, ou seja, aquela que se preocupa com o uso da história e da filosofia da ciência na educação científica e aquela a que se dedica à história da ciência. A segunda seria a elaboração de um trabalho que possibilitasse discussões entre historiadores e professores quanto ao seu uso em sala de aula. A terceira seria encorajar a cooperação entre as duas culturas. A quarta seria utilizar as recomendações sobre o uso da história da ciência em programas de ensino de ciências. E a quinta proposta seria a produção de material, como livros textos, paradidáticos, filmes e sites na Web, para os currículos das escolas e para os cursos de formação de professores.

¹⁹² Ver Snow (1995).

A historiografia tem implicações diretas no ensino, seja por meio dos livros que carregam consigo uma ideologia embutida que representa uma tendência historiográfica, seja na forma como professores e alunos concebem a construção do conhecimento. O conhecimento matemático pode ser compreendido de um ponto de vista reducionista, ao não se considerar a influência das questões advindas da sociedade, que a matemática é uma construção humana, produzida para atender as demandas oriundas da sociedade.

Sabemos que uma série de fatores deve ser considerada quando se pretende mudar uma concepção de ensino que está posta. Apenas a mudança do livro adotado na disciplina de História da Matemática não resolverá o problema do ensino, se o docente não mudar sua postura. Entretanto, as mudanças decorrentes da forma como o professor analisa os livros de história da matemática, com uma visão mais crítica sobre o seu conteúdo, já seriam um indício de que o professor estaria olhando o conhecimento matemático sob uma abordagem diferenciada.

Neste capítulo, com base no estudo historiográfico, em algumas categorias e nos episódios da história, analisamos o livro *História da Matemática*, de Carl B. Boyer, e a *Introdução à história da matemática*, de Howard Eves, citados em um número maior de vezes, com o intuito de investigar o tratamento dado por esses livros a relação entre a ciência e a religião que influenciou significativamente o desenvolvimento da ciência ao longo do tempo.

Tivemos também a intenção de analisar as tendências historiográficas que embasam esses livros de história da matemática disponibilizados ao professor, com o objetivo de desvelar se a concepção de história apresentada nos livros propicia um ensino ao futuro professor voltado à formação do cidadão, conforme descrito nas intenções dos *Parâmetros Curriculares Nacionais*, dos Cursos de Licenciatura e de organismos internacionais como a UNESCO.

Não temos a intenção e nem a pretensão de, assim como ocorreu na matemática moderna com o *À bas Euclide*, propor um Abaixo Boyer e Eves! A análise mostra que a concepção apresentada sobre o desenvolvimento do conhecimento matemático pelos livros de Boyer e Eves, ao deixar de lado questões relevantes que envolvem a sua construção como a relação entre a ciência e a religião, não está adequada à proposta de educação que pretende formar o cidadão, pois esses livros reforçam o cientificismo e não considera a relação da ciência com os diferentes aspectos da cultura em que está inserida.

Portanto, é imprescindível observar o que está sendo utilizado como bibliografia na disciplina de História da Matemática, nos cursos de formação de professores, uma vez que

a ciência e a religião têm suscitado discussões no âmbito social em estreita relação com o educacional. Com frequência, o que se disponibiliza para o futuro professor é uma história embasada na mera transmissão de técnicas e de nomes, fatos e datas, nos princípios positivistas que determinam uma submissão de todo e qualquer espécie de conhecimento ao conhecimento dito científico. Trata-se de uma história seletiva que parece querer justificar certas visões de ciência ou apoiar certos modelos pedagógicos.

Marca dessa submissão é o estranhamento das questões históricas e filosóficas, como por exemplo, as que permeiam a discussão acerca das relações entre o conhecimento científico e o religioso. Ao descartar, nos cursos de formação de professores, a relação entre a ciência e a religião e considerar a evolução da ciência apenas pela autocrítica, a tendência é que, a riqueza de idéias que este assunto pode propiciar, não ocorra no ensino.

CAPÍTULO VI

REDUCCIONISMO CIENTÍFICO, HISTÓRIA DA CIÊNCIA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Conhecer, como chegamos a conhecer, o que conhecemos sobre as ciências é algo que um cidadão cientificamente culto do século XXI não pode ignorar.

Justi e Gilbert

Furinghetti (1977, p. 1), ao longo de suas pesquisas, tem buscado responder a três questões que levam a refletir sobre os caminhos a serem seguidos no desenvolvimento profissional do professor e que determinarão a perspectiva que será dada em sua prática pedagógica à história da matemática. “Para o professor ou ao aluno é aconselhável ter conhecimento da história da matemática? Se for, quanto de história ele tem de conhecer? E como ele tem que conhecer história?”¹⁹³

Para responder à primeira indagação dois caminhos são possíveis. O primeiro é a manutenção do *status quo* dominante nos cursos de licenciatura, cuja ênfase está na formação técnico-formal, com a matemática apresentada como uma grande colcha de retalhos, em que cada retalho são as disciplinas específicas, que, quando unidas, proporcionarão uma visão do todo. Ou seja, o conhecimento da história da matemática não é muito importante e, portanto, pode ser relegado a um segundo plano. Sobre essa postura, Struik (1985, p. 191), comenta:

Não faz muito tempo, a maioria dos matemáticos mostrava pouco interesse, e alguns deles até um certo desprezo, pela história da matemática e por seus historiadores. Este conflito ainda não terminou. [...]

A história da matemática, como nos tem sido dito, é principalmente uma perda de tempo e esforço, boa para professores aposentados ou incompetentes ou, na melhor das hipóteses, para antiquários.

Para o autor, essa atitude ocorre porque, em contraste com a arte e a literatura, a matemática, como a física, é cumulativa, e os conhecimentos elaborados no passado por Arquimedes, Pitágoras, Ptolomeu e Cavalieri, têm pouca importância para as pesquisas contemporâneas. Mesmo que as tarefas de um professor de matemática sejam distintas das do seu colega pesquisador, não é incomum encontrarmos aqueles que creditam à história uma importância menor do que a dada às disciplinas específicas do curso de licenciatura, muitos ainda pensam como os pesquisadores: que a história da matemática é inútil.

O segundo caminho relacionado à importância da história na formação do futuro professor leva-o a refletir criticamente sobre as “histórias” que lhe são contadas e a entender o processo do fazer e aprender a ciência.

Esses dois caminhos estão estritamente ligados a dois diferentes aspectos sob os quais podemos encarar a ciência, como Caraça (1951, p. XIII), no prefácio de seu livro *Conceitos fundamentais da matemática*, aponta:

¹⁹³ For a teacher or for a student is it advisable to know the history of mathematics? If yes, how much history one has to know? And how one has to know history?

Ou se olha para ela tal como vem exposta nos livros de ensino, como coisa criada, e o aspecto é o de um todo harmonioso, onde os capítulos se encadeiam em ordem, sem contradições. Ou se procura acompanhá-la no seu desenvolvimento progressivo, assistir à maneira como foi sendo elaborada, e o aspecto é totalmente diferente – descobrem-se hesitações, dúvidas, contradições, que só um longo trabalho de reflexão e apuramento consegue eliminar, para que logo surjam outras hesitações, outras dúvidas, outras contradições.

Descobre-se ainda qualquer coisa mais importante e mais interessante: no primeiro aspecto, a Ciência parece bastar-se a si própria, a formação dos conceitos e das teorias parece obedecer só a necessidades interiores; no segundo, pelo contrário, vê-se toda a influência que o ambiente da vida social exerce sobre a criação da Ciência. A Ciência, encarada assim, aparece-nos como um organismo vivo, impregnado de condição humana, com as suas forças e as suas fraquezas e subordinado às grandes necessidades do homem, na sua luta pelo entendimento e pela libertação; aparece-nos, enfim, como um grande capítulo da vida humana social.

Realmente, a ciência pode ser vista pronta e acabada, com uma história de continuidade e acumulativa. Assim, estaremos adotando o discurso, citado por Struik, de alguns matemáticos e pesquisadores e terminaremos sem esperança de que a história, de fato, seja consolidada no ensino.

Por outro lado, podemos conceber a ciência como mais uma das diversas formas de conhecimento a que o homem tem acesso para interpretar o mundo em que vive. Segundo Otte (1994, p. 330), há várias razões para se introduzir a história na educação matemática: os estudos históricos podem contrabalancear um mero tratamento técnico das idéias matemáticas e podem revelar o envolvimento dos sujeitos, suas concepções e dificuldades de pensar a matemática, além de que não há apenas uma matemática, mas muitas formas diferentes de matemática. De fato, a matemática pode ser entendida como parte da cultura, da sociedade, ou seja, como uma atividade humana global, rica de assuntos em que, durante a sua construção, surgem hesitações, dúvidas e contradições.

O resultado dessa concepção da matemática será que os futuros professores compreenderão que, no desenvolvimento da matemática, podem ocorrer revoluções e descontinuidade, que ela é muito mais do que um corpo de teoremas e provas produzidas pelos estudiosos e que suas histórias são parte de uma ampla história cultural.

Assim, a história aparece como parte integrante da educação matemática e pode contribuir no desenvolvimento do metaconhecimento¹⁹⁴ e da metacognição¹⁹⁵ dos futuros professores sobre a matemática e o seu ensino:

[...] a história da matemática pode contribuir para desenvolver um meta-saber dos professores com a função de melhor orientá-los na organização dos conteúdos para

¹⁹⁴ Metaconhecimento refere-se ao conhecimento que lida com a natureza do conhecimento e do ato de conhecer.

¹⁹⁵ É o processo pelo qual a pessoa toma conhecimento de como aprende.

as aulas e na integração e interpretação das contribuições dos alunos (SCHUBRING, 1997, p. 158).

Assim como ocorre com os alunos, é insuficiente ensinar aos futuros professores técnicas ou habilidades matemáticas sem que elas estejam acompanhadas de uma dose de metachecimento sobre a disciplina. A história, mesmo não sendo explícita, poderá provocar isso na educação do professor em relação ao currículo que será por ele estruturado. Matthews (1995, p. 188) posiciona-se a favor da inserção da História e da Filosofia na formação dos professores explicando que há mais em um professor do que apenas aquilo que se pode ver em sala de aula. Para ele, “[...] um professor deve ter conhecimento crítico (conhecimento histórico e filosófico) de sua disciplina, mesmo que esse conhecimento não seja diretamente usado no ensino”. Ou seja, a história não pode ser considerada como um mero procedimento didático, ela é um estratégia para ampliar uma cultura.

Nesse sentido, já não basta a concepção positivista que busca reestabelecer os passos de Galileu e acredita na aplicação de um método científico geral, alicerçado em bases racionais e elaborado a partir de observações e experimentos, para se chegar ao conhecimento científico como verdade absoluta. A complexidade da realidade mostra ser necessário recorrer a uma multiplicidade de modelos para dar conta da riqueza de possibilidades nela envolvida.

Estudos mostram que, ao longo das últimas décadas, a concepção de ciência adotada nos cursos de licenciaturas, principalmente os da área de exatas, têm propiciado uma visão reducionista do progresso do conhecimento.

O estudo, de Duschl (1986), *Ensino e filosofia da ciência: vinte e cinco anos de avanços mutuamente excludentes*, mostra que o ensino de ciências desenvolveu-se completamente dissociado de sua história e filosofia devido à influência da visão reducionista no ensino de ciências (MATTHEWS, 1995). Sobre a matemática, Lakatos (1978, p. 186) assim se expressa:

A matemática é apresentada como uma série sempre crescente de verdades imutáveis e eternas. Possivelmente, não tem lugar contra-exemplos, refutações e críticas. Um aspecto autoritário é garantido para o assunto, [...]. O estilo dedutivista oculta a luta, esconde a aventura. Toda a história evapora, as sucessivas formulações provisórias do teorema durante a prova são relegadas ao esquecimento enquanto o resultado final é exaltado como infalibilidade sagrada.

Essa concepção perdura nos cursos de formação de professores, com reflexos imediatos no ensino-aprendizagem das disciplinas da área científica. Decorrente dessa concepção, os cursos de licenciatura passaram a privilegiar um modelo de prática pedagógica,

em que, para ser professor, é suficiente ter apenas um “bom conhecimento dos conteúdos científicos” sobre a disciplina que ministrará.

Consequentemente, apenas os aspectos técnico-formais são priorizados na formação de professores. A educação científica, nas escolas brasileiras, passou a ter um modelo de ensino que privilegia a informação pela informação e a memorização, incentivando os alunos a decorar em vez de entender os conceitos. O conteúdo descontextualizado e fragmentado traz traços tradicionalmente enciclopédicos, com ênfase quase que exclusiva no que está escrito nos livros didáticos. Segundo Maldaner; Zanon; Auth (2006, p. 53):

Os programas de ensino, os livros didáticos, os materiais de ensino, no entanto, pouco mudou nesses últimos anos. Prevaecem roteiros tradicionais de ensino que se consolidam em livros didáticos que conservam, em essência, as mesmas seqüências lineares e fragmentadas de conteúdos, mesmo que sempre enriquecidos com novas ilustrações que lhes dão um certo status de atualização.

Este conjunto de fatores, decorrentes da visão de ciência alicerçada no paradigma positivista, com características reducionistas, que defende o conhecimento científico como o único válido, levou a uma concepção limitada de educação científica.

A visão reducionista apresenta um cientificismo, que trata as dimensões metafísicas, éticas, estéticas, religiosas e sociais de forma distorcida, valorizando apenas o racional da ciência e do método científico para a aquisição do conhecimento. Isso mostra-se insuficiente para formar cidadãos para a construção da nova sociedade do século XXI, que, embora influenciada cada vez mais pelo papel da ciência e da tecnologia demanda a consideração das dimensões mencionadas na construção da ciência.

Este reducionismo que assola a educação científica foi identificado por Robinson (1998) em suas pesquisas, como é relatado no artigo *Science teaching and the nature of science*. O autor mostra-se preocupado com o impressionante volume de materiais (textos, programas, livros paradidáticos, além de kits de laboratório acompanhados de exercícios) com os quais o professor é cortejado para provê-lo de informações que permitam ao aluno entender a ciência.

Ressalta ainda Robinson que, nas instruções de uso do material, há um alerta ao professor, lembrando que, se ele usar corretamente o material, seu aluno aprenderá a investigar e dominará o “processo” de como a ciência se desenvolve. Segundo o autor, esse tratamento é superficial, e os problemas inerentes ao ensino de ciências devem ser tratados com mais profundidade, pois somente a utilização de materiais ou a aquisição do domínio meramente técnico sobre o assunto não são suficientes para garantir que o aluno entenda e

internalize os conceitos científicos. O fato de o aluno estar engajado em atividades que reproduzam os passos relacionados ao fazer ciência não é garantia de que ele aprendeu os conceitos científicos, nem o seu processo. Para Robinson, há a necessidade de que os alunos compreendam o processo de desenvolvimento da ciência e, para isto, é importante que as duas coisas, os conceitos e os processos, sejam ensinadas concomitantemente.

Analisando algumas pesquisas, constatamos que o reducionismo científico também acarreta prejuízos à formação de professores ao não considerar, na prática didática, a interferência de fatores externos.

A importância de se tratar as questões metacientíficas na formação dos professores tem destaque na pesquisa de Berkman et al., (2008), que analisaram a concepção de 939 professores de biologia da high-school, verificaram que as crenças pessoais dos professores podem influenciar o que ensinam em sala de aula. Nessa pesquisa os autores mostram que os professores que tiveram acesso a um curso de ciências sobre biologia evolutiva puderam dedicar mais tempo ao ensino da evolução do que os outros. Ou seja, melhor preparado o professor pode dialogar com seus alunos sobre assuntos considerados polêmicos. Parece-nos, então, que o mesmo poderia ocorrer sobre a relação entre ciência e religião, resultando em uma mudança significativa sobre esse tema, sem apelo a fundamentalismo e intolerâncias, sejam elas científicas ou religiosas.

Em um estudo sobre as crenças dos professores, com recorte em relação à natureza da ciência (NdC), Vieira e Martins (2005, p. 118) encontraram concepções ingênuas sobre o tópico ideologias e crenças religiosas dos cientistas. Segundo os autores, para os professores, “Os cientistas são vistos por um prisma idealista ou de realismo ingênuo, pois, entre outros atributos, não são influenciados pela sociedade, nem por crenças religiosas”. Essa concepção aparece explícita nas falas dos professores: “os cientistas ‘não podem’ ser afectados pelas suas crenças religiosas” (idem, p. 109), ou “As crenças religiosas são exteriores à Ciência.” (Ibidem, p. 110).

Norton III (2002, p. 1), por meio de um estudo de caso sobre a história do professor de matemática judeu Joseph, investigou se as crenças religiosas de um pesquisador matemático poderiam influenciar a sua prática (pesquisa e ensino) e sua visão de matemática.

Ele constatou que as crenças matemáticas de Joseph independem de suas crenças religiosas, mas que há uma harmonia entre seus valores religiosos e a sua prática profissional, pois os princípios religiosos de Joseph o ajudam a definir a sua prática profissional como uma atividade meritória.

Em suas pesquisas, Acevedo et al, (2005, p. 3) levantaram duas hipóteses que estariam implícitas no estudo das crenças dos professores: 1) A compreensão dos professores acerca da natureza da ciência (NdC) tem certa relação com a dos seus alunos e com a imagem que estes adquirem da ciência. 2) As crenças dos professores sobre a NdC influenciam significativamente na sua forma de ensinar ciências e nas decisões que tomam na aula.

Mesmo que seja uma hipótese que ainda necessita ser validada, os trabalhos citados dão indícios da existência de uma relação intrínseca entre a concepção do professor a respeito da natureza da ciência ou suas crenças em relação à política, à moral, à religião e à economia e a metodologia de ensino empregada por ele, em sala de aula. Essa relação pode afetar a sua prática didática e interferir, de forma decisiva, na concepção dos alunos sobre a educação e a ciência, entre outras questões.

Matthews (1997, p. 326), ao se referir a este assunto, diz:

[...] naturalmente que nós gostaríamos que as pessoas acreditassem no que nós acreditamos. Seja na política, moral, religião, economia, questões ambientais, ou qualquer outra coisa. Os professores têm a sua parte dessa tendência. O problema surge para o professor quando esta tendência natural anula seu papel de educador.¹⁹⁶

Defendemos a importância de se conhecer a história, pois ela pode fornecer os subsídios para o professor reelaborar o conhecimento sobre as suas crenças, seja elas científicas ou religiosas, sem anular seu papel de educador. Conhecer como um determinado assunto foi construído e as questões que o envolvem possibilita ao professor um questionamento dinâmico sobre as suas próprias crenças e sobre a ciência. Este nos parece um bom argumento para a resposta à pergunta feita por Furinghetti, se seria aconselhável ao professor conhecer a história da matemática.

Massoni e Moreira (2007, p. 52) lembram que:

[...] os valores que são apreendidos pelo indivíduo no meio familiar e social e que ao longo da educação formal, na escola, são cultivados, ratificados e/ou distorcidos influenciam decisivamente na formação da cidadania. Daí a enorme responsabilidade social que os professores em geral e, particularmente, os professores de ciências assumem perante a sociedade. A formação dos cidadãos passa inevitavelmente pelos ensinamentos, crenças e visões dos professores. Daí a importância estratégica da formação de professores críticos e reflexivos.

¹⁹⁶ [...] naturally we like people to believe what we believe. Be it in politics, morals, religion, economics, environmental matters, or whatever else. Teachers have their share of this tendency. The problem for teachers arises when this natural tendency nullifies their role as educators.

Tardif¹⁹⁷ (2002 apud CUNHA, 2008, p. 17), em suas pesquisas sobre o estudo dos saberes dos professores, também explica que:

Os saberes que servem de base para o ensino, tais como são vistos pelos professores não se limitam a conteúdos bem circunscritos que dependeriam de um conhecimento especializado. Eles abrangem uma diversidade de objetos, de questões, de problemas que estão relacionados com seu trabalho.

Nessa mesma linha, Cunha (2008, p. 18) afirma: “Mais do que conhecimentos advindos da racionalidade técnica, a profissão docente está imersa em dimensões éticas, tais como valores, senso comum, saberes cotidianos, julgamento prático, interesses sociais, etc.”

Todas estas discussões sempre aparecem relacionadas à educação científica, mas, muitas vezes, não têm sido contempladas no currículo dos cursos de formação de professores. Entendemos que o acadêmico, durante os quatro anos de sua estada na universidade, pelo menos deveria ter as suas concepções prévias, as suas visões simplistas ou suas idéias reducionistas sobre a educação, a ciência, a religião, entre outros assuntos, questionadas.

Quando nos debruçamos sobre essa questão, um aspecto chama a atenção: a ausência ou a superficialidade de tratamento, na formação de professores, das dimensões epistemológica, filosófica, histórica e social. Essa postura impossibilita debates sobre assuntos que estão presentes em nosso cotidiano, como o da relação entre a ciência e a religião, tema que procuramos tratar neste trabalho.

Por isso, entendemos que seja necessário repensar os cursos de formação de professores, pois as disciplinas metacientíficas, entre elas a história, são um dos elementos fundamentais para o conhecimento profissional do professor de ciências e matemática.

As pesquisas desenvolvidas por Robinson, Berkman et al., Vieira e Martins, Woolnough e Acevedo revelam a necessidade de os professores estarem preparados para questionar visões simplistas sobre a educação científica, pois elas tendem a reforçar o reducionismo científico em sua prática pedagógica pelo afastamento das questões epistemológicas, históricas, sociais, religiosas, que envolvem a dimensão transdisciplinar que compõe o processo de ensino-aprendizagem da ciência. Norton III (2002, p. 8) questiona:

Como nós vamos ensinar matemática às crianças quando nós não podemos responder a nós mesmos o que é matemática e por que ela é importante? Pior ainda,

¹⁹⁷ TARDIF, Maurice. **Saberes docentes e formação profissional**. Petrópolis, Vozes, 2002.

como nós podemos lecionar matemática quando há conflito não resolvido entre as nossas crenças matemáticas e as nossas convicções religiosas?¹⁹⁸

Entendemos que a história tem um papel importante na integração da ciência às nossas crenças e convicções, por proporcionar a interação da ciência com a cultura, com a religião, enfim, com as outras questões que são intrínsecas à vida social de uma sociedade.

Como diz Alice Casimiro Lopes, na resenha do livro de Chassot, “investigar sobre ciência é também investigar história e cultura de uma maneira mais ampla. É discutir questões como cidadania, tecnologias, formação de professores, linguagem, história, política, saberes populares e escolares, religião.”

A inserção de disciplinas metacientíficas nos cursos de formação de professores vem ocorrendo há algum tempo. Jones¹⁹⁹ (1969 apud Miguel e Brito, 1994, p. 47) no texto *Mathematics as a teaching tool*, já escreve: “recomendações para a inclusão de algum estudo de história em programas de treinamento de professores podem ser encontradas em vários estudos e relatórios de comitês de muitos países.” O Relatório Thompson, publicado em 1918 pelos ingleses, é um desses documentos que apresenta recomendações de que “algum conhecimento de história e filosofia da ciência deveria ser parte da bagagem intelectual de todo professor de ciências de escola secundária.” (MATTHEWS, 1995, p. 188). Como já afirmava, um dos maiores epistemólogos deste século, Imre Lakatos, na introdução do seu livro, *A história da Ciência e as suas reconstruções racionais* ao parafrasear a famosa frase de Kant de que “A Filosofia da Ciência sem a História da Ciência é vazia; a História da Ciência sem a Filosofia da Ciência é cega.” (LAKATOS, 1978, p. 21).

James Conant, em 1950, dizia que todo o conhecimento necessário para se entender a natureza da ciência poderia ser obtido por meio do estudo de alguns casos da história, que, aliás, poderiam permitir a um não especialista ter uma compreensão suficiente sobre o assunto, como as idéias científicas do século XVII e XVIII, que ele chamou de “velha” ciência.

Russel, em 1958, dizia estar convencido que:

[...] O ensino superior deveria incluir um curso de história de ciência do século dezesete até os dias atuais e uma visão do conhecimento científico moderno de modo que ele seja transmitido sem detalhes técnicos. Enquanto tais conhecimentos

¹⁹⁸ How are we to teach children mathematics when we cannot answer for ourselves what mathematics is and why it is important? Worse yet, how can we profess mathematics when there is unresolved conflict between our own mathematical beliefs and religious convictions?

¹⁹⁹ JONES, P. **The history of mathematics as a teaching tool**. Historical topics for the mathematics classroom. Washington, NCTM, 1969.

permanecerem restritos a especialistas, será dificilmente possível hoje em dia que as nações conduzam os seus interesses com sabedoria²⁰⁰(RUSSEL, 1958, p. 1).

Um dos primeiros a defender a utilização da história no ensino da matemática, especialmente em relação à formação de professores²⁰¹, segundo Furinghetti (1977), foi o historiador Gino Loria²⁰². Ele seguiu a idéia, muito difundida na época pela comunidade matemática, de que os professores precisavam revisitar a matemática elementar de um ponto de vista avançado. O matemático e educador de professores Félix Klein, em 1896, indicou a história da matemática como um meio eficiente para esse revisitar.

Documentos de órgãos internacionais, como o *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) a *American Association for the Advancement of Science* (AAAS), também apóiam o uso da história. Neste último, constam as mudanças sugeridas para a educação científica que implicaram em sua reforma, entre elas aparece:

Alcançar a alfabetização científica como objetivo central da educação científica ('Ciência para todos os americanos'). Nesse sentido, considera-se particularmente importante concentrar a compreensão dos estudantes sobre a natureza da ciência, por exemplo, pelo estudo da história e da filosofia da ciência (AAAS, 1993 apud VAN DRIEL et al., 2001, p. 138).²⁰³

O item 41 da *Declaração sobre Ciência e o uso do conhecimento Científico* diz que "Os currículos científicos devem incluir ética da ciência, bem como formação em história e filosofia da ciência, tratando também de seu impacto cultural." (UNESCO, 2003, p. 37).

As diretrizes dos *Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio* (PCNEM, 2000, p. 90) expressam preocupação com a interação entre ciência, visão de mundo e educação:

²⁰⁰ [...] all higher education should involve a course in the history of science from the seventeenth century to the present day and survey of modern scientific knowledge in so far as this can be conveyed without technicalities. While such knowledge remains confined to specialists, it is scarcely possible nowadays for nations to conduct their affairs with wisdom.

²⁰¹ Um dos currículos de matemática mais antigos é o da Faculdade de Matemática da Universidade de Coimbra, proposto em 1772. Nele aparecem disciplinas como: geometria, álgebra, geometria analítica, cálculo diferencial e integral, mecânica, física e astronomia, mas a história não consta. A recomendação era que os conteúdos propostos deveriam seguir uma ordem de apresentação em que os assuntos da história da matemática estivessem inseridos, como uma forma de introdução da disciplina (SILVA, 2001, p. 130).

No Brasil, com a criação do IME em 1934, a história da matemática passou a constar no currículo do curso de matemática da USP. Em 1968, com a reforma curricular, essa disciplina passou a ser obrigatória (SILVA, 2001, p. 144-145).

²⁰² LORIA, G. **La storia della matematica come anello di congiunzione fra l'insegnamento secondario e l'insegnamento universitario**. Periodico di Matematica XIV, 19-33. 1899.

²⁰³ To achieve scientific literacy as the central goal of science education ('Science for all Americans'). In this respect, it is considered particularly important to focus on students understanding of the nature of science, for instance, by studying the history and the philosophy of science.

A construção da Base Nacional Comum passa pela constituição dos saberes integrados à ciência e à tecnologia, criados pela inteligência humana. Por mais instituinte e ousado, o saber terminará por fundar uma tradição, por criar uma referência. A nossa relação com o instituído não deve ser, portanto, de querer destruí-lo ou cristalizá-lo. Sem um olhar sobre o instituído, criamos lacunas, desfiguramos memórias e identidades, perdemos vínculo com a nossa história, quebramos os espelhos que desenham nossas formas. A modernidade, por mais crítica que tenha sido da tradição, arquitetou-se a partir de referências e paradigmas seculares. A relação com o passado deve ser cultivada, desde que se exerça uma compreensão do tempo como algo dinâmico, mas não simplesmente linear e seqüencial. A articulação do instituído com o instituinte possibilita a ampliação dos saberes, sem retirá-los da sua historicidade e, no caso do Brasil, de interação entre nossas diversas etnias, com as raízes africanas, indígenas, européias e orientais. A produção e a constituição do conhecimento, no processo de aprendizagem, dá muitas vezes a ilusão de que podemos seguir sozinhos com o saber que acumulamos. A natureza coletiva do conhecimento termina sendo ocultada ou dissimulada, negando-se o fazer social. Nada mais significativo e importante, para a construção da cidadania, do que a compreensão de que a cultura não existiria sem a socialização das conquistas humanas. O sujeito anônimo é, na verdade, o grande artesão dos tecidos da história. Além disso, a existência dos saberes associados aos conhecimentos científicos e tecnológicos nos ajuda a caminhar pelos percursos da história, mas sua existência não significa que o real é esgotável e transparente. Por outro lado, costuma-se reduzir a produção e a constituição do conhecimento no processo de aprendizagem, à dimensão de uma razão objetiva, desvalorizando-se outros tipos de experiências ou mesmo expressões de outras sensibilidades. Assim, o modelo que despreza as possibilidades afetivas, lúdicas e estéticas de entender o mundo tornou-se hegemônico, submergindo no utilitarismo que transforma tudo em mercadoria. Em nome da velocidade e do tipo de mercadoria, criaram-se critérios para eleger valores que devem ser aceitos como indispensáveis para o desenvolvimento da sociedade. O ponto de encontro tem sido a acumulação e não a reflexão e a interação, visando à transformação da vida, para melhor. O núcleo da aprendizagem terminaria sendo apenas a criação de rituais de passagem e de hierarquia, contrapondo-se, inclusive, à concepção abrangente de educação explicitada nos Artigos 205 e 206 da Constituição Federal.

Além da busca de articulação dinâmica entre o saber instituinte e o instituído, os parâmetros curriculares destacam que as aulas de ciências devem ser contextualizadas com a utilização, entre outros recursos, da história e filosofia da ciência. Também apresentam as habilidades e competências necessárias para a área Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, que devem levar o aluno a “compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade.” (PCNEM, 2000, p. 95-96).

Espera-se que o conhecimento adquirido pelo futuro professor nas disciplinas metacientíficas possa auxiliá-lo a possibilitar ao aluno “ter autonomia intelectual e pensamento crítico”, além de fortalecer os “laços de solidariedade e de tolerância recíproca”, como é destacado nos *Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio* (PCNEM, 2000, p. 92).

Não pretendemos doutrinar o aluno para que veja o conhecimento científico como um dogma ou se considere o melhor entre os outros. Queremos apenas lhe dar subsídios para que decida sua própria posição diante dos diversos assuntos como, por exemplo, na relação entre a ciência e a religião.

Se o objetivo da educação científica é que o aluno tenha uma visão da ciência como a proposta no PCN ou como a defendida por Matthews, é necessário que os currículos dos cursos de formação de professores e de formação continuada sofram alterações, buscando articular os saberes das diferentes disciplinas científicas com abordagens dos aspectos históricos, filosóficos e epistemológicos que acompanham o desenvolvimento da ciência.

Entendemos que a implantação dessas práticas didático-pedagógicas só será possível com a formação de professores com uma visão holística sobre os diferentes aspectos envolvidos na construção da ciência e que, para isso, é preciso que ocorra uma revolução, nos cursos de licenciatura.

A construção da sociedade da informação e do conhecimento tem mostrado a necessidade de novos currículos. Gadotti (2000, p. 3) diz: “O conhecimento tem presença garantida em qualquer projeção que se faça do futuro. Por isso há um consenso de que o desenvolvimento de um país está condicionado à qualidade da sua educação”. Entretanto, apesar desse consenso, o autor coloca algumas questões: “qual educação, qual escola, qual aluno, qual professor?” Suas perguntas, como as de Furinghetti, envolvem respostas complexas.

Para acompanhar as preocupações da sociedade em que vivemos, em vez da visão tradicional de ciência, surgida a partir do século XIX, os pesquisadores propuseram mudanças no currículo da educação científica, voltando-a para a formação de alunos-cidadão.

Krasilchik (1992, p. 8) lembra que ao se pensar a elaboração do currículo, muitos fatores devem ser considerados para atender às necessidades de uma nova sociedade:

Um currículo que deve levar em conta um princípio básico, ou seja, deve refletir as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Esta análise não poderá ser isolada dos fatores sociais, éticos e de valores, pois estes fazem parte do indivíduo e de suas relações, sendo por eles afetados.

A reflexão sobre as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade presente nas propostas de melhoria da qualidade do ensino das ciências envolvendo os fatores sociais, éticos e de valores.

Cunha (2008, p. 24) explica algumas características de experiências inovadoras na prática pedagógica das escolas e universidades e que indicam a ruptura com as formas tradicionais, que se baseiam nos princípios positivistas. Diz a autora:

Sem desvalorizar a contribuição da ciência assim construída, a adesão à ruptura paradigmática significa o reconhecimento a outras formas de produção de saberes, incorporando a dimensão sócio-histórica do conhecimento e sua dimensão axiológica que une sujeito e objeto.

A concepção tradicional de ensino tem dado pouca importância à história e à filosofia da ciência, fato que empobrece o sentido da educação científica, representando um verdadeiro reducionismo. Miguel (1997, p. 102) ao se opor ao quadro reducionista a que chegou o ensino, comenta:

[...] é desastroso que a educação científica e matemática tenha se isentado em relação à sua problematização, restringindo-se a uma abordagem estritamente técnica e aparentemente neutra dos ‘fatos’ científicos e matemáticos. Uma história da matemática pedagogicamente orientada poderia prestar grande auxílio para os professores intencionados em contrapor-se a uma tal tendência tecnicista no ensino.

D’Ambrósio (2000, p. 267) destaca dois aspectos fundamentais na educação matemática, o crítico e o lúdico. Enfatiza, ainda, que o enfoque histórico favorece o ensino e contribui para a formação do cidadão:

O aspecto crítico, que resulta de assumir que a Matemática que está nos currículos é um estudo de matemática histórica. E partir para um estudo crítico do seu contexto histórico, fazendo uma interpretação das implicações sociais dessa matemática. Sem dúvida isso pode ser mais atrativo para a formação do cidadão.

O aspecto lúdico associado ao exercício intelectual, que é tão característico da matemática, e que tem sido totalmente desprezado. Por que não introduzir no currículo uma matemática construtiva, lúdica, desafiadora, interessante, nova e útil para o mundo moderno. (grifos do autor)

Knight (2004), no artigo *Trabalhando à luz de duas culturas*, utiliza a noção, de Snow, de ciência como cultura. Destaca a ciência como uma atividade humana que não difere das outras, como uma prática social e intelectual inserida e produzida sob diferentes culturas, diferentes visões de mundo e diferentes comunidades. Mostra que a história da ciência serve como uma espécie de cola capaz de manter as duas culturas unidas.

Entendemos que a história da ciência, além de servir para manter “as duas culturas” unidas, pode propor caminhos aos cursos de formação de professores para que tanto

o aspecto técnico-formal, como as dimensões metafísicas, éticas, estéticas, religiosas e sociais que envolvem a ciência possam estar relacionadas.

Ao ver a ciência como um dos empreendimentos culturais mais importantes construídos pelo homem e que como produto de um processo e de uma prática históricos, em que interagem fatores de diversas dimensões – filosófica, psicológica e sociológica – entendemos que deve ser considerado, ao lado de seu valor objetivo, um sentido humano, que se torna mais acentuado quando transposto para a educação.

Na educação, estão envolvidas questões subjetivas, daí a importância de se contemplar discussões que envolvam as questões epistemológicas, históricas e sociais nos cursos de formação de professores, pois, o futuro professor conviverá na sala de aula, tanto com alunos que, muitas vezes, são treinados, em geral dogmaticamente, a terem a esperança de encontrar a verdade eterna na ciência, como com alunos voltados ao campo das humanidades, a quem é preciso propiciar algo de ciências (KNIGHT, 2004).

É interessante ressaltar a importância dada por Miguel de Guzmán à história da matemática para a formação do matemático interessado apenas nos aspectos técnicos. A história da matemática, em seu entender, possibilita a compreensão dos objetos matemáticos em sua origem:

El complemento esencial en la formación de un matemático es, a mi entender, un conocimiento profundo de la historia de la matemática. [...] La visión histórica de la matemática es extraordinariamente útil incluso para aquel cuyo interés es exclusiva o predominantemente técnico, es decir, para aquel que dice interesarse prioritariamente por los problemas abiertos en su campo de trabajo. Cualquier objeto matemático suele nacer en estado de simplicidad. La complicación posterior que alcanzan muchas teorías oscurece frecuentemente las ideas iniciales y las hace opacas y poco penetrables a quien trata de obtener de ellas la visión unitaria e integradora que es preciso poseer para trabajar con eficacia en el campo. Acudir con interés a los orígenes del objeto propio de estudio proporciona una luz especial que ilumina muchos elementos que de otra forma no se interpretan correctamente. En matemáticas, como en cualquier otra ciencia, tienen perfecta validez las palabras de James Clerk Maxwell: ‘Es de gran utilidad para cualquier estudiante de cualquier campo leer las ideas originales sobre tal materia, pues la ciencia se asimila más perfectamente cuando está en estado naciente’ (CARVALHO E SILVA, 1995, p. 1).

Se, como explica Gusmán, para um matemático, é essencial conhecer história, para um professor, diríamos, é fundamental.

Alguns estudos mostram que o afastamento das disciplinas metacientíficas produz sérias distorções na formação do professor. Aliás este é um dos fatores que levam o professor a ver-se incapaz de resolver situações da prática pedagógica nas quais somente o domínio dos conteúdos específicos não é suficiente para resolvê-las.

Essa ocorrência se deve ao fato de que, ao longo de nossa escolarização, desde o ensino fundamental até a universidade, construímos o modelo de professor que acreditamos ser o melhor. Nessa construção, adotamos o chamado efeito "espelho" (CATANI et al., 2000) em que postura, atitudes, formas de ensinar e, na maioria das vezes, a concepção de ensino por transmissão é a mesma utilizada por nossos professores. Caso não haja mudanças ao longo de nosso percurso acadêmico, esse será o modelo que sustentará a nossa prática pedagógica. Será difícil modificá-lo por estarmos acostumados a ele.

Muitas vezes, a dificuldade do professor em querer modificar o modelo de ensino-aprendizagem que teve durante a sua formação deve-se ao fato de que, por um longo período, ele estudou em uma escola em que, ao professor, cabia falar, e, ao aluno escutar; ao professor cabia ditar e, ao aluno, escrever; ao professor cabia mandar e, ao aluno, obedecer.

Gil-Pérez e Carvalho (2006, p. 14) mostram que a formação de professores tem sido concebida como uma transmissão de conhecimentos e destrezas, que tem se mostrado ineficiente na formação dos alunos e dos próprios professores. Romper com esse modelo fragmentado de formação docente, que tem pouca preocupação com o processo de ensino e aprendizagem, é importante.

Na formação de professores se faz necessário ultrapassar o modelo positivista que ainda predomina na educação científica. Têm sido significativas as implicações políticas e sociais que resultaram na institucionalização, nos currículos dos cursos de licenciatura, de disciplinas como a História, a Filosofia e a Sociologia da Ciência²⁰⁴, que promovem discussões, como a da historicidade da origem sócio-cultural do conhecimento científico. Daí nossa intenção de implementar na formação de professores a relação entre a visão de mundo (mais especificamente a religiosa) encontrada na história.

A história da ciência pode possibilitar, em um curso de licenciatura, que o futuro professor tenha uma visão do conhecimento científico sob uma perspectiva interdisciplinar, aproximando a Física, a Química, a Biologia, a Matemática e a História, que, na maioria das vezes, são apresentadas de forma fragmentada, em disciplinas estanques e não estabelecem as relações existentes no interior da própria ciência.

A inserção das disciplinas metacientíficas, nos cursos de licenciatura, tem um papel importante ao possibilitar que o professor esteja preparado para lidar com o antagonismo entre ciência e não-ciência.

²⁰⁴ A sociologia da ciência no Brasil ainda é pouco explorada.

Procuramos mostrar que não é suficiente apenas formar professores que tenham a competência técnico-formal na sua área e um método para transmitir. É preciso que o professor, além dos conhecimentos operacionais da ciência, saiba como ocorreu o seu processo de construção. Assim, ele terá subsídios para propor melhorias na educação científica.

Ao considerar imprescindível, na formação do professor, o conhecimento da dimensão cultural e histórica, não queremos descaracterizar o que tem sido consenso entre os pesquisadores, ou seja, que o professor em formação ou em exercício deve ter conhecimento dos conteúdos científicos sobre a disciplina que ensina. Como explica D'Ambrósio (2000a, p. 241):

Ninguém contestará que o professor de matemática deve ter conhecimento de sua disciplina. Mas a transmissão desse conhecimento através do ensino depende de sua compreensão de como esse conhecimento se originou, de quais as principais motivações para o seu desenvolvimento e quais as razões de sua presença nos currículos escolares. Destacar esses fatos é um dos principais objetivos da História da Matemática.

Gil-Pérez e Carvalho (2006, p. 21) também reconhecem que a falta de conhecimentos científicos “transforma o professor em um transmissor mecânico dos conteúdos do livro texto”. Para eles, conhecer a matéria a ser ensinada é um dos requisitos básicos e necessários aos professores, que deverão saber e saber fazer para que a prática pedagógica melhore. Consideram que os professores em exercício e os que estão em formação possuem visões simplistas, de senso comum, sobre o ensino de ciências e as transmitem aos seus alunos. Comentam que os professores concebem o ensino de ciências como algo “para o qual basta um bom conhecimento da matéria, [...] de prática e alguns complementos psicopedagógicos.” (GIL-PÉREZ e CARVALHO, 2006, p. 14).

Esses autores ressaltam que os cursos de formação de professores têm se resumido à aquisição dos conteúdos científicos, quando o assunto é o conhecimento que o professor deve ter sobre a matéria que vai ensinar. Entre os aspectos relacionados ao conhecimento do conteúdo Gil-Pérez e Carvalho (2006) sustentam que, conhecer o conteúdo não se resume ao conteúdo científico propriamente dito, mas abrange outras questões, como por exemplo, a história da ciência, a qual deve ser abordada para mostrar aos alunos que os conceitos não são construídos de forma arbitrária e que surgem problemas durante sua elaboração; as dificuldades e os obstáculos epistemológicos que tiveram de ser superados; a evolução do

assunto e sua abordagem pelos cientistas; as interações que ocorrem entre ciência/tecnologia/sociedade.

Não estamos descartando a importância de o professor ter um bom conhecimento dos conteúdos científicos da disciplina que ensina. Como explica Matthews (1995, p. 188), um bom professor de ciências deve possuir “um conhecimento razoavelmente sólido da terminologia de sua própria disciplina – causa, lei, explicação, modelo, teoria, fato –; [...] dos objetivos muitas vezes conflitantes da sua própria disciplina – descrever, controlar, compreender – [...]”, sem ignorar os outros aspectos que compõem o conhecimento científico.

Até este ponto, procuramos apresentar argumentos para responder a pergunta de Furinghetti: se, para o professor, é aconselhável ter conhecimento da história da matemática. Passaremos, agora, a tecer considerações sobre o outro lado envolvido na pergunta: o aluno.

Há inúmeros pesquisadores que investigam o uso e o valor da história na educação científica e matemática. Na educação matemática, o assunto ganhou projeção internacional quando, em 1997, Fauvel e Maanen (1999) publicaram o documento *The role of the history of mathematics in the teaching and learning of mathematics*, para o estudo da *International Commission on Mathematics Instruction (ICMI)*. Nele, algumas questões foram levantadas com o intuito de que os pesquisadores pudessem contribuir para a ampliação do papel da história da matemática. Esse estudo sobre as possibilidades do uso e do valor da história no ensino resultou em um amplo relatório, *History in mathematics education: the ICMI study*, e o tema passou a compor a agenda dos *International Congress in Mathematics Education (ICME)*.

Pensadores como Thomas Henry Huxley (1825-1895), na Inglaterra, Ernst Mach (1838-1916), na Alemanha e John Dewey (1859-1952), nos Estados Unidos, influenciaram Michael R. Matthews a se dedicar a como melhorar a educação científica.

Matthews, além de destacar o papel da educação científica para garantir que os alunos adquiram uma compreensão adequada da natureza da ciência (método científico, geração e verificação de hipótese, etc)²⁰⁵²⁰⁶, ressalta a importância de, junto com os conteúdos e métodos da ciência, haver discussões sobre sua história, filosofia, metodologia, sua interação com a cultura e a sociedade e suas relações com outras formas de conhecimento. Realmente, as teorias e as leis científicas não podem ser ensinadas pelo professor como se

²⁰⁵ Para indicar a natureza da ciência, nos EUA usa-se a sigla NOS (nature of science) e na Espanha, a sigla NdC.

²⁰⁶ Conhecer a natureza da ciência significa compreender seu funcionamento interno e externo; saber como ela é construída; os métodos utilizados para validar suas informações; seu vínculo com a tecnologia; suas relações com a sociedade e suas contribuições para a cultura e os valores implícitos ou explícitos nas atividades da comunidade científica (ACEVEDO et al., 2005).

fossem dogmas, nem como se os cientistas apenas com um estalar de dedos as elaborasse. O pensamento científico está intimamente ligado à evolução das idéias filosóficas, sociais, políticas, religiosas, ou seja, à própria cultura na qual ele foi concebido.

Matthews, na elaboração do novo currículo de ciência, propõe uma transição da posição positivista e reducionista, que predominou por longo tempo, para uma visão que considere as diversas faces que compõem o conhecimento científico, o que pressupõem uma discussão histórico-epistemológica para a compreensão de sua construção.

A inserção das disciplinas metacientíficas na educação científica tem suscitado a necessidade de práticas didático-pedagógica que a favoreçam. Do período transcorrido entre a instalação dos grandes projetos até hoje, tanto os objetivos da educação científica quanto as teorias educacionais e de aprendizagem que os embasam foram evoluindo e sofreram profundas mudanças. A CTS (ciência, tecnologia e sociedade), o multiculturalismo e o universalismo epistemológico são algumas das propostas de inovação que consideram, no ensino, os aspectos culturais e sociais. Segundo Acevedo et al., (2005), CTS é uma proposta educativa inovadora de alfabetização científico-tecnológica (Science and Technology Literacy, STL) para todos os cidadãos (Science and Technology for All, STA), com uma visão centrada na formação de atitudes, valores e normas de comportamento para a participação do cidadão na tomada de decisões democráticas, em uma sociedade impregnada de ciência e de tecnologia.

Segundo Bybee (1995, p. 29), “nós temos de ajudar os alunos a desenvolverem perspectivas de ciência e tecnologia que incluam a história das idéias científicas, a natureza da ciência e da tecnologia, e o papel da ciência e da tecnologia na vida pessoal e na sociedade”. Matthews (1994, p. 86) explica que a “Educação científica é enriquecida, e é mais fiel ao seu assunto, quando aspectos interessantes e complexos da interação entre a ciência e a filosofia podem ser transportados à sala de aula.”²⁰⁷

Nos últimos anos, diversos grupos de pesquisa têm produzido trabalhos sobre a relação entre a história e a educação matemática com o objetivo de investigar como empregar os conhecimentos da história da matemática em sala de aula de forma que possam contribuir para a formação humanística.

Diferentes aplicações da história da ciência no ensino têm sido sugeridas. Em uma rápida revisão bibliográfica, várias pesquisas, seja no âmbito internacional, seja no nacional, destacam a importância da história na educação científica.

²⁰⁷ Science education is enriched, and is more faithful to its subject, if aspects of the interesting and complex interplay of science and philosophy can be conveyed in the classroom.

A pesquisa voltada para a didática sobre o obstáculo epistemológico, encontrado na história e, de uma maneira transformada, no processo de aprendizagem dos alunos, ilustra como a história da matemática pode ser relevante para a psicologia da educação matemática.

O conceito de obstáculos epistemológicos, apresentado por Bachelard e que inspirou Guy Brousseau e outros pesquisadores, como Artigue, Cornu, Duroux, Glaeser e Sierpiska, tem sido importante nos trabalhos desenvolvidos na Educação Matemática.

Para Bachelard, os erros²⁰⁸ surgidos na construção da ciência e que foram omitidos ou desconhecidos pela história tradicional podem auxiliar a detectar os obstáculos epistemológicos surgidos ao longo da história da ciência. Segundo Brousseau (1983), para se prosseguir com a utilização do conceito de obstáculo, no contexto didático, é fundamental primeiramente identificá-lo na história da matemática. Depois, é preciso buscar analogias entre os obstáculos que a comunidade matemática enfrentou na história e as dificuldades dos alunos em relação a eles para poder apresentar situações pedagógicas para o seu enfrentamento.

A busca da existência de um paralelismo entre a construção histórica dos conceitos científicos e sua construção psicológica pelos alunos levou Piaget e Garcia (1987) a publicarem, em 1982, o livro *Psicogênese e história das ciências*. Esses autores questionam a idéia, debatida por alguns matemáticos e educadores matemáticos desde o tempo de Félix Klein e Loria (século XIX), de que existe um paralelismo entre o modo que a matemática evolui e o modo como o estudante aprende, como estabelece a lei biogenética defendida por Ernst Haeckel (1834-1919), para quem a “ontogenia recapitula a filogenia”.

Piaget e Garcia buscaram analisar se os mecanismos de passagem de um período histórico da evolução do pensamento matemático-físico ao seguinte são semelhantes aos da passagem de um estado genético para o posterior. Não de forma tão taxativa como acreditavam Piaget e Garcia, outros trabalhos também pressupõem a existência de semelhanças entre as concepções dos cientistas no passado e os modelos espontâneos dos alunos.

Baseado em Matthews (1994, p.50), Miguel (1997) e em outros pesquisadores, reelaboramos o esquema de Bonito (2007, p. 5), para mostrar as diferentes perspectivas e enfoques que têm sido atribuídos à história e à filosofia na educação científica:

²⁰⁸Para Brousseau (1983, p. 171): “O erro não é somente o efeito da ignorância, da incerteza, do azar como acreditam as teorias empiristas ou behavioristas da aprendizagem, mas sim, o efeito de um conhecimento anterior, que tinha seu interesse, seu sucesso, mas que, no momento se revela falso ou simplesmente inadequado. Os erros desse tipo não são vagos ou imprevisíveis, mas se constituem como obstáculos”.



Figura 26 – Esquema das diferentes perspectivas e enfoques atribuídos à história e à filosofia na educação científica elaborado pelo autor, baseado em Matthews (1994), Miguel (1997), Bonito (2007), entre outros pesquisadores.

Há diferentes posições sobre as perspectivas e enfoques para o uso da história e da filosofia no ensino. Alguns autores consideram que seu propósito é levar os alunos a entenderem melhor a ciência do que a própria história. Outros consideram que a história tem sido fonte para estimular a motivação dos alunos para fazer matemática.

O pesquisador Heilbron (2003²⁰⁹ apud GUEVARA et al., 2006, p. 1) defende a primeira perspectiva. Ele utilizou a expressão “history as sugar coating”²¹⁰ para rejeitar o uso corrente da história da ciência nos currículos, em sua conferência *History as a collaborator of Science*:

²⁰⁹ Fragmento da conferência proferida pelo historiador da ciência John Heilbron em novembro de 2003 no *Centre of Study of History of Sciences (CEHIC)* da Universidade Autônoma de Barcelona.

²¹⁰ História como uma camada de açúcar.

O material histórico deveria ter um lugar proeminente no ensino de Ciências; mas não para recordar o passado de si mesmo, ou de anedotas ou como uma camada de açúcar, mas porque, para alguns objetivos, a História pode ser a melhor maneira para ensinar Ciência.²¹¹

Segundo Heilbron (2002), grande parte da culpa de os professores de ciências não considerarem a história da ciência como parte significativa de seu trabalho pedagógico e de os livros didáticos não a contemplarem deve-se aos próprios autores dos livros didáticos, que se vêem forçados a atender a exigência do mercado, pois os seus próprios colegas consideram a história como um enfeite. Para Heilbron, os autores dos livros não se colocam em confronto com essas posições com receio de porem em risco a sua reputação e o seu trabalho. Ele apresenta exemplos de atividades que podem ser aproveitadas pelos livros e professores de ciência com intuito de modificar este quadro.

Segundo Grattan-Guinness (1973), a abordagem da história da matemática deveria estar nos conteúdos de todas as disciplinas de matemática em nível universitário e não em uma disciplina específica. Em relação à aplicação da história no ensino básico, defende que o uso da história é ineficiente, pois em vez de facilitar a aprendizagem a tornaria ainda mais complicada.

Realmente, seria importante que a história da matemática compusesse a ementa de cada uma das disciplinas do currículo, já que possibilitaria ampliar a visão dos futuros professores sobre o desenvolvimento histórico, filosófico e sociológico dos conteúdos que serão trabalhados em sala de aula. A proposta de Grattan-Guinness para o ensino superior pode parecer utópica, mas, a nosso ver, ao mudar a concepção dos futuros professores, poderemos transformá-la em realidade.

Fauvel (1991), ao contrário de Grattan-Guinness, defende o uso da história da matemática no ensino. Ele esclarece que há diferença entre ensinar a história no ensino e ensiná-la como um objeto de conhecimento. A simples participação em um curso de história não fornece ao professor os métodos e as técnicas de como usar a história da matemática com seus alunos. A preocupação de Fauvel é pertinente. Suas idéias devem ser colocadas em prática nos cursos de licenciaturas, pois o futuro professor, de posse do metac conhecimento, poderá buscar novas possibilidades para o uso da história no ensino.

O autor apresenta algumas dificuldades dos professores para a inserção da história em sala de aula. A primeira seria a falta de uma proposta de educação apropriada para integrar

²¹¹ Historical material should have a prominent place in the pedagogy of Science; but not to recall the past for itself, or for anecdotes or sugar coating, but because, for some purposes, History may be the best way to teach Science.

a história da matemática ao ensino, pois professores sem uma especialização suficiente em história teriam dificuldades em seu ensino. O segundo motivo estaria relacionado à dificuldade do professor em acessar os materiais com abordagem histórica para usá-los em sala de aula, além de não haver literatura disponível que o auxilie em como utilizar esses materiais ou que seu uso seja inapropriado a utilização didática. A terceira dificuldade estaria ligada às outras duas, é a falta de tempo. O professor levaria muito tempo para produzir material com assuntos históricos para utilizar em suas aulas.

Mendes e Fossa (1996, p. 205) destacam o interesse dos professores no uso da história da matemática como um recurso pedagógico, mas explicam que ainda “existe uma parcela expressiva de professores que só serão convencidos do seu valor pedagógico mediante a confecção de material eficaz incorporando um ponto de vista histórico”.

Diante do exposto, a pergunta de Furinghetti, “para o professor ou ao aluno é aconselhável ter conhecimento da história da matemática”, tem como resposta que é aconselhável adquirir conhecimentos sobre história, pois ela a ambos o metaconhecimento e a compreensão das relações entre a ciência e a atividade social, contribuindo para o diálogo da ciência com a cultura, ou seja, com a literatura, com a arte, com a história, com a religião.

A história das ciências propicia entender o papel das ciências no desenvolvimento da visão de mundo, da sociedade, como também o impacto da visão de mundo da sociedade sobre as ciências. Como diz D’Ambrosio (2004a, p. 172), ela possibilita a descrição do “conhecimento científico de outros tempos e de outras civilizações”; e o entendimento da “evolução do conhecimento humano, no qual a ciência se insere, assim como as artes, as religiões, os valores, os comportamentos, obviamente se relacionando e se influenciando mutuamente.”

Portanto a presença da história das ciências no currículo dos cursos de licenciaturas contribuirá para a formação do professor, dando-lhe uma visão diferente da ciência e de seu ensino e afastando-o da concepção reducionista. Ampliadas as dimensões metacientíficas, o futuro professor poderá trabalhar, com seus alunos, uma visão mais abrangente da construção da ciência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vivemos em uma sociedade do conhecimento, permeada de ciência e tecnologia, o que tem exigido pensar novas propostas para a educação, em geral, e para a educação científica, em particular. O exercício pleno da cidadania passa, hoje, pela capacidade dos cidadãos se envolverem em decisões sobre os rumos da sociedade, um desafio no qual compreender a prática científica e tecnológica se faz premente.

O papel dominante que a ciência e a matemática representam no mundo moderno tornou-se objeto de preocupação pública. A alfabetização científica, que até há pouco tempo era uma preocupação exclusiva da educação contemporânea, passou a compor o rol de objetivos a serem alcançados pelos governos na busca pelo acesso de todos os cidadãos ao conhecimento para o exercício pleno da cidadania.

As mudanças ocorridas na ciência têm levado a educação a transformar a sua estrutura curricular com intuito de formar alunos com espírito científico, para que possam agir, utilizando-se de um conhecimento diferente daquele adquirido no seu cotidiano. Entretanto, a demanda social atual aponta para uma formação humanística, mostrando a necessidade de se integrar a ciência às nossas crenças e valores. Para isso, somente formar alunos com espírito científico não é o suficiente.

A escola tem um papel primordial na consolidação dos valores que compõem o contexto das relações entre as pessoas, e os educadores têm procurado formar cidadãos críticos, autônomos e participativos. Na interação da ciência com a cultura, a educação científica tem uma função importante, possibilitando uma visão de mundo mais objetiva e responsável.

Nesse contexto, uma atenção crescente é dada a construção de um currículo que possa estimular debates sobre o conhecimento científico com o auxílio das disciplinas metacientíficas, como a História e a Filosofia, visando à formação de professores críticos, que provoquem, em seus alunos, o questionamento de aspectos da sociedade em que vivem.

A análise histórica pode auxiliar o professor a compreender a dinâmica da ciência e suas limitações, os caminhos percorridos pelos cientistas para fazê-la progredir, os pressupostos e princípios usados na construção de suas teorias, assim como a nossa herança cultural, a partir das relações da ciência com a religião, a arte e a filosofia.

As reformas da educação matemática (movimento da Matemática Moderna) e científica (formação de futuros cientistas e engenheiros), no ensino básico, mostram que a predominância do reducionismo científico e da abordagem tecnicista e o afastamento das dimensões metacientíficas não surtiram o resultado esperado, pelo contrário, causaram efeitos indesejáveis.

Além disso, a história das ciências, no âmbito formal e não-formal da educação científica, pode minimizar os efeitos causados pela especialização cada vez mais acentuada da ciência, o que a tornou um assunto apenas para especialistas. Mesmo sendo parte da cultura e da sociedade, a ciência passou a ser ignorada por uma grande parcela dos cidadãos, ampliando o número de analfabetos científicos e levando-os a um apego excessivo ao misticismo e ao fundamentalismo. A introdução de elementos da história pode contribuir para reintegrar a ciência às nossas concepções e possibilitar a aquisição de uma cultura científica sólida e vasta.

A aquisição de conhecimentos sobre a ciência e sua história influencia a educação científica, seja na formação de professores, seja no ensino-aprendizagem, pois os diferentes aspectos sob os quais as encaramos determinam os caminhos que serão seguidos. Vários argumentos mostram a importância das relações entre a história das ciências e a educação científica nos cursos de licenciatura. Entre eles, estão as possibilidades de equilibrar o tratamento técnico das idéias científicas, de revelar as concepções e dificuldades dos alunos em pensar a ciência e de desenvolver o metaconhecimento dos futuros professores sobre a ciência e seu ensino. O estudo da história da ciência pode ser considerado um dos pontos estratégicos para uma revolução curricular, mudando a crença de que, para se ensinar ciências, é preciso apenas que se aprenda o conteúdo e o método científico.

Se, antigamente, pensava-se que o problema do ensino poderia ser resolvido com a introdução do estudo dirigido, do ensino integrado, da instrução programada ou com a construção de laboratório, com a mudança do livro didático, não acreditamos que apenas a consolidação da história das ciências, na formação de professores, possa resolver todos os problemas do processo ensino-aprendizagem. Pensamos que, apesar das dificuldades encontradas para o seu desenvolvimento (ausência de bibliografia em língua portuguesa, natureza imprópria da literatura e falta de professor qualificado para ministrar a disciplina), não podemos permitir que o futuro professor não tenha conhecimento sobre a história da disciplina que ministrará. Isso não quer dizer que pretendemos substituir, na formação de professores, o curso de ciência pelo de história.

Apesar da ampliação do número de livros, congressos e sociedades que mostram a área de investigação e a disciplina de história das ciências consolidadas e apesar da sua

inserção nos currículos dos cursos de formação de professores ou nas práticas de ensino, a mudança na educação, como todo processo, tem ocorrido de forma lenta e progressiva.

O fato de o professor conhecer a história pode lhe abrir uma multiplicidade de aplicações no ensino. Mesmo sem crer que a ontogênese recapitula a filogênese, ele terá subsídios para identificar os erros e interpretar os obstáculos enfrentados pelos alunos. A contribuição da história não se resume a ser mais um dos recursos didáticos que ajudam o professor a melhorar suas aulas, favorecendo a aprendizagem dos alunos. A história é uma estratégia para se ampliar uma cultura e também, no sentido dado por Snow, para se aproximar a cultura humanística da científica.

É preciso destacar que as tarefas de um professor de matemática são distintas das de um pesquisador. Alguns deles, mesmo ministrando disciplinas em cursos de licenciaturas, mostram-se pouco interessados na história das ciências por a acharem inútil ou por sua própria concepção de ciência e de ensino-aprendizagem. Esta postura aparece nas universidades e, infelizmente, até nos cursos de licenciaturas, contribuindo para a equivocada dicotomia e hierarquia existentes entre ensino e pesquisa. Assim, um papel secundário é atribuído ao ensino, pouca importância é dada às dimensões culturais, sociais, econômicas, religiosas, éticas e metafísicas, e a formação de pesquisador é priorizada em detrimento da de educador, deixando de lado o que explica Cunha (2008, p. 18): “Mais do que conhecimentos advindos da racionalidade técnica, a profissão docente está imersa em dimensões éticas, tais como valores, senso comum, saberes cotidianos, julgamento prático, interesses sociais, etc.”

Neste trabalho, buscamos respostas para a seguinte questão: as informações sobre a relação entre a ciência e a religião, presentes na literatura de história da matemática disponível ao professor, contribuem para a formação do perfil do aluno-cidadão? Os argumentos analisados ao longo da pesquisa dão subsídios para considerarmos que os livros mais recomendados mostram essa relação de forma antagônica, maniqueísta e reducionista, ou seja, com um viés que não traz contribuições para a formação do aluno-cidadão.

Como o livro é uma das principais ferramentas utilizadas pelo professor ao preparar sua aula e como os alunos de graduação costumam utilizar os livros *História da matemática*, de Carl B. Boyer, e *Introdução à história da matemática*, de Howard Eves, analisamos como é tratada a relação entre a ciência e a religião e constatamos que o discurso desses materiais pedagógicos está impregnado da tendência historiográfica presentista, conhecida como *Whig*, que defende a *Tese do Conflito* entre a ciência e a religião.

Para contestar essa visão, utilizamos a *Tese Complexa*, que os historiadores empregam para mostrar que a relação entre a ciência e a religião é complexa e pode

apresentar-se de maneira harmoniosa, com independência ou em conflito. Essas posições podem se entrecruzar, embora a última seja mais a exceção do que a regra. Buscamos amparo também nos episódios que envolveram Leibniz, Newton, Galileu e Kepler, mostrando que a relação entre a ciência e a religião estava intrínseca em suas vidas, pois eles eram devotos a sua religião, mas, com suas descobertas científicas, contribuíram para a construção da ciência. Parece-nos que compreender a história da relação entre a ciência e a religião sob a visão não-*Whig* é importante para a formação do metachecimento dos professores sobre como as informações e os conceitos matemáticos foram construídos.

Percebemos que Boyer e Eves, ignorando os elementos ativos na sociedade e que estimularam o desenvolvimento da ciência, como foi o caso da religião, aproximaram-se da abordagem internalista da ciência. Seus livros mostram a ciência como modelo de racionalidade e sendo cumulativa e contínua, idéia que, segundo Schubring, é comum entre a maioria dos matemáticos. A história apresentada por esses autores contradiz as novas concepções da historiografia da ciência e da matemática, que concebem o desenvolvimento conceitual constituído de alterações entre períodos “normais” (os que aparecem nos livros) e períodos de “revolução”, como é defendido por Kuhn.

Boyer e Eves, ao tratarem superficialmente a relação entre a ciência e a religião, obscurecem uma parte importante do processo da ciência e passam a idéia de que, ao longo de sua construção, não ocorrem descontinuidade e revoluções (que fazem repensar parte das crenças já estabelecidas), nem hesitações, dúvidas e contradições foram enfrentadas pelos cientistas ao elaborarem suas teorias.

Os cursos de licenciatura devem preparar os professores para os desafios advindos das mudanças ocorridas na sociedade, contribuindo para a formação de alunos-cidadãos e, para isso, os livros de Boyer e Eves são insuficientes, pois não ampliam a visão de mundo, ajudam a perpetuar a imagem mítica da ciência e distorcem a história separando a ciência da religião.

As obras de Boyer e Eves, embora estejam entre as mais consultadas pelos professores dos cursos de licenciaturas em matemática, não apresentam características da historiografia atual. Por isso, defendemos a necessidade de uma releitura da história a partir da relação entre a ciência e a religião, ou seja, as referências bibliográficas oferecidas precisam ser “atualizadas”, para possibilitar ao futuro professor formar cidadãos.

A pesquisa mostrou a necessidade de uma interação entre quem investiga (educadores matemáticos, matemáticos, historiadores, entre outros) e quem aplica o resultado dessas investigações em sala de aula (professores do ensino básico). Elas também alertam, ao

futuro professor, para não encarar de forma simplista ou *Whig* os aspectos históricos presentes nos livros, didáticos ou não. É preciso buscar outras fontes e estabelecer comparações em relação ao assunto tratado. Uma história da ciência com conceitos equivocados pode reforçar o dogmatismo científico.

Pode parecer um atrevimento questionar obras tradicionais e de vasta utilização nos cursos de licenciatura, mas, afinal, o questionamento é um dos ensinamentos da própria ciência e, como afirma Lopes ao comentar a obra *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*, de Chassot, “[...] falar de ciências é também falar de história e de cultura de uma forma mais ampla. É discutir questões como cidadania, tecnologias, formação de professores, linguagem, história, política, saberes populares e escolares, religião”.

Se os pesquisadores que lerem esta pesquisa usarem lentes diferentes das que utilizamos em sua elaboração, por certo extrairão novas considerações, o que mostra que o assunto está longe de ser esgotado. Esperamos, contudo, que este estudo sirva para ampliar, no âmbito da educação matemática, a reflexão dos futuros historiadores, os professores em formação, sobre a temática que Schubring destacava como carente, qual seja: a relação entre a ciência e a religião.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. Tradução Alfredo Bosi. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ABRANTES, Paulo Cesar Coelho. Problemas metodológicos em historiografia da ciência. In: WALDOMIRO, J. (ed.). **Epistemologia e ensino de ciências**. Salvador: Arcadia/UCSAL, 2002, p. 51-91.

ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS. **A educação em ciências no Brasil**. Notícias da ABC. Edição n. 90, 18 de novembro de 2009. Disponível em: <http://www.abc.org.br/article.php3?id_article=513>. Acesso em: 18 nov. 2009.

ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 2, n. 2. p. 2003.

_____. et al. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005.

AIKENHEAD, Glen S. Toward a First Nations Cross-Cultural Science and Technology Curriculum. **Science Education**, 81, 217-238. 1997.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana M. **O que é história da ciência**. São Paulo: Brasiliense, 2004. (Coleção primeiros passos; 286)

ALLEN JR, John L. **Ratzinger's 1990 remarks on Galileo**. The National Catholic Reporter Publishing Company. publicado em 14 Jan. 2008. Disponível em: <<http://ncrcafe.org/node/1541>>. Acesso em: 01 fev. 2008.

ALLCHIN, D. Pseudohistory and pseudoscience. **Science & Education**, v. 13, n. 3, p. 179-195. 2004.

_____. **How not to teach history in science**. The Pantaneto Forum. 7. July 2002. Disponível em: <<http://www.pantaneto.co.uk/issue7/allchin.htm>>. Acesso em: 19 ago. 2009.

ALMEIDA, Carla; ESTEVES, Bernardo. Sem lugar para o criacionismo. **Ciência Hoje on line**, 2 jul. 2009. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/divulgacao-cientifica/sem-lugar-para-o-criacionismo/?searchterm=Sem%20lugar%20para%20o%20criacionismo>>. Acesso em: 17 set. 2009.

ANDERY, M. A. P. et al. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. Rio de Janeiro: Garamond; São Paulo: Educ. 2007.

ANGLIN, W. S. Matemática e história. Tradução: Carlos Roberto Vianna. **História & Educação Matemática**, v. 1, n. 1, p. 12-21, 2001. Revista da Sociedade Brasileira de História da Matemática.

ARANHA, M. L. A.; MARTINS, M. H. P. **Filosofando: introdução à filosofia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 1993.

ARGÜELLO, Carlos. A. A ciência popular. In: MASSARANI, Luisa; MOREIRA, Ildeu de Castro; BRITO, Fátima (orgs.). **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência/UFRJ. 2002. p. 205-206. (Série Terra Incógnita).

ARTIGAS, Mariano. **Ciencia, Razón y Fe**. Madrid: Libros Mundo Cristiano. 1985.

_____. **El diálogo ciencia-fe en la Encíclica “Fides et ratio”**. Anuario Filosófico, v. 32, n. 3, 1999. p. 611-639.

ASCHER, M.; ASCHER, R.. Ethnomathematics. Em Powell, A. B. & Frankenstein, M. (Eds.), **Ethnomathematics: challenging eurocentrism in mathematics education**. New York, NY: State University of New York Press, p. 25-50. 1997.

AUGUSTINE, Norman. What we don't know does hurt us how scientific illiteracy hobbles society. **Science**, v. 279. n. 5357. p. 1640 – 1641. March 1998.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Tradução Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BALDWIN, Molly; MASCAREÑO, Patrícia Pintado. Entrevista de Stanley Jaki. **Revista Atlántida**, p. 76-82. jan./mar. 1991. Disponível em: <<http://arvo.net/fe-y-ciencias/los-cientificos-y-la-filosofia/gmx-niv90-con10044.htm>>. Acesso em: 07 ago. 2007.

BARBOUR, Ian G. **Religion and science: historical and contemporary issues**. New York: HarperCollins, 1997.

_____. **Quando a ciência encontra a religião**. São Paulo: Cultrix, 2004.

_____. Science and religion, models and relations. In: HUYSSSTEEN, J. **Wentzel Vrede van**. (Ed.). *Encyclopedia of science and religion*. 2nd ed. New York: Macmillan Reference USA, 2003, p. 760-766.

BARROS, Carlos et al. **Manifiesto historia a debate**. Grupo Manifiesto Historia a Debate. Comunicação apresentada em 2 de junho de 2001 na “30th Annual Meeting of the International Society for the Comparative Study of Civilizations”. Campus of Newark, Rutgers University, New Jersey, USA. Disponível em: <http://h-debate.com/Spanish/manifiesto/idiomas_manf/manifiesto_had_pt.htm>. Acesso em 26 mai 2009.

BARTHOLO JR, Roberto S. Solidão e liberdade: notas sobre a contemporaneidade de Wilhelm von Humboldt. Capítulo 2. p. 43 a 60. In BURSZTYN, Marcel (org.). **Ciência, ética e sustentabilidade**. 2. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2001.

BELHOSTE, B. Pour une réévaluation du rôle de l’enseignement dans l’histoire des mathématiques. **Revue d’histoire des mathématiques**, Paris, v. 4, p. 289-304, 1998.

BERKMAN M. B; PACHECO J. S; PLUTZER, E. **Evolution and creationism in America's Classrooms: A National Portrait**. PLoS Biol 6(5): e124, 2008.

BIAGIOLI, Mario. **Galileu, cortesão: a prática da Ciência na cultura do absolutismo**. Portugal, Porto: Porto Editora, 2003.

BIANCHI, Maria Isabel Zanutto. **Uma reflexão sobre a presença da história da matemática nos livros didáticos**. 2006. 116 f. Dissertação de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2006.

BIZZO, Nélio. Formación de profesores de ciencias en Brasil: una cronología de improvisación. In: UNESCO. **Ciencia y ciudadanía: seminario internacional ciencia de calidad para todos**. Brasília: UNESCO, MCT, MEC, 2006.

BLACKWELL, Richard J. Galileo Galilei. In: FERNGREN, Gary B. (Ed.). **The history of science and religion in the western tradition: an encyclopedia**. New York: Garland Publishing, 2000, p. 85-89.

BONITO, Jorge. **Da nova filosofia da ciência ao ensino da ciência**. Capítulo em Livro de Homenagem ao Professor Manuel Patrício, publicado pela Universidade de Évora. No prelo. 2007. Disponível em: <http://dspace.uevora.pt/otoc/bitstream/10174/1334/1/Bonito_08.pdf>. Acesso em: 29 ago. 2009.

BORGES, Marcos F. **O conhecimento científico e o conhecimento cotidiano**: relações com a educação matemática. 2002. 170 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2002.

BOTTAZINI, Umberto. Italy. In: DAUBEN, J. W.; SCRIBA, C. J. **Writing the history of mathematics**: its historical development. Basel; Boston; Berlin: Birkhauser Verlag, 2002, p. 62.

BOYER, Carl B. **História da matemática**. 2.ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda., 2002.

BRASIL. **Parecer nº 1.302/2001 do Conselho Nacional de Educação**. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura. Brasília, DF, 06 nov. 2001.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Programa Nacional do Livro didático**. Brasília: MEC, 2010. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12391:pnld&catid=318:pnld&Itemid=668>. Acesso: 18 out. 2009.

BRECHT, Bertolt. Vida de Galileu. In: **Teatro completo em 12 volumes**. RJ: Paz e Terra, 1991. p. 51 - 170.

BROOKE, John Hedley. **Ciência e religião: algumas perspectivas históricas**. Porto: Porto Editora, 2003.

_____. Science and religion, history of Field. In: HUYSSTEEN, J. **Wentzel Vrede van**. (Ed.). Encyclopedia of science and religion. 2nd ed. New York: Macmillan Reference USA, 2003. p. 748-755.

BROUSSEAU G. Les obstacles épistémologiques et les problèmes em mathématiques **Recherches en didactique des mathématique**, v. 4, n. 2, Grenoble: La pensée sauvage, 1983.

BURKE, Peter. **Uma história social do conhecimento: de Gutenberg a Diderot**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

BYBEE, R. W. **Achieving scientific literacy**. The science teacher, v. 62, n. 7, p. 28-33. Arlington: United States, oct., 1995.

CACHAPUZ, António et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAJORI, Florian. **Uma história da matemática**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2007.

CALVÉS, José Alsina. Pedro Laín Entralgo y la historia de la medicina en España. **Revista El Catoblepas**. n. 89, p. 12-34, julio. 2009.

CARVALHO E SILVA, Jaime. **A história da matemática e o ensino da matemática**. Portugal, 1995. Disponível em: <<http://www.mat.uc.pt/~jaimecs/pessoal/histmatprogr1.html>>. Acesso em: 29 nov. 2009.

CAMPOS, Dilhermando Ferreira. **Debates na historiografia da matemática e a história do surgimento do cálculo infinitesimal segundo Carl Boyer**. 2006. 113p. Dissertação (Mestrado em História) - Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

CARAÇA, Bento de Jesus. **Conceitos Fundamentais da Matemática**. Lisboa: Ed. Lisboa, 1951.

CASPAR, Max. **Kepler**. New York: Dover Publications, 1993.

CATANI, Denice Barbara, BUENO, Belmira; SOUSA, Cyntia. O amor dos começos: por uma história das relações com a escola. **Cadernos de Pesquisa**. n. 111, p. 151-171, dez. 2000.

CHARPAK, Georges; BROCH, Henri. **Feiticeiros e cientistas**. O oculto desmascarado pela ciência. Tradução Isabel Pedrome. Portugal, Lisboa: Gradiva. 2002.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2006. 438 p.

CHAUÍ, Marilena. **Convite à filosofia**. São Paulo: Editora Ática, 2000.

COHEN, Bernard; WESTFALL, Richard S. **Newton**: textos, antecedente, comentários. Tradução Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto: EDUERJ. 2002.

COSTA, Manuel Amoroso. **As idéias fundamentais da matemática e outros ensaios**. 3.ed. São Paulo: Convívio, 1981. (Biblioteca do pensamento brasileiro: Textos 4)

CROWE, Michael J. **Dez "leis" relativas aos modelos de mudança na história da matemática**. Traduzido por Marcelo Papini. *Historia Mathematica* 2. [S.I.]: p. 161-166, 1975. Disponível em: <<http://www.mat036.ufba.br/crowe.pdf>>. Acesso 9 abr. 2006.

CUNHA, Maria Isabel. Inovações pedagógicas: o desafio da reconfiguração de saberes na docência universitária. **Caderno Pedagógico Universitária**. Pró-Reitoria de Graduação, USP, 2008.

DAUBEN, Joseph Warren; SCRIBA, Christoph J. **Writing the history of mathematics: its historical development**. Basel; Boston; Berlin: Birkhauser Verlag, 2002.

DAVIS, Philip J.; HERSH, Reuben. **A experiência matemática**. Tradução João Bosco Pitombeira. Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves, 1985.

_____. Reflections on writing the history of mathematics. In ALBERS, Donald J; ALEXANDERSON, Gerald. L. **Mathematical people: profiles and interviews**. 2nd ed Wellesley, MA: A. K. Peters, Ltd., 2008.

DAWKINS, Richard. **Deus, um delírio**. São Paulo: Companhia das Letras. 2007

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática. **Revista Nova Escola**. São Paulo: Victor Civita. n. 68, p. 10-17, 1993.

_____. **Uma historiografia para a matemática na América latina**. X Conferencia Interamericana de Educação Matemática, Maldonado, Uruguai, 8 a 13 de agosto de 1999a (mesa redonda sobre História da Matemática). Disponível em: <<http://vello.sites.uol.com.br/uruguai.htm>>. Acesso em: 27 out. 2009.

_____. A história da matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na Educação Matemática. In: BICUDO, Maria A. V.; BORBA Marcelo de C. (orgs). **Pesquisa em educação matemática: concepções & perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999b. p. 97-115.

D'AMBROSIO, Ubiratan. A interface entre história e matemática: uma visão histórico-pedagógica. In: FOSSA, John A. (org.). **Facetas do diamante**: ensaios sobre educação matemática e história da matemática. Rio Claro, SP: Editora da SBHMAT, 2000.

_____. **Etnomatemática**. Elo entre as tradições e a modernidade. 2.ed. Belo Horizonte: Autêntica, 110 p. 2002. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

_____. Tendências historiográficas na história da ciência. In ALFONSO-GOLDFARB, Ana M.; BELTRAN, Maria Helena R. (orgs.). **Escrevendo a história da ciência**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC/Livraria da Física/Fapesp, 2004a. p. 165-200.

_____ et. al. A educação matemática: breve histórico, ações implementadas e questões sobre sua disciplinarização. **Revista Brasileira de Educação**. Anped. n. 27. p. 70-92. set/out/nov/dez, 2004b.

_____. Um enfoque transdisciplinar à educação e à historia da matemática. In BICUDO, Maria A. V.; BORBA Marcelo de C. (orgs.). **Educação Matemática**: pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2005. p. 13-29.

_____. **O CIAEM/comité interamericano de educação matemática**: uma reflexão sobre sua história e seu futuro atos de pesquisa em educação. PPGE/ME FURB. v. 1, n. 3, p. 228-239, set./dez. 2006.

_____. **O cotidiano como fonte de História da Ciência**. In: II Jornada de História da Ciência e Ensino: propostas, tendências e construção de interfaces. São Paulo PUCSP - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, 23 a 25 jul. 2009.

DEBUS, Allen G. **O homem e a natureza no renascimento**. Porto, Portugal: Porto Editora Ltda, 2002. (Coleção História e Filosofia da Ciência).

_____. Ciência e história: o nascimento de uma nova área. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs.). **Escrevendo a história da ciência**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004. p. 13-39.

DENZINGER, Enrique. **El magisterio de la Iglesia**: manual de los simbolos, definiciones y declaraciones de la iglesia en materia de fe y costumbres. Tradução Daniel Ruiz Bueno. Barcelona: Editorial Herder. 1963.

DUARTE, Maria da Conceição. A história da ciência na prática dos professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**. v. 10, n. 03, p. 317-331, 2004.

DURANT, John R.; EVANS, Geoffrey; THOMAS, Geoffrey P. **The Public Understanding of Science**. *Nature*. v. 340, p. 11–14, 06 jul. 1989.

DUSCHL, Richard A. Using and abusing: relating history of science to learning and teaching science. Invited paper for presentation at the British Society for the History of Science (BSHS)/Royal Society conference on “Science Communication, Education and the History of Science”, London, England, 12-13, July. 2000.

_____. Science education and philosophy of science: Twenty-five years of mutually exclusive development. **School Science and Mathematics**, 85(7), 541- 555, 1985.

DYNNIKOV, Circe Mary S. da S. Bibliografia comentada em História da Matemática. **Cadernos CEDES**, n. 40, p. 81-96, 1996.

EL-HANI, Charbel Niño; SEPÚLVEDA, Claudia. Referenciais teórico e subsídios metodológicos para a pesquisa sobre as relações entre educação científica e cultura. In: SANTOS, Flávia M T.; GRECA, Ileana M. (org.) **A pesquisa em ensino de ciência no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006. p. 161-212.

EPSTEIN, Isaac. **Criação e evolução**. 2004. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/200407/reportagens/15.shtml#voltar9>>. Acesso em: 10 out. 2008.

EUROPEAN COMMISSION. **Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe**. Belgium: Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2007. 22 p. Disponível em: <http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf>. Acesso em: 05 may 2009.

EVES, Howard. **Introdução à história da matemática**. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2004.

FÁBREGAS, María. Hawking: la ciencia no deja mucho espacio para Dios. ElPaís.com, Santiago de Compostela, 25 set. 2008. Disponível em: <http://www.elpais.com/articulo/sociedad/Hawking/ciencia/deja/mucho/espacio/Dios/elpepisoc/20080925elpepisoc_4/Tes>. Acesso em: 29 set. 2008.

FAUVEL, John. Using history in mathematics education. **For the learning of Mathematics**, v.11, n.2, p. 3-6, jun. 1991.

FÉ e religião conciliadas. **Revista Pesquisa Fapesp**. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, mar. 2000, n. 51, p. 17.

FERREIRA, Aurélio B de H. **Novo Aurélio século XXI**: o dicionário da língua portuguesa. 3ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.

FERNGREN, Gary B. (Ed.). **The history of science and religion in the western tradition**: an encyclopedia. New York; London: Garland Publishing, 2000.

_____. **Science and religion**: a historical introduction. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press, 2002. 401p.

FIELD. J. V. **Johannes Kepler**. MacTutor History of Mathematics. Disponível em: <<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Kepler.html>>. London, 1999?. Acesso em: 07 nov. 2007.

_____. **Quotations by Johannes Kepler**. MacTutor History of Mathematics. London, 2003. Disponível em: <<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Quotations/Kepler.html>>. Acesso em: 07 nov. 2007.

FINOCCHIARO, Maurice A. Science, religion, and the historiography of the Galileo affair: On the Undesirability of Oversimplification. **JSTOR**. Osiris, 2nd Series, v. 16, Science in Theistic Contexts: Cognitive Dimensions. 2001. p. 114-132. Disponível em: <<http://links.jstor.org/sici?sici=0369-7827%282001%292%3A16%3C114%3ASRATHO%3E2.0.CO%3B2-R>>. Acesso em: 30 jan. 2008.

_____. **Four lectures on galileo**. [200-?]. Disponível em: <<http://www.unigre.it/cssf/en/license/handouts%20and%20papers/Finocchiaro.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2007.

FIORENTINI, D.; CASTRO, F. C. Tornando-se professor de Matemática: O caso de Allan em Prática de Ensino e Estágio Supervisionado. In: FIORENTINI, D. (org.) **Formação de professores de Matemática: Explorando novos caminhos com outros olhares**. Campinas: Mercado de Letras, 2003, p. 121-156.

FOUREZ, Gerard. **A construção das ciências**: introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo: Editora Unesp. 1995. 319 p.

FOUREZ, Gerard. Crise no ensino de ciências? **Revista Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v.8, n.2, ago. 2003. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2006. p. 43-57.

_____. Science teaching and the STL movement: a socio-historical view. In: JENKINS, E. (Ed.). **Innovations in science and technology education**, v. VI. Paris: Unesco publishing, 1997.

FURINGHETTI, F. **History and mathematics education**: a look around the world with particular reference to Italy. 1997. Disponível em: <www.icme-organisers.dk/tsg17/#papers>. Acesso em: 04 out. 2007.

GADOTTI, Moacir. **Perspectivas atuais da educação**. São Paulo: Perspectiva, v. 14, n. 2, June 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 04 set. 2009.

GALILEI, Galileu. [1623] **O ensaiador**. São Paulo: Nova Cultural Ltda., 1999 (Coleção Os Pensadores).

_____. **Ciência e fé**. Tradução Carlos Arthur R. do Nascimento. São Paulo: Nova Stella Editorial, 1988. 112p.

_____. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano**. Tradução, introdução e notas de Pablo Rubén Mariconda. 2. ed. São Paulo: Discurso Editorial/Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004.

GAUCH JUNIOR, Huch G. Science, worldviews, and education. **Science & Education**. v.18, p. 667-695, 2009.

GAVROGLU, Kostas. **O passado das ciências como história**. Porto, Portugal: Porto Editora, Lda., 2007.

GEYMONAT, Ludovico. **Galileu Galilei**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997, 348p.

GIL-PÉREZ, Daniel; CARVALHO, Anna Maria Pessoa. **Formação de professores de ciências**: tendências e inovações. 8. ed. São Paulo: Cortez, v. 26, 2006 (Coleção Questões da Nossa Época).

GIL-PÉREZ, Daniel; VILCHES, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42, p. 31-53, 2006.

GILLIES, Donald. **Revolutions in mathematics**. Oxford: Clarendon Press, 1992.

GINGRAS, Yves; KEATING, Peter e LIMOGE, Camille. **Do escriba ao sábio**. Os detentores do saber da antiguidade à revolução industrial. Porto, Portugal: Porto Editora Ltda., 2007.

GLEISER, Marcelo. **A dança do universo**: dos mitos de criação ao big bang. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

GOMES, Maria Laura Magalhães. **Quatro visões iluministas sobre a educação matemática**: Diderot, D'Alembert, Condillac e Condorcet. 2003. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, SP., 2003.

GOULD, Stephen Jay. **Non Over-lapping Magisteria**. *Skeptical Inquirer*. p. 55-61. July/August. 1999.

_____. **Pilares do tempo**. Ciência e religião na plenitude da vida. Rio de Janeiro, Rocco, 2002.

_____. **O Milênio em Questão**: Um Guia Racionalista para uma Contagem Precisamente Arbitrária. São Paulo: Companhia das Letras, 1999a.

_____. **A Falsa Medida do Homem**. São Paulo: Martins Fontes, 1999b.

GRATTAN-GUINNESS, I. **Not from nowhere**: history and philosophy behind mathematical education. *J. Math Educ. Technol.* 4: p. 421-453, 1973.

GUEVARA et al. **Teaching mathematics through history**: some trigonometric concepts the global and the local. In: KOKOWSKI, M (Ed.). *The History of Science and the Cultural Integration of Europe*. Proceedings of the 2nd ICESHS, Cracow, Poland, September 6–9, 2006.

GUZMÁN, Miguel. **Origin and Evolution of Mathematical Theories**: Implications for Mathematical Education. *Newsletter of the International Study Group on the History and Pedagogy of Mathematics*, n. 8, p. 2-3. March. 1993. Disponível em: <<http://www.math.nmsu.edu/~history/guzman.html#tthFtNtAAB>>. Acesso em: 07 dez. 2008.

HALE, John et al. A fonte do poder, no oráculo de Delfos. **Revista Scientific American Brasil**. Duetto Editorial. 16. ed. set. 2003.

HAWKING, Stephen W. **Breve História do Tempo**. Lisboa, Portugal: Gradiva Publicações Ltda, 1994.

_____; MLODINOW, Leonard. **Uma nova história do tempo**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2005.

HELLMAN, Hal. **Grandes debates da ciência**: dez das maiores contendas de todo os tempos. Tradução de José Oscar de Almeida Marques. SP: Editora da Unesp, 1999. p. 20-39.

HEILBRON, J.L. History in science education, with cautionary Tales about the agreement of measurement and theory. Netherlands: Kluwer Academic Publishers. **Science & Education**. v. 11. p. 321–331, 2002.

HESS, Peter M. J. Os dois livros de Deus: a revelação especial e a ciência natural no Ocidente cristão. In PETERS, Ted; BENNETT, Gaymon (orgs). **Construindo pontes entre a ciência e a religião**. São Paulo: Edições Loyola: Editora UNESP, 2003, p. 163-183.

HODGKIN, Luke. **A history of mathematics**: from Mesopotamia to modernity. New York: Oxford University Press, 2005.

HOLTON, Gerald. **A imaginação científica**. Rio de Janeiro: Zahar Editores S.A., 1979.

_____. What historians of science and science educators can do for one another? **Revista Science & Education**, v. 12, n. 7, p. 603-616, Oct. 2003.

HOOYKAAS, R.. **A religião e o desenvolvimento da ciência moderna**. Brasília: Editora da Universidade de Brasília, 1988. 196p.

HORNBY, A. S. Oxford advanced learner's dictionary of current english. 7th. New York: Oxford University Press, 2007.

HOUAISS, antônio; VILLAR, Mauro Salles. **Dicionário Houaiss da lingua portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Objetiva. 2001.

HUYSSTEEN, J . Wentzel Vrede van. (Ed.). **Encyclopedia of science and religion**. 2nd ed. New York: Macmillan Reference USA., 2003.

ISRAEL, Giorgio. **When Ratzinger defended Galileo at “La Sapienza”**. 2008: Disponível em: <<http://www.catholiceducation.org/articles/persecution/pch0170.htm>>. Acesso em: 01 fev. 2008.

JAKI, Stanley. **Ciencia, fe y cultura**. Madrid: Ediciones Palabra. 1990.

JESUÍTA recebe prêmio da maior associação de astronomia do mundo. Entrevista de George Coyne à Folha de S. Paulo, 14 jun. 2009. **Revista do Instituto Humanitas Unisinos on-line**. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/index.php?option=com_noticias&Itemid=18&task=detalhe&id=23080>. Acesso em: 22 set. 2009.

JENKINS, Alan; HEALEY, Mick. **Institutional strategies to link teaching and research**. The Higher Education Academy. York Science Park. Heslington. United Kingdom. Oct. 2005.

JOHNSTON, George Sim. **The Galileo affair**. Princeton, NJ: Scepter Press, [199-?]. Disponível em: <<http://www.catholiceducation.org/articles/history/world/wh0005.html#>>. Acesso em: 30 jan. 2008.

KENNY, Antony John Patrick. **Faith and reason**. New York: Columbia University Press, 1983.

KERR, Clark. **Os usos da universidade**. Tradução de Débora Cândida Dias Soares. Fortaleza, CE: Edições Universidade Federal do Ceará, 1982.

KILPATRICK, Jeremy. Five lessons from the new math era. **Symposium reflecting on Sputnik**: linking the past, present, and future of educational reform. National Academy of Sciences. Washington. October 4, 1997. Disponível em: <<http://www.nationalacademies.org/sputnik/kilpatin.htm>>. Acesso em: 11 maio 2007.

KILPATRICK, Jeremy. Fincando estacas: uma tentativa de demarcar a Educação Matemática como campo profissional e científico. Campinas, SP: **Zetetiké**, v. 4, n. 5, p. 99-120. 1996.

KLINE, Morris. **El pensamiento matemático de la antigüedad a nuestros días, III**. Versión española de: Alejandro Garciadiego, Mariano Martínez. Madrid, Espanha: Alianza Editorial, S.A., 1972a.

KLINE, Morris. **Mathematical thought from ancient to modern times**. v. III. New York: Oxford University Press, 1972b.

_____. **Matemáticas**: La pérdida de la certidumbre. Madrid: Ed. Siglo XX, 1994.

_____. **Mathematics in western culture**. New York: Oxford University Press, 1953.

_____. **Why the professor can't teach**: mathematics and the Dilemma of University Education. 2000. Disponível em: <<http://www.marcolearningsystems.com/pages/kline/prof/profchap2.html>>. Acesso em: 15 maio 2008.

_____. et al. On the mathematics curriculum of the high school. **The Mathematics Teacher**. 1962. Disponível em: <Disponível em <http://michel.delord.free.fr/kline62.html>>. Acesso em: 10 ago. 2008.

KOESTLER, Arthur. **O homem e o universo**: como a concepção do Universo se modificou através dos tempos. São Paulo: IBRASA, 1989.

KOLIOPOULOS, Dimitris A. The 4th Hellenic Conference on the History and Philosophy of Science and Science Teaching “The Cultural Component of Science in Education”: Introduction. **Science & Education**. v. 18, n. 9, p. 1101-1103. sept. 2009.

KOYRÉ, Alexandre. **Do mundo fechado ao universo infinito**. 4. ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

_____. **Estudos de história do pensamento científico**. Rio de Janeiro: Editora Forense Universitária; Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1982. (Coleção Campo teórico).

KOZHAMTHADAM, Job. **The discovery of Kepler's laws**: the interaction of science, philosophy, and religion. Indiana: University of Notre Dame Press, 1994.

KRAGH, Helge. **Introdução à historiografia da ciência**. Portugal: Porto Editora, 2001.

KRASILCHIK, Myriam. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em aberto**, Brasília, ano 11, n. 55, p. 03-08, jul./set. 1992.

_____; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

KNIGHT, David. Trabalhando à luz de duas culturas. In: DEBUS, Allen G. et al. (orgs). **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004. p. 147-163.

KNORR, Wilbur R. The impact of modern mathematics on ancient mathematics. **Revue d'histoire des mathématiques**, v. 7, p. 121–135, 2001.

KUHN, Thomas S. **A tensão essencial**. Tradução Rui Pacheco. Lisboa: Edições 70, 1977.

_____. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 2000, 257 p. (Coleção debates).

_____. **A revolução copernicana: A astronomia planetária no desenvolvimento do pensamento ocidental**. Lisboa: Edições 70, 1957.

KOZHAMTHADAM, Job. **The discovery of Kepler's laws: the interaction of science, philosophy, and religion**. Indiana: University of Notre Dame Press, 1994.

LAKATOS, Imre. **História da ciência e suas reconstruções racionais**. Tradução de Emília Picado Tavares Marinho Mendes. Lisboa: Edições 70, 1978a.

_____. **A lógica do descobrimento matemático**. Provas e refutações. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1978b.

LEDERMAN, N. G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v. 29, n.4, p. 331-359, 1992.

LEIBNIZ, Gottfried Wilhelm. **Novos ensaios sobre o entendimento humano**. São Paulo: Nova Cultural, 1998. 330p. (Os pensadores).

LINDBERG, David C. Medieval science and religion. In: FERNGREN, Gary B. (Ed.). **The history of science and religion in the western tradition: an encyclopedia**. New York: Garland Publishing, 2000, p. 259-267.

_____; NUMBERS, Ronald L. Beyond war and peace: a reappraisal of the encounter between christianity and science. **Perspectives on Science and Christian Faith**. v. 39, n. 3, p. 140-149. Set. 1987.

LOCKWOOD, Robert P. **Galileo and the Catholic Church**. p. 1-10, 2000. Disponível em: <<http://www.catholicleague.org/research/galileo.html>>. Acesso em: 1 mar. 2007.

LOKAN, Jan; GREENWOOD, Lisa; CRESSWELL, John. **15-up and counting, reading, writing, reasoning: how literate are australian students?: the PISA 2000 survey of students' reading, mathematical and scientific literacy skills**. Melbourne: Australian Council for Educational Research. 2001.

LOPES, A. R. C. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999. 236 p.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio, pesquisa em educação em ciências**. v. 3, n. 1, jun. 2001.

MACHADO, Nilson José. **Ensaaios transversais: cidadania e educação**. São Paulo: Escrituras Editora, 1997.

MACHADO, Cristina. Da Babilônia à internet: uma breve história da astrologia. **Revista eletrônica Constelar: Um olhar brasileiro em Astrologia**, Edição 76, 2004. Disponível em: <<http://www.constelar.com.br/revista/edicao76/historia4.php>>. Acesso em: 26 mar. 2007.

MALDANER, Otavio Aloisio; ZANON, Lenir Basso; AUTH, Milton Antonio. Pesquisa sobre educação em ciências e formação de professores. In: SANTOS, Flávia M. Teixeira; GRECA, Maria I. (orgs). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí. 2006. p 48-88.

MARCOVITCH, Jacques. O desafio do ensino de ciências. In: HAMBURGER, Ernst W.; MATOS, Cauê. (orgs) **O desafio de ensinar ciências no século XXI**. São Paulo: Edusp: Estação Ciência; Brasília: CNPq., 2000.

MARCUM, James A. Explorando as fronteiras racionais entre as ciências naturais e a teologia cristã. Tradução de Michelle M. Veronese e Karen A. Arriagada Valdivia. **Revista de Estudos da Religião**, PUC-São Paulo, v. 1, n. 2, p. 34-58, 2003.

MARICONDA, Pablo R. Introdução: o diálogo e a condenação. In: GALILEI, Galileu. **Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo ptolomaico e copernicano**. 2. ed. São Paulo: Discurso Editorial/Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004, p. 15-70.

MARTINS, Roberto de Andrade. Abordagens, métodos e historiografia na história da ciência. In: MARTINS, Ângela Maria (Ed.). **O tempo e o cotidiano na história**. São Paulo: Fundação para o Desenvolvimento da Educação, 1993, p. 73-78. (Série Idéias, 18).

_____. Que tipo de história da ciência esperamos ter nas próximas décadas? **Revista Episteme**. Porto Alegre, n. 10, p. 39-56, jan./jun. 2000.

_____. História e história da ciência: encontros e desencontros. In: **Actas do 1º Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência e da Técnica**. Évora: Universidade de Évora, p. 11-45. 2001.

_____. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos na obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, Ana M. e BELTRAN, Maria Helena R. (orgs.). **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC/Livraria da Física/Fapesp., 2004, p. 115-147.

MARTÍN-DIAZ, M. J. Enseñanza de las ciencias ¿Para qué? **Revista electrónica de Enseñanza de las ciencias**. v.1, n.2, 2002.

MATTHEWS, Michael R. **History, philosophy, and science teaching: selected readings**. Canada: The Ontario Institute for Studies in Education, 1991.

_____. **Science teaching: the role of history and philosophy of science**. New York: Routledge. 1994.

_____. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, Florianópolis, n. 3, p. 164–214, 1995.

_____. Editorial. **Science & Education**. n.6, p. 323-329, 1997.

MASSONI, Neusa Teresinha; MOREIRA, Marco Antonio. O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de história e epistemologia da física para futuros professores de física. **Investigações em ensino de ciências**, revista eletrônica if/ufrgs, v. 12(1), p. 7-54, 2007.

MENDES, I. A., FOSSA, J. A. Conceptions and attitudes of mathematics teachers towards the history of mathematics as a pedagogical device. In: LAGARTO, M. J., VIEIRA, A., VELOSO, E. (orgs.). **História e Educação Matemática**. Braga, Portugal: Associação de Professores de Matemática da Universidade do Minho, 1996. Actas, v. 2. p. 198 - 205.

MERCHANT, Carol. **Radical ecology**. New York : Routledge, Cahapman & Hall Inc. 1992.

MIGUEL, Antonio. As potencialidades pedagógicas da história da matemática em questão: argumentos reforçadores e questionadores. **Revista Zetetiké**. CEMPEM-FE/Unicamp. v. 5 n. 8. p. 73-105. jul. - dez., 1997.

_____. História, filosofia e sociologia da educação matemática na formação do professor: um programa de pesquisa. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 137-152, jan./abr. 2005.

_____; BRITO, Arlete de Jesus. A história da matemática na formação do professor de matemática. In: NOBRE, Sérgio. (Ed.). **Proceedings of the Meeting of the International Study Group on Relations Between History and Pedagogy of Mathematics HPM**. 2nd ed. Blumenau, Brazil: UNESP, 25-27 July. 1994.

MILLAR, R. Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos. **Ensaio**, v.5, n.2, out. 2003.

MILLER, John D. Scientific literacy: a conceptual and empirical review. The MIT Press on behalf of American Academy of Arts & Sciences. **JSTOR**. Daedalus, v. 112, n. 2, Scientific Literacy. p. 29-48, 1983.

MORIN, Edgar. **Los siete saberes necesarios para la educación del futuro**. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Paris, Francia, 1999.

_____. **Da necessidade de um pensamento complexo**. Para navegar no século XXI - Tecnologias do Imaginário e Cibercultura. Tradução Juremir Machado da Silva. Porto Alegre: Sulina/Edipucrs, 2000. Disponível em <<http://geccom.incubadora.fapesp.br/portal/tarefas/projetos-em-multimeios-i-e-ii-puc-sp/textos-uteis/pensamentocomplexo.pdf>>. Acesso em: 14 out. 2008.

NAKONESHNY, Steve. The complexity of Newton. 2007. Disponível em: <<http://academy.galilean-library.org/showthread.php?t=6361>>. Acesso em: 20 set. 2009.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. National Committee on Science Education Standards and Assessment, National Research Council. **National Science Education Standards**. Washington, DC: National Academy Press, 1996. Disponível em: <<http://www.nap.edu/catalog/4962.html>>. Acesso em: 4 nov. 2008.

NEGUS, Kenneth G. **La astrología de Kepler**. 1987. Traduzido para o espanhol por Ana Stellino. Disponível em: <<http://cura.free.fr/docum/15kep-es.html>>. Acesso em: 28 mar. 2008

NEWALL, Paul. [2005] **Galileo and the Bible**. Disponível em: <<http://www.galilean-library.org/bible.html>>. Acesso em: 20 abr. 2007.

NORTON III, Anderson. **Mathematicians' religious affiliations and professional practices**: the case of Joseph. Spring. The Mathematics Educator. v. 12, n. 1, 2002.

NOGUEIRA, Pablo. A ciência da criação. **Revista Galileu**. Editora Globo, n. 143. p. 100-105. jun. 2003.

OLSON, RICHARD G. **Science and religion**, 1450-1900: from Copernicus to Darwin. Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2006.

O'CONNOR, J. J; ROBERTSON, E. F. **Raymond Louis Wilder**. MacTutor History of Mathematics. Disponível em: <<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Wilder.html>>. 2005. Acesso em: 16 out. 2009.

_____. **Christianity and the mathematical sciences**: the heliocentric hypothesis. February, 2002. Disponível em: <<http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/HistTopics/Heliocentric.html>>. Acesso em: 26 jun. 2007.

OTTE, Michael. **O formal, o social e o subjetivo**: uma introdução à filosofia e à didática da matemática. São Paulo: Editora da UNESP, 1993. 324 p.

_____. Mathematical history, philosophy and education. Educational Studies in Mathematics. Springer. n. 66. p. 243-255, 2007.

_____; SEEGER, Falk. The human subject in mathematics education and in the history of mathematics. In: BIEHLER, Rolf et al. (Ed.). **Didactic of mathematics as a scientific discipline**. Dordrecht/London/Boston: Kluwer Academic Publishers. 1994, p. 350-365.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da matemática**: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte, MG: Autêntica, 2001. 128p. (Coleção Tendências em Educação Matemática)

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (Ensino médio). Ministério da Educação. Secretaria da Educação básica. 3. ed. Brasília, DF: A Secretaria, 2000.

PAULA E SILVA, Evando Mirra. **Ardente paciência: Itinerário/Construção da Universidade em sua relação com a sociedade.** VI Congresso Ibero-americano de Extensão Universitária Universidade e Sociedade. São Paulo, 15 nov. 2001. Disponível em: <http://www.educor.desenvolvimento.gov.br/arquivos/ardentepac.htm>>. Acesso em: 30 set. 2008.

PAULO II, João. **Discurso do papa João Paulo II à pontifícia academia das ciências por ocasião do primeiro centenário do nascimento de Albert Einstein.** 10 nov. 1979. Disponível em: http://www.vatican.va/holy_father/john_paul_ii/speeches/1979/november/documents/hf_jp-ii_spe_19791110_einstein_po.html>. Acesso em: 14 mar. 2007.

_____. **Fides et ratio:** aos bispos da igreja católica sobre as relações entre fé e razão. Disponível em: http://www.vatican.va/edocs/POR0064/___P5.HTM1998>. Acesso em: 12 abr. 2008.

_____. **Juan Pablo II discurso a la pontificia academia de las ciencias.** 31 octubre 1992; texto en L'Osservatore Romano, edición en lengua española, 13 de noviembre de 1992, p. 6. Disponível em: http://www.vatican.va/edocs/POR0064/___P5.HTM1998>. Acesso em: 12 abr. 2008.

_____. **Sobre el caso Galileo.** Discurso del Santo Padre a la asamblea plenaria de la Academia Pontificia de las Ciencias, 31 oct. 1992. L'Osservatore Romano, edición semanal en lengua española, 13 nov. 1992. p. 01-07. Disponível em: http://www.vatican.va/holy_father/john_paul_ii/speeches/1992/october/index_po.htm>. Acesso em: 05 mar. 2008.

PERRENOUD, Philippe. Formar professores em contextos sociais em mudança: prática reflexiva e participação crítica. **Revista Brasileira de Educação**, n. 12, p. 5-21. set.- dez. 1999.

PETERS, Ted e BENNETT, Gaymon (org.). **Construindo Pontes Entre a Ciência e a Religião.** São Paulo: Edições Loyola: Editora UNESP, 2003, 317p.

PIAGET, J; GARCIA, R. **Psicogênese e História das Ciências.** Lisboa: Dom Quixote. 1987.

PIÑERO, José María Lopes (org). **Historia de la ciencia y la de la técnica en la corona de Castilla.** v. III. Siglos XVI e XVII. Espanha: Junta de Castilla y León. Consejería de Educación y Cultura, 2002.

PONTE, J. P. et al. **Didáctica da matemática.** Lisboa: DES do ME. 1997.

REALE, Giovanni; ANTISERI, Dario. **História da filosofia**: Patrística e Escolástica. 2. ed., v. 2, São Paulo: Paulus, 2005.

REDONDI, Pietro. **Galileu herético**. Tradução Julia Mainardi. São Paulo: Companhia das Letras, 1991. 453p.

REIS, P. Ciência e educação: que relação? **Interações**, n.3, p 160-187, 2006. Disponível em: <<http://www.eses.pt/interaccoes>>. Acesso em: 5 jun. 2009.

RESTON, James Junior. **Galileu** – uma vida. Rio de Janeiro: José Olympio. 1995.

RICHARDS, J. L. The history of mathematics and l'esprit human: A critical reappraisal. The University of Chicago Press on behalf of The History of Science Society. **Revista Osiris**. 2nd Series. v. 10, p. 122-135. 1995. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/301916>>. Acesso em: 16 nov. 2009.

ROSA, Milton; OREY, Daniel Clark. Fragmentos Históricos do Programa Etnomatemática: Como Tudo Começou? **Anais IX ENEM - Encontro nacional de educação matemática**. Belo Horizonte, MG, 18 a 21 jul. 2007.

ROSETE, Carlos Ramos. The Galileo affair before the Catholic Church. Ciberteologia. **Journal of Theology & Culture**, Year III, n. 12. Jul/aug. p. 44-48. 2007. Disponível em: <<http://ciberteologia.paulinas.org.br/portals/20/01TheGalileoaffairbeforetheCatholicChurch.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2008.

ROSSI, Paolo. **O nascimento da ciência moderna na Europa**. Tradução de Antonio Angonese. Bauru, São Paulo: EDUSC, 2001. 494 p.

_____. A ciência e a filosofia dos modernos: aspectos da revolução científica. São Paulo Editora UNESP, 1992. 389p.

RUBENSTEIN, Richard E. **Herdeiros de Aristóteles**: como cristãos, mulçumanos e judeus redescobriram o saber da antiguidade e iluminaram a idade média. Tradução Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Rocco, 2005.

RUIVO, Maria da Conceição. **História das ideias em física**. Departamento de Física. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, 2008. Disponível em: <<https://woc.uc.pt/fisica/getFile.do?tipo=2&id=516>>. Acesso em: 16 abr. 2009.

RUSSEL, Bertrand. **The divorce between science and “culture”**. 1958. Disponível em: <<http://ivzhao.com/plato/Russell,%20Bertrand%20-%20The%20Divorce%20Between%20Science%20And%20Culture.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2008.

_____. A filosofia entre a religião e a ciência. In: RUSSEL, Bertrand. **História da filosofia ocidental**. Rio de Janeiro: Cia Editora Nacional. 1977.

RUSSELL, Colin A. The conflict of science and religion. In: FERNGREN, Gary B (Ed.). **Science and religion: a historical introduction**. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press, 2002. p. 3-12.

SAGAN, Carl. **Variedades da experiência científica: uma visão pessoal da busca por Deus**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

SÁNCHEZ, Oscar Mario Rodríguez. Dirk Jan Struik. **Revista Apuntes de Historia de las Matemáticas**. v. 2, n. 2, May. 2003.

SANTOS, Boaventura de Souza. **Introdução a uma ciência pós-moderna**. Rio de Janeiro, Graal, 1989.

_____. Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. **Estudos avançados**. São Paulo, v. 2, n. 2, aug. 1988. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141988000200007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 02 Feb. 2009.

SANTOS, Mário Ferreira dos. **Pitágoras e o tema do número**. São Paulo: Ibrasa, 2000.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, E. F. **Humanistic science education from Paulo Freire’s: “education as the practice of freedom” perspective**. In: Ioste Symposium – The International Organization for Science and Technology Education. Proceedings [...] Foz do Iguaçu-PR, Brazil, v. 2, p. 641-649. 2002.

_____. Letramento em Química, educação planetária e inclusão social. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 3, p. 611-620, May/June. 2006.

_____. et al. Química e sociedade: uma experiência de abordagem temática para o desenvolvimento de atitudes e valores. **Química Nova na Escola**. n. 20, p. 11-14, nov. 2004.

SCHIMANK, Uwe; WINNES, Markus. **Beyond Humboldt?** the relationship between teaching and research in European university systems. England: **Science and Public Policy**, v., n. 06. p. 397 a 408. December 2000.

SCHUBRING, Gert. Relações entre a História e o Ensino da Matemática. In: NOBRE, S. (Ed.) **Anais do Encontro Luso-Brasileiro de História da Matemática e Seminário Nacional de História da Matemática**, p. 157-163. Águas de São Pedro, São Paulo, Brasil, 1997.

_____. Production mathématique, enseignement et communication. **Revue d'histoire des mathématiques**, v. 7. p. 295–305, 2001.

_____. **Análise histórica de livros de matemática**: notas de aula. Campinas, SP: Autores associados. 2003.

SEPULVEDA, Claudia de A. Serra e. **A relação entre religião e ciência na trajetória profissional de alunos protestantes da licenciatura em ciências biológicas**. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2003.

SHEN, B. S. P. Science literacy. **American Scientist**, v. 63, p. 265-268, may-jun, 1975.

SILVA, Circe Mary Silva da. A história da matemática e os cursos de formação de professores. In: CURY, Helena Noronha (org). **Formação de professores de matemática**: uma visão multifacetada. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001. p. 129-165.

_____. O livro didático de matemática no Brasil, no século XIX. In: FOSSA, John A. (org.). **Facetas do diamante**. Rio Claro: Editora SBHMAT, 2000. p. 109-163.

SILVER, Brian L. **A escalada da ciência**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003.

SIMAAN, Arkan; FONTAINE, Joëlle. **A imagem do mundo**: dos babilônios a Newton. São Paulo: Companhia das Letras, 2003.

SIMÕES, Ana. **O historiador das ciências**. Disponível em: <<http://cosmo.fis.fc.ul.pt/~crawford/aulas/HistoriadorC2.html>>. Acesso em: 14 ago. 2009.

SNOBELEN, Stephen D. **Newton Reconsidered**. 2005. The Galilean Library. Disponível em: <<http://www.galilean-library.org/manuscript.php?postid=43808>>. Acesso em: 08 dez. 2009.

SNOW, C. P. **As duas culturas e uma segunda leitura**: uma versão ampliada das duas culturas e a revolução científica. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

STEIN, Jim. **Como a matemática explica o mundo**: o poder dos números no cotidiano. Tradução Marcio de Paula S. Hack. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

STRUIK, D. J. Por que estudar história da matemática? In: GAMA, Ruy (org). **História da técnica e da tecnologia**. São Paulo: EDUSP. 1985. p. 191-214.

SOBOL, Peter G. Numbers. In: FERNGREN, Gary B. (Ed.). **The history of science and religion in the western tradition**: an encyclopedia. New York: Garland Publishing, 2000. p. 550 a 552.

SOCIEDADE BÍBLICA DO BRASIL. Revisão e Atualização João Ferreira de Almeida. **Bíblia sagrada**. Disponível em: <<http://www.bibliaonline.com.br/acf/gn/1>>. Acesso em: 27 out. 2008.

SZCZECINIARZ, Jean-Jacques. **Sobre as relações entre a astronomia e a cosmologia**. I Seminário Internacional Filosofia e História da Ciência. 2003. Disponível em: <<http://www.scientiaestudia.org.br/arquivo/1sem.asp>>. Acesso em: 02 abr. 2008.

THOM, RENÉ. **Parábolas e catástrofes**. Tradução Mário Brito. Lisboa, Portugal: Publicações Dom Quixote. 1985. (Coleção Opus).

TOSSATO, Claudemir Roque. Apenas um lado do jogo: Kepler condicionado por seu tempo? **Revista scientiæ studia**. São Paulo, v. 4, n. 4, p. 627-40, 2006.

UNESCO, MCT, MEC. **Ciência y ciudadanía: seminario internacional ciencia de calidad para todos**. Brasília, 28 nov. a 01 dic. 2004. Brasília: UNESCO. 2006.

_____. **Ensino de ciências: o futuro em risco**. Série Debates VI. Brasília, UNESCO, 2005.

_____. **Conferência mundial sobre o ensino superior**. Paris, França. Tendências da educação superior para o século XXI. Brasília: CRUB, 1999.

_____. **A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação**. Brasília: UNESCO, ABIPTI, 2003. 72p. (Texto baseado na Conferência Mundial sobre Ciência, Santo Domingo, 10-12 mar, 1999 e na Declaração sobre Ciências e a Utilização do Conhecimento Científico, Budapeste, 1999)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Sistema Integrado de Bibliotecas da USP. Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: documento eletrônico e impresso Parte I (ABNT). 2 ed. São Paulo: Sistema Integrado de Bibliotecas da USP, 2009. (Cadernos de Estudos; 9)

VALENTE, M. O. Ensino das ciências e cidadania. In: **Actas** do VIII Encontro Nacional de Educação em Ciências. Portugal, Ponta Delgada: Departamento de Ciências da Educação, Universidade dos Açores. p. 29-42. 2001.

_____. **Literacia e educação científica**. Encontro na Universidade de Évora. 2002. Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/mvalente/literacia_e_educacao_científica.pdf> Acesso em: 20 set. 2009.

VAN DRIEL, Jan H.; BEIJAARD, Douwe; VERLOOP, Nico. Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. **Journal of Research in Science Teaching**. v. 38, 2 ed., p. 137-158, Feb. 2001.

VIEIRA, Rui Marques; MARTINS, Isabel P. Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade. **Revista CTS**, n. 6, v. 2, p. 101-121. Diciembre de 2005.

VOGT, C.; POLINO, C. **Percepção pública da ciência**: resultados da pesquisa na Argentina, Brasil, Espanha e Uruguai. Campinas, SP: Editora da Unicamp; São Paulo, SP: FAPESP, 2003.

WEISSTEIN, Eric W. **Isaac Newton**. 2007a. Disponível em: <<http://scienceworld.wolfram.com/biography/Newton.html>>. Acesso em: 30 nov. 2008.

WEISSTEIN, Eric W. **Leibniz, Gottfried (1646-1716)**. 2007b. Disponível em: <<http://scienceworld.wolfram.com/biography/Leibniz.html>>. Acesso em: 30 nov. 2008.

WILSON, David B. The historiography of science and religion. In: FERNGREN, Gary B (Ed.) **Science and religion**: a historical introduction. Baltimore, Maryland: The Johns Hopkins University Press, 2002. p. 13-29.

WILSON, Edward O. **On human nature**. London: Harvard University Press, 1978.

WHITAKER, M. A. B. History and quasi-history in physics education. **Physics Education**, v. 14, n. 2, p. 108-112. Mar. 1979.

WOODS JR, Thomas E. **Como a Igreja Católica construiu a civilização Ocidental**. SP: Quadrante. 2008

WOOLNOUGH, B. E. Faith in Science. In Matthews, M. R. (Ed.) **History, philosophy and science teaching**: Selected Readings. OISE Press, Toronto and Teachers College Press, NewYork, 1991.

ZIMAN, John. **O conhecimento confiável**: uma exploração dos fundamentos para a crença na ciência. Campinas, SP: Papirus, 1996. (Coleção Papirus Ciência).

APÊNDICES

APÊNDICE A - Síntese das revistas de divulgação científica (Globo Ciência, Superinteressante, Galileu, Ciência Hoje, Isto É) e revistas para o público leigo (Veja e Época)

Ciência e Dogma					
Capa	Nome do artigo	Quem escreveu o artigo?	Quem é?	Onde foi veiculado o artigo?	Publicação
Criacionismo. Ensino dogmático contraria conhecimento científico.	Consciência e dogma. A origem do Homo sapiens	Henrique Lins de Barros.	Dr em Física, pesquisador do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas	Revista Ciência Hoje. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Editora Globo. n. 215, v. 36. p. 32-37.	Maio de 2005
Criacionismo. Ensino dogmático contraria conhecimento científico.	Mito, razão e ciência.	Francisco Mauro Salzano.	Pós Dr em Genética, professor do Departamento de Genética-UFRGS	Revista Ciência Hoje. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Editora Globo. n. 215, v. 36. p. 28-32.	Maio de 2005
A ciência vai matar Deus? A nova cruzada dos cientistas ateus para reduzir a influência da religião no mundo moderno.	A igreja dos novos ateus. Porque um grupo de cientistas partiu para uma cruzada contra a fé no mundo.	Alexandre Mansur e Luciana Vicária	Repórter e Editor. Repórter	Revista Época. Editora Globo. n. 443. p. 88-97.	Novembro de 2006
Eles querem Deus na ciência. Como os criacionistas explicam a origem do mundo e contestam Darwin.	A religião contra-ataca.	Marília Coutinho	Pós Dr e pesquisadora na área de Sociologia do Conhecimento	Revista Galileu. Editora Globo. Ano 11. n. 121. p. 28-35.	Agosto de 2001
Deus na ciência? Conheça o criacionismo, o movimento que é contra a teoria da evolução e o Big Bang e conquista cada vez mais adeptos no Brasil.	A ciência da criação	Pablo Nogueira	Repórter	Revista Galileu. Editora Globo. n. 143. p. 18-25.	Junho de 2003
	Pode a ciência crer em Deus?	Paul Davies	Professor de Filosofia Natural, físico e escritor	Revista Superinteressante. Editora Abril. Edição 001. p. 61-64.	Outubro de 1987
Deus volta a habitar o universo dos cientistas	Deus está de volta	José Tadeu Arantes e Álfio Beccari	Editor e Jornalista	Revista Globo Ciência. Editora Globo S/A. ano 5, n. 43, p. 30-37.	Fevereiro de 1995
A guerra contra Deus. Porque os cientistas do século 21 querem acabar com as religiões.	O evangelho dos novos ateus.	Claudio Julio Tognolli	Professor da ECA/USP e Dr em Ciência da Computação	Revista Galileu, Editora Globo S/A. n. 186. p. 28-37.	Janeiro de 2007

Ciência para explicar a religião					
Capa	Nome do artigo	Quem escreveu o artigo?	Quem é?	Onde foi veiculado o artigo?	Publicação
A ciência encontra Deus. Novas descobertas científicas e avanços tecnológicos estimulam o fascínio pelo sobrenatural.	As razões da fé	Darlene Menconi	Repórter e Jornalista	Revista Isto É. Editora Três. n. 1889. p. 100-105.	Dezembro de 2005
A força da fé. A ciência explica como o cérebro produz o pensamento mágico.	Como a fé desempatou o jogo	Okky de Souza	Editor	Revista Veja. Editora Abril. Edição 1994. ano 40. n. 05. p. 79-85.	Fevereiro de 2007
Ensino					
Criacionismo. Ensino dogmático contraria conhecimento científico.	Mito, razão e ciência.	Francisco Mauro Salzano.	Pós Dr em Genética, professor do Departamento de Genética, Instituto de Biociências da UFRGS	Revista Ciência Hoje. Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. Editora Globo. n. 215, v. 36. p. 28-32.	Mai de 2005
Deus na ciência? Conheça o criacionismo, o movimento que é contra a teoria da evolução e o Big Bang e conquista cada vez mais adeptos no Brasil.	A ciência da criação	Pablo Nogueira	Repórter	Revista Galileu. Editora Globo. n. 143. p. 18-25.	Junho de 2003
Eles querem Deus na ciência. Como os criacionistas explicam a origem do mundo e contestam Darwin.	A religião contra-ataca.	Marília Coutinho	Pós Dr e pesquisadora na área de Sociologia do Conhecimento	Revista Galileu. Editora Globo. Ano 11. n. 121. p. 28-35.	Agosto de 2001
A ciência vai matar Deus? A nova cruzada dos cientistas ateus para reduzir a influência da religião no mundo moderno.	A igreja dos novos ateus. Porque um grupo de cientistas partiu para uma cruzada contra a fé no mundo.	Alexandre Mansur e Luciana Vicária	Repórter e Editor. Repórter	Revista Época. Editora Globo. n. 443. p. 88-97.	Novembro de 2006

APÊNDICE B - Bibliografia da disciplina História da Matemática

UNESP/RIO CLARO	UFPB	UFMS	USP	UF Vales do Jequitinhonha e Mucuri	UFF	UNB	UFRS	UFMG	UEL	UFSC/UFPR
BOYER, Carl B.: História da Matemática, ed. em português, trad.: Elza Gomide, São Paulo, EDUSP, 1977.	GORDING, Lars, Encontro com a Matemática	BOYER, C.B. História da matemática. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.	G.B. Boyer, História da Matemática, Edgard Blucher, 1996.	AABOE, A. Episódios da História Antiga da Matemática. Coleção do Professor de Matemática. Rio de Janeiro: SBM, 2002.	AABOE, A. - Episódios da História Antiga da Matemática - IMPA.	C. B. BOYER NEW YORK 1a. ED. A HISTORY OF MATHEMATICS WILEY 1968	BOYER, Carl B.: História da Matemática, ed. em português, trad.: Elza Gomide, São Paulo, EDUSP, 1974.	ARANHA, Maria Lúcia de Arruda e MARTINS, Maria Helena Pires - Filosofando - Introdução à Filosofia - Editora Moderna - São Paulo - 1992.	BOYER, Carl B.: História da Matemática, ed. em português, trad.: Elza Gomide, São Paulo, EDUSP, 1977.	optativa??
FAUVEL, J. e GRAY, J.: The History of Mathematics - A Reader, London, Macmillan Press and Open University, 1987.	Boyer, C. Historia da Matemática.	AABOE, A. Episódios da história da matemática. Rio de Janeiro: SBM, 1984.	A. Aaboe, Episódios da História Antiga da Matemática, Sociedade Brasileira de Matemática, 2001.	BOYER, B. História da Matemática. São Paulo : Editora Edgard Blücher, 1974.	BARON, M. E. e BOSS, H. J. M. - Curso de História de Matemática: Origens e Desenvolvimento do Cálculo, Vols. 1,2,3,4 e 5 - Ed. UNB.	B. L. VAN DER WAERDEN NEW YORK 1a. ED. SCIENCE AWAKENING WILEY 1968	EVES, H. - Introdução à História da Matemática - Ed. Unicamp, 1997.	BOYER, Carl B. - História da Matemática - Editora Edgard Blücher - São Paulo - 1974	AABOE, A. Episódios da história da matemática. Rio de Janeiro: SBM, 1984.	
KATZ, Victor J.: A History of Mathematics - An Introduction, New York Harper Collins College Publishers.		DAVIS, P.D. e HERSH, R.A. A experiência matemática. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1982.	G. Ifrah, História Universal dos Algarismos, Nova Fronteira, 1995.	EVES, H.. Introdução à História da Matemática. 2ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1997.	BOYER, C. - História da Matemática - Ed. Edgar Blucher	M. KLINE NEW YORK 1a. ED. MATHEMATICS IN WESTERN CULTURE OXFORD 1953	IFRAH, G. Os números: a história de uma grande invenção. SP: Globo, 1998.		BARON, M. E. e BOSS, H. J. M. - Curso de História de Matemática: Origens e Desenvolvimento do Cálculo, Vols. 1,2,3,4 e 5 - Ed. UNB.	
RÍBNOKOV, K.: História de las Matemáticas, trad. do russo por Concepción Valdés Castro, Moscou, Editorial Mir, 1987.		EVES, H. Introdução à história da matemática. Campinas: UNICAMP, 1995.	F. Cajori, A History of Mathematical Notations (Vol. I), The Open Court, 1928.	COURANT, R.; ROBBINS, H. O que é a Matemática? Tradução de Brito, A. S., Editora Ciência Moderna, 2000.	BOYER, C. - The History of the Calculus and its Conceptual Development.				CARAÇA, B. J. - Conceitos Fundamentais da Matemática - Ed. Lisboa.	
STRUIK, Dirk J.: História Concisa das Matemáticas, ed. em português, trad.: João C.S. Guerreiro, Lisboa, Gradiva, 1989.		HOGBEN, L. Maravilhas da matemática. Porto Alegre: Editora Globo, 1950.	F. Cajori, A History of Mathematical Notations (Vol. II), The Open Court, 1928.	DANTZIG, T. Número, a Linguagem da Ciência. Rio de Janeiro: Zahar, 1970.	CARAÇA, B. J. - Conceitos Fundamentais da Matemática - Ed. Lisboa.				COLLETTE, J. P. História de las Matemáticas. México: Siglo Veindrieno, 1986, v.1 e 2.	

UNESP/RIO CLARO	UFPB	UFMS	USP	UF Vales do Jequitinhonha e Mucuri	UFF	UNB	UFRS	UFMG	UEL	UFSC/UFPR
WUSSING, H. e ARNOLD, W.: Biografias de grandes Matemáticos, ed. em es panhol, trad. Mariano Hornigón (resp.), Zaragoza, Prensas Universitárias de Zaragoza, 1989.		LINTZ, R.G. História da matemática. Blumenau: Editora da FURG, 1999, v.1.	E.T. Bell, MEN OF MATHEMATICS, 2 vols., Penguin, Middlessex.	HOGBEN, L., Maravilhas da Matemática. Rio de Janeiro: Globo, 1952.	COURANT, R. - O que é Matemática?				EVES, H. - Introdução à História da Matemática - Ed. Unicamp.	
WUSSING, Hans: Vorlesungen zur Geschichte der Mathematik, 2. Aufl., Berim, VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1989.		STRUIK, D.J. Uma história consisa da matemática. Lisboa: Gnadiva.	F. SWETZ et. al. (org.), Learn From the Masters, The Mathematical Association of America, 1994.	MANNA, A. A Filosofia da Matemática. Lisboa: Editora 70, 1977.	EVES, H. - Introdução à História da Matemática - Ed. Unicamp.				GARBI, G.G. O Romance das Equações Algébricas. São Paulo: Makron Books, 1997	
			A.N. KOLMOGOROV et. Al. (ed.) Mathematics of the 19 th century, Birkhauser Verlag, 1996.	RUSSEL, B. Introdução à Filosofia da Matemática. Rio de Janeiro: Zahar, 1966.	EFIMOV, N. V. - Geometria Superior - Ed Mir.				KENNEDY, E.S. Tópicos de História da Matemática para uso em sala de aula. São Paulo: Ed. Atual, 1992. 5v	
			F. SMITHIES, Cauchy and the creation of complex function theory, Cambridge, 1997.	SINGH, S. Último Teorema de Fermat. Record, 1999.	HEATH, T. L. - A History of Greek Mathematics, Vols. 1 e 2 - Ed. Dover.				KLINE, M. Matemáticas para Los Estudiantes De Humanidades. México: Addison-Wesley, 1967	
					JOSEPH, G. G. - The Crest of the Peacock (Non-European Roots of Mathematics)				PARKER, S. Caminhos da Ciências. São Paulo: Ed. Scipione, 1996. 6v	
					KITCHER, P. - The Nature of Mathematicall Knowledge - Ed. Dover.				SILVA, C.P. A Matemática no Brasil. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1999.	
					KLINE, M. - Mathematics Thought from Ancient to Modern Time.				STRUIK, D. J. - A Concise History of Mathematics.	
					STRUIK, D. J. - A Concise History of Mathematics.					

