Revista Brasileira de História da Matemática - Vol. 13 nº 27 - pág. 33-53
Publicação Oficial da Sociedade Brasileira de História da Matemática
ISSN 1519-955X

A INTENCIONALIDADE NO FAZER MATEMÁTICA: UM PARALELO ENTRE OS "DISCURSOS" DA HISTÓRIA E A SOCIOLOGIA DA MATEMÁTICA

Maria Deusa Ferreira da Silva
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – Brasil

Iran Abreu Mendes
Universidade Federal do Rio Grande do Norte –UFRN – Brasil

(aceito para publicação em outubro de 2013)

Resumo

Neste artigo fazemos uma discussão teórica sobre a natureza do conhecimento matemático e de como este esteve todo o tempo atrelado às questões sociais, econômicas, culturais e políticas nos diferentes contextos em que esse conhecimento foi produzido. Ele é resultante de nossas leituras e discussões no âmbito da Disciplina Educação Matemática: Matemática como Instituição Social, junto ao programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Também é parte das discussões teóricas que fazemos em nossa Tese de Doutorado no referido Programa. Iniciamos o artigo com uma discussão sobre a história da matemática nas sociedades egípcias e babilônicas antigas e as questões sociais que subsidiaram este desenvolvimento. Em seguida nos transportaremos para o universo grego e tudo o que eles foram capazes de edificar em seis séculos de domínio cultural. Mas uma vez mostraremos que o desenvolvimento da matemática grega não esteve imune às questões de natureza sociológica. Finalizamos com a apresentação do que significou o desenvolvimento da matemática no Império Romano e na Idade Média, mais uma vez envoltos pelas questões de natureza sócio-política-culturais.

Palavras-chave: Sociologia da Matemática, História, Matemática.

The INTENTIONALITY DO IN MATHEMATICS: A PARALLEL BETWEEN THE "DISCOURSES" HISTORY AND SOCIOLOGY OF MATH

Abstract

This article promotes a theoretical discussion on the nature of mathematical knowledge and how it has been connected with social, economic, cultural, and political issues at different contexts in which such knowledge was produced. It is the result of the readings and debates done, through the discipline "Mathematical Education: Mathematics as Social Institution", at the postgraduate program on education of the Universidade Federal do Rio Grande do Norte. It is also part of the theoretical discussions of a doctorate thesis done at the same program. The paper first goes over the history of mathematics in the ancient Egyptian and Babilonian societies and the social issues that had an influence in its development. It takes, then, a closer look at the Greeks and everything they were capable of building up throughout six centuries of cultural dominance. This paper argues that math development in Greece was not immune from sociological matters. At the end, it presents the impact of mathematical advance in the Roman Empire and through the Middle Ages, once more surrounded by social, political, and cultural issues.

Keywords: Mathematics, History, Sociology, Sociology of Mathematics

1. Para uma compreensão Sociológica da Matemática

A Matemática enquanto corpo de conhecimento é um "gigante de múltiplos membros" que não para de crescer em diversas direções. Mas compreender porque a matemática cresceu tanto e se distanciou de suas origens, a ponto de ser considerada como uma ciência apartada das outras ciências, só é possível dentro de uma incursão no campo da Sociologia da Matemática.

Segundo Struik (1998), é na Sociologia da Matemática que vamos compreender melhor a relação entre desenvolvimento matemático e desenvolvimento social, uma vez que ela tem se preocupado em entender e explicar de que forma a organização social, desde sua origem, influenciou e foi influenciada pela matemática. Também ela tem analisado tanto a posição da matemática na estrutura social e econômica, como o processo de conquista de um *status* próprio, que a levou, muitas vezes, a ser considerada como uma construção sobre-humana, alheia aos outros aspectos da sociedade. Nas palavras do autor:

> *As formas primitivas de sociedade, a oriental, a grego-romana, a medieval feudal, a capitalista antiga e a moderna (...) influenciaram todas, nas suas várias maneiras, a aquisição do conhecimento matemático e foram por sua vez influenciadas por ele* (STRUIK, 1998, p.21).

Assim, para melhor compreendermos o que nos diz Struik, vamos aprofundar, nas secções seguintes, o desenvolvimento da matemática e qual a relação entre esse desenvolvimento e o próprio desenvolvimento social (processo sócio-epistemológico) tomando por base as civilizações egípcia, babilônica, grega antiga, grego-romana e medieval. Veremos que em cada uma dessas sociedades a matemática teve um importante papel social, mas, por outro lado, a forma de concebê-la e a produção do conhecimento foram condizentes com os interesses e o pensamento vigentes.

2. A Construção Social da Matemática nas Sociedades Egípcia e Babilônica

A história oficial da Matemática nos informa que essa ciência apresenta seus primeiros vestígios na Babilônia e no Egito, associada às necessidades práticas. A civilização egípcia floresceu há cerca de 5.000 mil anos às margens do rio Nilo e, basicamente, dependia da agricultura para sua sobrevivência. A civilização babilônica, edificada as margens dos Rios Tigre e Eufrates, tinha como base de sobrevivência o pastoreio, assim, necessitaram de um conhecimento matemático que envolvia o uso de cálculos elementares na realização de tarefas simples que envolvia a contagem e a medida. Posteriormente, com o crescimento populacional resultando no aparecimento das cidades-estado necessitaram de um conhecimento matemático mais elaborado que lhes permitisse construir pontes, ductos, canais e outras obras de engenharia tais como as impressionantes Pirâmides do Egito. (D'AMBROSIO, 1997).

Desse modo, o conhecimento matemático oriundo das civilizações primitivas foi um conhecimento prático. Daí, muitas vezes não ser reconhecido como produto científico ou um conhecimento científico conforme entendemos hoje. Do ponto de vista da Sociologia podemos dizer que as primeiras manifestações matemáticas se destinaram a ajudar a formatar as atividades econômicas e sociais dos primeiros núcleos urbanos. Assim, necessariamente, se conhecimentos matemáticos como contar, calcular e medir contribuiu fortemente na organização geográfica, agrícola, arquitetônica e econômica dos primeiros núcleos urbanos organizados, então a história da matemática, no seu princípio, esteve ligada a própria história social. Portanto, não podemos separar a história da Matemática da própria história da civilização humana. Nem tampouco considerar a Matemática ou a sua história dissociada das demais construções sociais.

Portanto, segundo D'Ambrosio (1997, 2000) o desenvolvimento da Matemática está intimamente relacionado à própria história da humanidade. Isso nos faz perceber que nesse período da história da civilização humana não é possível separar a produção do conhecimento matemático das condições sociais, culturais, políticas, econômicas e religiosas em que foi gerado.

3. O Papel Social da Matemática na Grécia antiga

Por volta do século VII a.C. a Grécia antiga, mais precisamente com os filósofos jônicos, desponta como principal pólo científico do mundo e marca o início da Matemática grega e do nascimento de uma legião de matemáticos e filósofos que vão influenciar profundamente o desenvolvimento matemático e científico a partir de então. O conhecimento matemático aos poucos deixa de ser um mero conhecimento prático e começa a despontar como um corpo de conhecimento formal. Surgem as primeiras tentativas de estabelecer leis gerais que podem ser provadas por meio de argumentos lógicos.

Entretanto, os filósofos desse período não abandonam totalmente as questões práticas da matemática. Primeiramente, é bem provável que tiveram contato com as matemáticas dos egípcios e babilônios. Com eles trocaram experiências que ajudaram os gregos edificarem sua própria Matemática. Segundo, tinham uma "sede" de poder explicar as leis que regiam o universo. Nesse período começaram a abandonar crenças místicas, baseados em deuses e demônios e começaram a explicar os fenômenos naturais baseados em leis matemáticas. Portanto, acreditaram que a Matemática podia ser a chave para compreender o funcionamento do universo. Desse modo, não havia uma separação entre o estudo da Matemática e o estudo das leis a natureza. Também não havia separação entre a produção do conhecimento matemático e as especulações de natureza filosófica (HERRERA, 1999; DORCE, 2006; GRANT, 2002).

Os gregos antigos queriam compreender o funcionamento do universo e suas leis misteriosas, pois entendiam que dominando essas leis podiam prever a ocorrência fenômenos como os eclipses do Sol e da Lua. Para isso não economizaram esforços em estabelecer medidas e realizar cálculos para determinar a distancia da Terra ao Sol e desta a Lua. Também realizaram cálculos para determinar as datas em que tais eclipsem ocorreriam; realizaram medidas para calcular o perímetro da Terra e fizeram desenho de mapas da Terra e do sistema planetário. Assim, a Matemática continuou tendo um forte componente prático.

Um nome de destaque desse período é Tales de Mileto (aproximadamente 624-547 a.C). Com seus trabalhos em Geometria se firmou como um inovador no estudo dessa área. Introduziu os primeiros métodos de demonstração teórica para um modelo geométrico. Calculou a altura de uma pirâmide comparando sua sombra com a sombra de um bastão. Para tanto, é provável que já tivesse conhecimento de que triângulos semelhantes são proporcionais. Assim, muitos de seus conhecimentos podem ter sido adquiridos de seu contato com os egípcios. Por outro lado soube usar esse conhecimento de um modo totalmente inovador.

Desse modo, sem dúvida, já nesse período, o desenvolvimento da Matemática grega se diferenciou substancialmente da Matemática dos egípcios e babilônicos. Segundo Struik (1998), do ponto de vista da Sociologia da Matemática, algumas teses podem ser defendidas. Primeiro, os gregos, por natureza, eram ávidos por conhecimento e, assim, procuraram absorver tudo que foi possível do contato com os egípcios e babilônios e ampliar esse conhecimento criando uma nova forma de construir a Matemática. Segundo, o modo de organização sócio-político-cultural estabelecido na Grécia antiga diferiu totalmente de qualquer outra forma de sociedade estabelecida até então. Os gregos criaram um ambiente social baseado no regime escravocrata e de classes sociais que pode ter favorecido o desenvolvimento das ciências, pois liberava os cidadãos para se dedicarem aos estudos sem se preocuparem com trabalhos pesados ou questões financeiras. Daí, os Gregos praticavam, assim, como egípcios e babilônios uma matemática utilitária, mas já demonstravam interesse pela filosofia e por uma matemática mais abstrata.

Foi no âmbito da escola pitagórica, provavelmente fundada por Pitágoras de Samos[1] (aproximadamente 570-550 a.C) situada ao sul da atual Itália, que a Matemática ganha status de rainha das ciências, pois se estabelece que tudo no universo é regido pelo número. Essa escola tornou-se famosa, um marco nesse período da história grega antiga, guarda muitos mistérios, sendo considerada não apenas uma escola de matemáticos, filósofos e astrônomos, mas, sobretudo, uma seita que incluía ritos religiosos, atividades políticas, musicais e artísticas. Desse modo, impregnada de valores sociais e um ambiente fértil ao desenvolvimento da matemática e da ciência em geral.

A escola pitagórica experimentou um grande desenvolvimento em suas atividades e uma expressiva ascendência política, inclusive com a criação de um partido político. Produziu uma legião de matemáticos e filósofos que deram grande impulso ao desenvolvimento da matemática e da filosofia. Pitágoras, principal nome e fundador da escola, não deixou nenhum tratado matemático que sobrevivesse aos dias atuais, mas é certo que a matemática foi o principal tema estudado na escola.

Em relação ao desenvolvimento da Matemática, do que chegou até nossos dias, sabe-se que os pitagóricos tinham fascinação pelos números e suas principais contribuições para a matemática estão relacionadas a eles. Por exemplo, as primeiras noções de quantidades "infinitamente pequenas" ou "indivisíveis" parecem vir deles. O número detinha papel central nessa escola, pois acreditavam que tudo no universo podia ser expresso em números. Atribuíam ao ponto, o número *um*, à reta, o número *dois*, a uma superfície o número *três* e a um sólido o *quatro*. "O somatório de pontos gerava retas, o de retas, superfícies e o de superfícies, sólidos de revolução; com os seus *um*, *dois*, *três* e *quatro* eles podiam construir o universo" (BARON, p. 16).

Os pitagóricos também revolucionaram a Geometria, uma vez que buscaram construir um sistema coerente onde todos os teoremas fossem deduzidos a partir de poucos axiomas bem definidos. Se os axiomas fossem verdadeiros, seria também o restante das proposições. Os pitagóricos ao proporem uma geometria logicamente coerente deixaram a seus sucessores aberto o caminho para continuarem seus trabalhos. Tanto é verdade que mais de um século e meio depois Euclides[2] (325-265 a.C), em os *Elementos*, criou um

[1] Pitágoras tornou-se uma figura legendária: filósofo, profeta, sábio, místico e político. Há controvérsias sobre seus feitos, pois não há registros desta época, apenas informações obtidas muito tempo depois, ás vezes séculos depois (BARON, 1985).

[2] De Euclides se sabe que viveu aproximadamente entre 325-265 a.C e que foi o primeiro diretor do departamento de matemática do Museu de Alexandria. Por volta do ano 300 a.C já se encontrava nesta cidade, foi considerado um dos grandes gênios de sua época. Com certeza não foi o mais original, todavia conseguiu re-compilar e organizar todo o conhecimento matemático existente até então, cuja obra conhecida como *Os Elementos.* Portanto, foi Euclides quem estabeleceu as bases firmes sobre as quais se construiu grande parte do edifício matemático posterior (HERRERA, 2003).

sistema lógico para a Geometria que nada mais foi do que uma revisão ampliada do sistema proposto pelos pitagóricos (HERRERA, 2003).

Assim, a escola pitagórica trouxe importantes contribuições para o desenvolvimento da matemática grega, também deixou marcada uma forma de organização social e política. Com os valores nascidos no interior desse grupo social influenciou e foi influenciado pelo desenvolvimento da Matemática. Ao tentar explicar o universo e tudo mais por meio de números inteiros positivos e racionais deu à Matemática uma natureza prática e essa natureza prática estava no cerce daquele grupo social. Quando não mais foi possível explicar tudo por meio desses números pode ter determinado o fim daquele grupo social.

Outra importante escola de estudos filosóficos e matemáticos da Antiguidade foi a escola de Platão (429-348 a.C) fundada em Atenas em 389 a.C. Nesse ponto abrimos um parêntese para explicar que na época de Platão Atenas vive seu apogeu como principal centro intelectual e cultural do mundo. Isso conseguido graças ao talento do Imperador Péricles (495-429 a.C) que durante seu reinado trouxe para Atenas os maiores intelectuais de várias partes da Grécia e do mundo, tornando a cidade em um ambiente fértil para o desenvolvimento das ciências. Essa situação perdurou por cerca de 150 anos, extrapolando o período de Péricles e próprio Platão (CAJORI, 2007; HERRERA, 2003).

A escola fundada por Platão, conhecida hoje também como academia de Platão ou escola platônica, no início foi parcialmente baseada nos princípios pitagóricos. Assim como os pitagóricos, os platônicos buscaram na aritmética e na geometria a chave para explicar o universo. Embora ainda baseados na doutrina pitagórica de querer explicar o universo por meio de números e da geometria, a filosofia platônica distinguia perfeitamente dois tipos de matemática, uma utilitária e uma abstrata. A primeira atendia às necessidades de comerciantes e artesãos, a segunda, voltada para a classe intelectual e dirigente.

Desse modo, para os platônicos o desenvolvimento da Matemática seguiria dois caminhos distintos. Um social, ou seja, ligado as práticas sócias e as necessidades cotidianas dos cidadãos, sobretudo, no desenvolvimento de suas atividades comerciais. E, uma intelectual sem nenhuma ligação com as necessidades práticas. Nesse tocante, para a escola platônica esta segunda matemática já existia no mundo das ideias necessitando apenas ser apreendida por aqueles que se dedicavam em alcançá-la. Esse modo de olhar e fazer matemática nos leva a considerá-la de uma natureza quase divina, sendo totalmente diferente da primeira. Essa forma platônica de pensar até hoje influencia o pensamento matemático e a distancia a produção do conhecimento matemático de questões práticas ou sociais gerais. É indiferente ao que acontece na sociedade e não se deixa influenciar por esta. Isso fica claro nas palavras de (DAVIS e HERSH, 1995) quando definem o platonismo:

> *De acordo com o platonismo, os objetos matemáticos são reais. A sua existência é um fato objetivo, independente do nosso conhecimento sobre esses objetos. Conjuntos infinitos, conjuntos infinitos incontáveis, variedades de dimensão infinita, curvas que preenchem o espaço – todos os membros*

> *do jardim zoológico matemático são objetos definidos, com propriedades definidas, algumas conhecidas, muitas desconhecidas. Esses objetos não são físicos ou materiais. Eles existem fora do espaço e do tempo da existência física. São imutáveis – não foram criados e não se alteram ou desaparecerão. Qualquer pergunta com significado acerca de um objeto matemático tem uma resposta definida, quer consigamos determiná-la ou não. De acordo com o platonismo um matemático é um cientista empírico, como um geólogo: não pode inventar nada, porque já existe tudo.* (DAVIS e HERSH, 1998, p. 299).

Desse processo, percebemos que o pensamento platônico influenciou profundamente o pensamento abstrato no seio dos matemáticos e os distanciou de questões sociais, especialmente a partir do século XVII da era cristã quando a produção do conhecimento matemático tomou contorno de ciência independente das outras ciências e da filosofia, se tornando cada vez mais formal e abstrata.

Nos parágrafos anteriores vimos o nascimento da geometria e da aritmética no Egito e na Babilônia, sua transferência para a Jônia, dali para o sul da Itália e para Atenas, onde floresceu e se tornou uma ciência madura. Com a escola de Alexandria o desenvolvimento matemático retorna a sua origem, o Egito. Com a subida de Alexandre Magno (século IV a. C) ao trono grego em 338 a.C a vida intelectual dos gregos foi profundamente modificada, uma vez que Alexandre empreende grandes esforços em suas campanhas pela conquista de novos territórios e relega o desenvolvimento científico a um segundo plano. Por último, transfere a capital do império grego para a cidade de Alexandria que passa ser o novo polo comercial e financeiro do mundo antigo. Com a sua morte o império é divido em três partes, com Ptolomeu I se instalando como novo imperador da parte egípcia do recém dividido império grego e Alexandria a principal cidade (HERRERA, 2003).

Em Alexandria funda um museu, transformando a cidade no novo polo cultural e intelectual do mundo. Novamente vimos na história uma grande corrida de intelectuais que vão para a cidade em busca de um ambiente fértil ao desenvolvimento da ciência. O Museu de Alexandria atraia especialmente copistas, pois dispunha de uma biblioteca que se transformou em uma das maravilhas do mundo antigo e o centro das atenções do museu. O Museu de Alexandria foi algo incomum na história, pois não era apenas um museu, mas um centro de estudos, sendo hoje considerada a primeira universidade do mundo.

Sendo assim, não é de se estranhar que foi um importante centro difusor e produtor de conhecimento científico em vários ramos. Nele a matemática teve também um papel de destaque, uma que o ambiente favorável à investigação científica atraiu matemáticos de várias gerações. Durante 200 anos seguintes à fundação do museu, a matemática grega teve um desenvolvimento sem precedentes, só comparado aos anos áureos atenienses. No grupo de Matemáticos gregos que vieram para Alexandria está Euclides (c. 325-265 a.C).

Deste personagem pouco se sabe, mas é provável que tenha sido o primeiro diretor do departamento de matemática do Museu de Alexandria. Por volta do ano 300 a.C já se encontrava nesta cidade, foi considerado um dos grandes gênios de sua época. Com certeza não foi o mais original, todavia conseguiu recompilar e organizar todo o conhecimento matemático existente até então, cuja obra chegou até nós como *Os Elementos de Euclides.* Na verdade um tratado matemático em treze volumes. Portanto, foi Euclides quem estabeleceu as bases firmes sobre as quais se construiu grande parte do edifício matemático posterior (HERRERA, 2003).

Outro nome marcante do período grego é Arquimedes de Siracusa (287-212 a.C). Nascido na cidade de Siracusa uma província as margens do mar mediterrâneo (atual Sicília – Itália) também esteve em Alexandria em busca de conhecimento. Lá conviveu com outros matemáticos com os quais durante toda sua vida manteve intercambio de ideias e opiniões científicas, dentre eles está Erastones de Cirene que foi um dos diretores do museu de Alexandria. A obra de Arquimedes é extensa. Foi um matemático que hoje chamaríamos de "puro" e um físico experimentalista convicto interessado em resolver problemas práticos. Isso fica claro nos manifestos de Plutarco[3] (Apud. URBANEJA, 1997, p.15):

> (...) *numerosos trabalhos de Arquimedes estão vinculados a experiência, de modo que muitas de suas investigações e descobrimentos provem da necessidade de resolver problemas práticos.*

Assim, segundo Urbaneja, Arquimedes propunha e resolvia problemas que não constavam da geometria tradicional, sobretudo a que constava *dos Elementos* de Euclides. Nesses problemas, utilizava raciocínios análogos aos utilizados para resolver questões da mecânica. Por exemplo, o raciocínio utilizado para obter a quadratura da parábola (como veremos mais adiante). Desse modo, é que para muitos historiadores a forma como Arquimedes propunha e resolvia seus problemas, com demonstrações rigorosas, vai superar consideravelmente a obra de Euclides.

Desse breve relato, podemos inferir que as raízes da matemática estiveram associadas às necessidades emergentes da sociedade e do contexto sócio-cultural, bem como também para atender às necessidades de uma classe econômica e intelectual, que via nessa ciência um campo aberto de possibilidades que tinha na lógica, na intuição e no pensamento abstrato sua fonte de inspiração.

O exemplo deixado pelo Museu e Escola de Alexandria e todo o desenvolvimento científico que propiciou, mais uma vez nos mostra que não é possível alcançar uma produção de conhecimento científico sem um ambiente sócio-político-cultural favorável. Para que o conhecimento cresça e se difunda, o fator sociológico é fundamental. Sendo assim, segundo Struik (1998, p.24):

---

[3] Plutarco (50-125 d.C) nasceu em Querona (Grécia) dentro de uma prospera família de comerciantes. Aos vinte anos se mudou para Atenas para estudar retórica e ciências, Viajou também para o Egito e residiu algum tempo em Roma. Ali foi professor de Adriano, que posteriormente se tornou imperador de Roma. Regressou a sua cidade natal onde escreveu suas obras, a maioria delas perdidas. As mais conhecidas são vidas paralelas, coleção de biografias de grandes personagens gregos e romanos e obras morais.

> *o fator sociológico pode fornecer a pista mais importante para a compreensão das mudanças no conhecimento matemático. Isso fica bem evidente quando olhamos os deslocamentos dos centros culturais e políticos em cada período da história.*

4. O Papel Social da Matemática no Período Romano

Por volta do século II a.C chega ao fim quase seis séculos de domínio grego iniciando o período dominado pelo Império Romano. Com ascensão dos romanos ao poder começou um período de transformações rápidas e radicais na Matemática, tanto em seu conteúdo como na forma de concebê-la. Essas mudanças mais uma vez estiveram atreladas às novas condições econômicas, sociais, políticas e culturais impostas pelo modo romano de governar. Por exemplo, o imperador Diocleciano (245-313) diferenciava geometria de matemática. A importância dada à geometria foi grande a ponto de ser ensinada nas escolas públicas, enquanto que o ensino da Matemática foi proibido, situação que perdurou até a Idade Média.

Desse modo, a grandiosa herança cultural, filosófica e matemática deixada pelos gregos, com sua eterna sede de conhecimento, aos poucos foram sendo abandonada e substituída por práticas matemáticas mais voltadas para as necessidades do modo de vida dos cidadãos romanos. Se a geometria foi considerada imprescindível se deve ao fato de ser útil a construção civil. Pois os romanos destinaram esforços ímpares na construção de palácios, templos, casas de banho, urbanização das cidades e construção de arenas para as práticas esportivas da época, *etc*.

O nome mais importante desse período foi o do Arquiteto romano Vitrúvio (c. séc. I a. C). Ele se dedicou a construção de máquinas de guerra e sua maior obra foi um tratado de Arquitetura em dez volumes que também se constituiu em uma importante obra de Matemática. Era um manual prático de construção civil que trazia bastante conteúdo matemático sendo utilizado até depois da Idade Média como livro de Arquitetura e de Matemática. Para Vitrúvio os três grandes descobrimentos matemáticos foram o triangulo retângulo, de lados 3, 4 e 5, a irracionalidade da diagonal do quadrado de lado um e a solução de Arquimedes dada ao problema da coroa do rei Herón (HERRERA, 2003).

Assim, é sabido que os romanos não deram contribuição significativa ao desenvolvimento da Matemática e da ciência, para eles a ciência pura e a Matemática não tinham nenhum valor, conforme vemos nas palavras de Herrera: “sua incapacidade para desenvolver a matemática se baseava fundamentalmente no fato de que para governar um grande império, o que buscavam era a resolução de problemas práticos” (p. 52).

Mesmo depois da ascensão do cristianismo no mundo grego-romano, por volta do século II da era cristã, não houve mudanças significativas na forma de conceber o conhecimento matemático e científico. Ao contrário argumenta-se que as condições para o desenvolvimento científico foram pioradas em conseqüência da nova ordem religiosa imperante. Na visão cristã “os humanos, pecadores por natureza, só poderiam alcançar a felicidade eterna caso se desviassem das coisas do mundo e cultivassem as do reino espiritual eterno" (GRANT, 2002, p.1). Assim, a filosofia grega e a Matemática foram consideradas conhecimento pagão e, portanto, deveriam ser banidos do meio social e do "homem pecador". A pouca produção que permaneceu se confinou aos mosteiros que se multiplicaram por toda a Europa ocidental durante fins di Império Romano e toda a Idade Média.

5. As Condições Sociais para o Desenvolvimento da Ciência e a Matemática na Idade Média

A divisão do Império Romano em Império do Ocidente, com a capital em Roma, e Império do Oriente, com capital Constantinopla, acirrou o enfraquecimento da parte ocidental e esta não sobreviveu muito chegando ao fim em 476, ano marco do início da Idade Média[4] um período hostil par o desenvolvimento da ciência e da matemática na Europa Ocidental, sobretudo no período que vai do século V ao século XII. A pouca produção matemática e científica se restringiu aos mosteiros[5], que, a partir de então, se tornaram os guardiãs da cultura e das artes e mesmo dentro destes eram poucos os que tinham acesso a sempre bem guardada biblioteca. Pois nem tudo que estava nos livros poderia ser de conhecimento público, uma vez que podiam incitar a condutas contrárias aos princípios cristãos[6].

Mesmo assim, a tradição científica de eras anteriores, embora restrita, conseguiu sobreviver durante e após o império romano, uma vez que os cidadãos romanos de classe elevada "alimentaram-se" nos clássicos gregos. Além de se constituir em uma questão de honra e poder, também serviu para preservar os interesses culturais dos romanos de poder econômico elevado. Sendo assim, não faltou quem buscasse a todo custo preservar aquela enorme herança cultural, mesmo nas situações mais adversas. Assim:

> *os romanos que sabiam grego consultavam diretamente os manuais gregos, mas a maioria absorvia conhecimento através de traduções ou súmulas em latim. Não tardou que os autores latinos começassem a compilar os seus próprios manuais sobre ciência.* (GRANT, 2002, p.13)

Desse modo, o principal trabalho dos eruditos desse período foi fazer compilações de obras antigas, com pouca produção original, por meio de enciclopédias. Essas enciclopédias se tornaram grandes manuais onde se encontrava de tudo um pouco, tais como, tratados filosóficos, sobretudo relativos às obras de Aristóteles e Platão, matemática, ciências naturais e da saúde, arquitetura e construção, normas jurídicas, etc.

---

[4] A Idade Média inicia-se no ano de 476, com a queda do Império Romano do Ocidente, e se estende até o ano de 1453 com a queda de Constantinopla. Esta divisão cronológica é repleta de fatos políticos e econômicos importantes que, de certo modo, influenciou o desenvolvimento da Matemática no Ocidente.

[5] Os mosteiros também funcionavam como escolas e era nesse ambiente que os poucos cidadãos que tinham acesso ao saber se instruíam.

[6] Esse tema é tratado com bastante riqueza de detalhes no Livro "O Nome da Rosa" de Umberto Eco, posteriormente também virou um clássico do cinema.

Dos séculos IV ao VIII os autores enciclopédicos produziram uma série de obras em latim que causaram uma grande influencia na Idade Média, pelo menos até cerca de 1200, uma vez que eram as únicas fontes de consulta para quem desejava se instruir. Especialmente em matemática, os enciclopedistas compilaram textos a partir dos clássicos gregos, em particular basearam-se nas obras de Nicômano de Gerasa, enfatizando sobre o misticismo dos números e na arte de contar. Desse modo, o conteúdo dos primeiros textos matemáticos em latim compunha o *Quadivium*, e formavam com o *trivium* as sete artes liberais[7] - base do que se ensinava nas escolas (GRANT, 2002).

Entre os maiores enciclopedistas desse período, estão Calcídio, Macróbio, Marciano Capela, Boécio, Cassiodoro, Santo Isidoro de Sevilha e Beda (O Venerável). Dentre esses, Âncio Mânlio Boécio (ca. 480-524) foi considerado um dos melhores enciclopedistas latinos, pois dominava bem o grego e soube fazer uso desse conhecimento. Coube a Boécio escrever sobre o "*quadrívium*", termo que utilizou pela primeira vez para se referir as quatro ciências matemáticas dentro das sete artes liberais. Também "traduziu a obra *Introdução a Aritmética* de Nicômano e ainda acrescentou comentários sobre os tratados lógicos de Aristóteles, sobre *os Elementos* e, possivelmente, sobre obras de Arquimedes" (GRANT, 2002, p.15)

Depois da conquista do Egito pelos mulçumanos a maioria dos sábios gregos buscou abrigo em Constantinopla que havia se tornado a capital do Império Bizantino em 376, após a mencionada divisão do Império Romano em Império do Ocidente e Império do Oriente. Todavia, manter a atividade intelectual nos moldes do pensamento grego não foi tarefa fácil, uma vez que o ambiente se tornou cada vez mais hostil sobre a égide cristã de Bizâncio. Mesmo assim, nesse ambiente, os estudiosos conseguiram manter um relativo acervo de obras gregas de forma segura, obras essas que só chegaram à Europa Ocidental 800 anos mais tarde, onde o ambiente era muito mais hostil. A unidade do Império Bizantino se baseou na cultura helênica, assim, soube preservar "os tesouros" da antiguidade grega bem mais do que a parte ocidental do Império Romano, uma vez que o grego a língua corrente. As principais contribuições matemáticas bizantinas referem-se aos sucessivos comentários aos clássicos gregos. Os principais matemáticos (comentadores) desse período são *Isidoro de Mileto*, um dos últimos diretores da academia de Platão, a qual se manteve em funcionamento até 529; *Antônio de Tralles*, *Juan Filopón*, dentre outros. Por exemplo, Isidoro de Mileto trabalhou sobre as obras de Arquimedes e Apolônio. Assim, a grande contribuição dos matemáticos bizantinos foi manter viva a herança do que restou dos clássicos gregos (KLINE, 1985; WUSSING, 1998).

Portanto, diante do quadro sócio-político-econômico-religioso vivido pela Europa Ocidental durante a Idade Média, bem como as dificuldades dos matemáticos bizantinos em manter acesa a chama do conhecimento herdado dos gregos, coube a Índia e a Arábia contribuírem com a continuidade da atividade matemática alcançando o brilhantismo de

[7] As "sete artes liberais" abrangiam disciplinas tanto verbais como matemáticas. As três primeiras conhecidas como "*trívium*" incluíam gramática, retórica e alógica (ou dialética); enquanto as quatro últimas compunham o "*quadrivium*" e abrangia aritmética, geometria, astronomia e música. Essas sete disciplinas se constituíam na base do ensino o Império Romano e toda a Baixa Idade Média, sendo uma herança da cultura clássica grega.

introduzirem importantes métodos e conhecimentos matemáticos de largo alcance que até hoje se constituem em componentes imprescindíveis para o ensino da matemática atual. Especialmente nos países sob influência mulçumana a matemática se desenvolveu bem mais até os séculos XIII-XIV do que se comparada aos países sob domínio cristão.

Os hindus, influenciados de algum modo pela obras gregas, deram importantes contribuições no campo da aritmética (primeiros a utilizarem o sistema decimal posicional), trigonometria e da álgebra (sobretudo na resolução de problemas envolvendo regra de três bem como diversos problemas envolvendo expressões algébricas, equações quadráticas, etc.) que só chegaram à Europa depois de 1200.

Os árabes, cujo império em seu apogeu se estendia por todas as terras que faziam fronteira entre o mar mediterrâneo e o Oriente Próximo e Oriente Médio abarcando muitos povos unidos pela religião mulçumana, conseguiram absorver parte das contribuições gregas e hindus e também fizeram grandes progressos no campo da álgebra, astronomia, geografia e óptica. Também criaram escolas e universidades, como a casa da Sabedoria (Bait AL-hikma), fundada em cerca de 800 em Bagdá, atual Iraque, sendo considerada pelos historiadores como comparável ao Museu de Alexandria. À casa da Sabedoria foram atraídos muitos sábios e eruditos e foi nesse ambiente cultural que o gosto pela matemática pode ser mantido e muitas obras clássicas gregas foram traduzidas para o árabe, dentre elas *Os Elementos*.

Nesse centro de estudos trabalhou *ibu-Musa AL-Khowarizmi*, cujo personagem se tornou tão conhecido quanto Euclides. Entre os trabalhos de AL-Khowarizmi consta uma completa exposição do sistema de numeração hindu ou o sistema de numeração decimal posicional. Sendo essa obra posteriormente traduzida para o latim e difundida na Europa depois de 1200. AL- khowarizmi, algumas vezes, foi considerado equivocadamente como o criador desse novo sistema de numeração, que mais tarde veio a prevalecer sobre todos os outros e tornando-se o sistema oficial de uso em toda a Europa pela sua praticidade de uso, sobretudo nas atividades comerciais e econômicas.

AL-Khowarizmi também escreveu uma obra sob o título *AL-jabr Wa'lmuqabalah*[8] cujo nome deu origem ao termo *álgebra* e foi essa obra que chegou a Europa, sendo traduzida para o latim e consolidando a álgebra como um ramo da matemática. A versão latina de *Álgebra* de Al-Khowarizmi se inicia com explanação introdutória sobre o princípio posicional para números e depois introduz a resolução de seis tipos de equações divididas em seis capítulos e formadas por três espécies de quantidades: "raízes, quadrados e números (isto é x, x^2 e números)" (BOYER, 1998; p.157).

Esses seis casos, segundo os historiadores, "esgotam as possibilidades" no estudo de equações lineares com raiz positiva. AL-Khowarizmi as expõe de forma tão clara que se torna quase impossível não compreendê-las com algum estudo. Por isso, muitas vezes, é considerado o pai da álgebra. Todavia, não há certeza de que as ideias de AL-khowarizmi tenham sido originais, é possível que as tenha ampliado a partir de obras indianas ou

[8] Não se sabe exatamente o que significam os termos *AL-jabr* e *muqabalah*. Todavia a interpretação usual que se dão é que a palavra Al-jabr significa "restauração" ou "complementação" e parece referir-se a transposição de termos subtraídos para outro lado da equação, já a palavra *muqalbalah*, refere-se a "redução" ou "equilíbrio" – ou seja, refere-se ao cancelamento de termos semelhantes em lados opostos da equação (BOYER, 1998, P. 156)

chinesas. Mesmo assim, foi o trabalho de AL-khowarizmi que se tornou conhecido, difundido e ampliado pelos matemáticos ocidentais tempos depois e, juntamente com o trabalho de Diofanto, serviram de base para um estudo mais sistemático sobre equações, variações e, posteriormente, o salto para as funções. Fundamentais para o desenvolvimento de diversos ramos da matemática, como por exemplo, o Cálculo Diferencial e Integral no século XVII.

De todo o exposto, vimos que a divisão do Império Romano, em finais do século III, em Império do Ocidente e Império do Oriente, trouxe importantes conseqüências para o desenvolvimento intelectual e científico e serviu para que hindus e árabes pudessem continuar a desenvolver a ciência com importantes contribuições. Enquanto os árabes preservavam a herança clássica grega, por meio de uma vasta tradução de obras gregas para o árabe, o conhecimento da língua grega no Ocidente tornou-se cada vez mais raro, sendo ainda cultivada no Império Bizantino.

Assim, para que um tratado científico grego se tornasse acessível ao ocidente latino era necessário que primeiro fosse traduzido do grego para o latim. “Poucos tratados o foram. Além de um pequeno número de tratados médicos hipocráticos e das poucas traduções conduzidas por estudiosos como Calcídio e Boécio” (GRANT, 2002, p.21). A exceção também de alguns dos trabalhos dos enciclopedistas, conforme já mencionados. Essa situação se estendeu dos séculos IV ao IX, pois a maioria dos centros urbanos da Europa Ocidental vivia um clima de declínio econômico e apatia intelectual. Nas palavras de Grant (2002):

> [...] *um período que abrange o Baixo Império Romano e a Alta Idade Média, por vários motivos, incluindo as lutas civis pela sucessão imperial que conduziram a um império dividido em duas partes, ocidental e oriental, a crise econômica por causa do comércio em declínio e dos impostos esmagadores, as migrações em massa e as invasões dos povos germânicos e celtas em áreas anteriormente dominadas por Roma. Com o declínio da urbe, a educação e o conhecimento acolheram-se nos pequenos e grandes mosteiros que surgiram nas áreas rurais da Europa* [...] (GRANT, 2002; pp. 21-22).

Ainda, nas palavras de Wussing (1998):

> [...] *Se formou assim, entre os séculos V e o século XI o feudalismo europeu, que se caracterizou por sua economia natural, a ligação dos campesinos com a terra (servidão), a pressão extraeconômica e um ínfimo nível de técnica. Devemos acrescentar a isto que, nos primeiros séculos, a postura anticientífica, ou ao menos de marcado desinteresse científico, da Igreja Cristã. Esta encontrou nos chamados Padres da*

> *Igreja (séculos II-V) sua expressão pragmática. Tertuliano via na filosofia, ou seja, na ciência helenística, a verdadeira fonte da heresia e acentuava a inquestionável diferença entre crer e saber:* o desejo de uma curiosidade intelectual não nos é necessário desde Jesus Cristo; a investigação tão pouco desde o evangelho. (p. 88)

Diante desse cenário, o desenvolvimento da matemática na Europa feudal alcançou seu pior momento se limitando ao cálculo elementar com o uso do ábaco, um complicado sistema de cálculo com os dedos, um uso elementar na agrimensura e o cálculo de dias de datas festivas da igreja, especialmente a páscoa. Portanto, não era de esperar que grandes contribuições fossem dadas ao desenvolvimento científico e matemático, pois a luta pela sobrevivência, manutenção dos territórios já conquistados e ser fiel aos princípios cristãos era o mais importante.

Todavia, por volta do século IX são registradas as últimas invasões ao território europeu do ocidente. Finda essa ameaça constante, uma nova Europa começa a emergir com o surgimento de novas instituições, aumento no setor comercial e industrial e, uma significativa melhora no sistema de produção agrícola, o que veio amenizar um dos problemas recorrentes de épocas anteriores: a fome. Isso favoreceu também ao aumento da população urbana como o surgimento de vilas e cidades e melhores condições de vida à população; o que se refletiu também em melhores condições para o desenvolvimento da ciência.

Esse novo momento, no transcorrer dos séculos XI e XII, permitiu que a sociedade feudal européia alcançasse o auge de sua prosperidade econômica. Além disso, o significativo aumento na produção material e agrícola e, em especial, na produção artesanal fez com que todas as partes da Europa Ocidental, Meridional e Central se transformassem em importantes centros econômicos e, assim:

> *A atividade artesanal se especializou em novas formas de organização: os grêmios. O intercambio comercial, amplamente estendido pôs o mundo cristão em estreita relação com a cultura islâmica, especialmente na Espanha e na Sicília; ali os europeus conheceram, entre outras coisas, os resultados da matemática islâmica*. (WUSSING, 1998, p. 89).

Esse renovado ambiente também favoreceu que as escolas monásticas das cidades de Paris, Orleães, Toledo, Chartres, Colônia, dentre outras se transformassem em grandes centros intelectuais e, com isso, conseguiram atrair uma grande quantidade de mestres e alunos de todas as partes da Europa. Essas escolas passaram então a preparar futuros mestres para o ensino, daí surgiram grandes mestres.

Dentre os quais Gerberto de Aurilaac (ca. 946-1003), posteriormente Papa Silvestre II (999-1003), que se destacou como um dos grandes mestres de escolas catedrais. Gerberto (Papa Silvestre II) fez contatos com a Igreja na Espanha Setentrional e, desses contatos, obteve traduções latinas de tratados árabes. A partir de tais traduções tomou conhecimento do ábaco e do astrolábio. Sobre o que assinala Wussing (1998):

> *Um dos casos mais significativos do encontro da Idade Média latina com o mundo do Islam no campo da matemática se faz com o monge francês Gerberto, que no ano de 999 subiu ao trono papal com o nome de Silvestre II. Na Espanha conheceu os números árabes, embora os usasse ainda de forma absurda, pois os escrevia nas fichas de cálculo do ábaco. De qualquer modo temos que agradecer a Gerberto que nos proporcionou a primeira representação por escrito do cálculo com ábaco* (p. 90).

Assim, como professor na escola catedral de Reims, Gerberto ensinou as sete artes liberais e deu especial atenção à matemática e a Astronomia. Embora não sendo original, adquiriu a admiração de seus alunos e, estes, continuaram a expandir os seus ensinamentos, realçando a ciência como parte integrante das sete artes liberais. “Muitas escolas catedrais que adquiriram proeminência nos séculos XI e XII, substituindo as escolas monásticas como centros de estudo foram fundadas ou revivificadas por discípulos de Gerberto” (GRANT, 2002; p. 23).

Com esse “espírito” renovado questões relativas à natureza começaram a ser fortemente postas. Contribuiu para isso, especialmente, a leitura de obras como *o Timeu* de Platão e textos latinos dos enciclopedistas. Assim, esse material “mais substancial” sobre filosofia natural abriu caminho para maiores questionamentos sobre a natureza e o seu funcionamento independente da visão da Igreja Cristã de então. Com isso, os filósofos naturais começaram a despertar para:

> *a ideia de que Deus era a causa direta e imediata de tudo cedeu perante uma interpretação do mundo que partia do princípio de que os objetos naturais eram susceptíveis de atuar diretamente uns sobre os outros. Deus conferira à natureza o poder e a capacidade para ser a causa de todas as coisas. Fizera dela uma entidade auto-operante. A natureza, ou o cosmo, era assim, objetivada e concebida como um todo harmonioso, regido por leis, bem ordenado e auto-suficiente, que podia ser investigado pela inteligência humana*. (GRANT, 2002, p.24).

A percepção sobre o mundo, visto como uma entidade imprevisível e fortuita mudou para enxergá-lo agora como um mecanismo de funcionamento regular, ou “máquina”, como passou a ser comumente chamado no século XII. A partir de então prevaleceu o conceito de “curso normal da natureza”, por meio do qual esta funcionava de forma rotineira e regular, só tendo seu “curso natural” afetado por intervenção divina.

Todavia, essa "recém-desperta" maneira de perceber a natureza já se mostrou ameaçadora aos interesses da Igreja e logo teólogos fiéis à tradição se puseram a questionar e denunciar o que chamaram "incessantes investigações sobre a "*composição do globo"*, a natureza dos elementos, a localização das estrelas, a natureza dos animais, a violência do vento, a natureza dos animais" (GRANT, 2002, p.25). Na defesa dos filósofos naturais falou Guilherme de Conches, ao declarar que:

> *Ignorantes eles próprios das forças da natureza e querendo ser acompanhados na sua ignorância, não querem que as pessoas investiguem sobre coisa alguma; querem que acreditemos como camponeses sem nos interrogarmos quanto ao motivo por detrás de todas as coisas... Mas nós dizemos que o motivo por detrás de todas as coisas deve ser procurado... Se sabem de alguém assim inquisitivo logo chamam que é um herético, dando mais confiança à sua atitude monástica do que à sabedoria* (apud.GRANT, 2002, p.25)[9].

Os filósofos naturais na pessoa de Guilherme insistiram que suas ideias e necessidades de investigar a natureza não diminuíam o poder de Deus, ao contrário esse poder era aumentado, uma vez que atribuíam o funcionamento da natureza a causas secundárias. Assim, aqueles imbuídos em compreender o funcionamento da natureza defendiam que cabia aos fieis descobrir as leis que a faziam funcionar. "A natureza, ou o cosmo, era uma entidade que devia ser estudada a fim de se compreender melhor a criação de Deus" (*ibidem*, p.25).

Portanto, aos poucos, a Europa começa a superar os séculos de atraso assumindo novamente a linha de frente na produção do conhecimento científico e matemático. Como isso foi possível? Novamente, veremos que os fatores sociais e econômicos foram determinantes. O novo ambiente cultural e intelectual que a Europa começou a experimentar a partir de então favoreceu a que uma grande quantidade de obras gregas, antes obscuras ao mundo europeu, fosse traduzidas para o latim, promovendo uma abertura para a troca de experiências entre o ocidente e o mundo hindu-islâmico (ou hindu-arábico) e, uma retomada aos estudos dos clássicos da filosofia grega.

Assim, essa nova forma de conceber o mundo e a natureza, embora que ainda, baseada nas obras dos enciclopedistas latinos e o *Timeu* de Platão, não tardou que o interesse por outras obras da antiguidade grega fosse cada vez mais crescente, como também crescente foi a influencia da ciência e filosofia natural produzida no mundo islam. Assim:

---

[9] Conforme Grant (2002, p.25) citado do original: Nature, Man and Society in the Twelfth Century: Essays on the New Theological Perspectives in the Latin West de M. D. Chenu, selecionado, editado e traduzido por Jerome Taylor e Lester K. Litle (Chicago: University of Chicago Press, 1968; originalmente publicado na França em 1957, p. 10)

> *O desejo pela aquisição do conhecimento grego-árabe (ou grego-islâmica) cresceu a partir de uma reverencia pelo conhecimento e sabedoria antigos, na medida em que os estudiosos do século XII reconheciam a sua dívida incalculável para com seus predecessores [...] A notícia de tratados que existiam em grego ou em árabe, mas que no ocidente apenas se conheciam pelo título, ou nem isso, despertou a curiosidade e a apetência dos estudiosos ocidentais, ao mesmo tempo em que reforçou ainda mais uma sensação de enorme privação intelectual* (GRANT, 2002, p. 26).

Tudo isso levou os eruditos da Europa durante o século XII a experimentarem uma nova etapa no conhecimento: a das grandes traduções. A partir de então:

> *Começaram a traduzir obras do grego e do árabe para o latim porque, como frequentemente afirmam nos seus prefácios, queriam apresentar os tesouros do oriente ao ocidente e, assim, aliviar a "pobreza dos latinos" em tantos campos do saber. [...] As suas traduções constituem um dos verdadeiros pontos de virada na história da ciência e filosofia natural ocidentais* (GRANT, 2002, p.26*).*

Sendo assim, em função da nova conjunção social, se torna evidente que os séculos XII e XIII propiciaram uma revolução no pensamento científico que, sem dúvida, foram determinantes para o progresso da ciência e da matemática nos séculos subsequentes e para tirar definitivamente a Europa do marasmo científico e intelectual em que se encontrava. Esse momento ímpar na história foi motivado pelo recuo dos Mulçumanos na Espanha[10], com a queda da cidade de Teledo em 1085 e a conquista da Sicília em 1091. Daí, uma "Europa Ocidental revigorada tomou posse de significativos centros de conhecimento árabe" (p.27)[11].

O grande interesse dos tradutores recaiu soube obras de natureza científica e filosófica. Nesse bojo figura traduções de importantes obras matemáticas, como a álgebra de AL-Khowarizmi, traduzido por volta de 1140, por João de Sevilha; uma antologia árabe

[10] A expansão territorial do Islam chegou até a Espanha, ali, na Idade Média, se concentrou um conjunto multiculral de sabres que aos poucos foram transmitidos também aos reinos cristãos da Espanha. (CASALDERREY, 2000).

[11] Toledo – Espanha se tornou o principal centro de traduções e um importantíssimo centro cultural, após a expulsão dos Mulçumanos. Para esta cidade se dirigiram estudiosos de todas as partes da Europa. O caráter internacional deste extraordinário momento vivido pela história da ciência fica evidenciado pelos nomes de alguns dos grandes tradutores que para lá se dirigiram: Platão de Tivoli, Gerardo de Cremona, Pedro Alfonso, Saravorda e João de Sevilha, Alfredo Sareshel (ou Alfredo o Inglês) e Hermann, o Alemão. (CASALDERREY, 2000; GRANT, 2002).

de Euclides, traduzida em 1150, por Adelardo de Bath e Gerardo de Cremona. Este último fez também importantes traduções das obras de Aristóteles (*Física*, *Sobre os Céus e o Mundo*, *Sobre a geração e a Corrupção e Meteorologia*), dos *Elementos* de Euclides, do *Alamgesto*, de Ptolomeu e a *Geometria dos Três Irmãos*, que contém importantes técnicas matemáticas de Arquimedes. (WUSSING, 1998; GRANT, 2002).

Na medida em que avançavam as traduções um novo mundo se descortinou àqueles estudiosos "sedentos" por novos conhecimentos. Esse "novo mundo" trouxe ímpeto às ciências naturais e a matemática[12], cujas conseqüências foram marcantes para o desenvolvimento científico nos séculos XIV, XV e XVI. Notadamente, as traduções, difusão e assimilação das obras de Aristóteles transformaram a vida intelectual da Europa Ocidental, tanto no campo da ciência quanto no da religião esse legado foi fundamental. Conforme Grant (2002):

> *Com a lógica e a filosofia natural de Aristóteles como seu núcleo, o novo conhecimento veio prover às necessidades do currículo das universidades então emergentes, que formaram um dos mais duradouros legados institucionais da Idade Média* [...] (p.37).

Além disso, o século XII viu nascerem as primeiras universidades[13] européias. Isso se deveu a vários fatores cujos já foram amplamente descritos. A nova realidade econômica (o nível de comércio e manufatura vivendo o auge – surgimento de uma economia monetária), o aumento populacional com a expansão de vilas e cidades e, o mais importante, o novo momento intelectual vivido pela Europa tudo isso foi determinante. Cabe ressaltar que na linha de frente do movimento de revitalização intelectual e cultural da Europa do Século XII estavam os mestres e os estudantes. Eles se destacaram como parte vital da sociedade e, assim, puderam se estabelecer em importantes escolas em várias catedrais da Europa Ocidental.

---

12 Ainda nos séculos XII e XIII encontramos resquícios de um avanço na matemática européia. Coma as cidades de Genova, Pisa, Veneza e Milão se firmaram como importantes pólos comercias, estabelecendo relações com o Oriente Próximo passando pelo Oriente Médio e norte da África. Dessas relações comerciais tomaram conhecimento do sistema indo-arábico e do modo como hindus e árabes faziam e registravam seus cálculos aritméticos. Por meio do mercador Leonardo Fibonacci de Pisa, que em 1202 escreveu seu livro *Liber abaci (*Livro do ábaco) esse sistema se tornou conhecido nessas cidades e, posteriormente, no restante da Europa. A obra de Fibonacci foi um divisor de águas no cálculo aritmético realizado com algarismos romanos e o cálculo, bem mais simples, utilizado pelos hindus e árabes, bem como foi uma importante obra de matemática comercial e contábil, sendo bastante difundida até o século XVII. Além disso, serviu para mostrar que o conhecimento científico não devia se limitar somente ao clero e as escolas monásticas. Na Europa medieval uma nova classe emergiu a burguesia, que também ansiava em desfrutar do saber e ter acesso ao conhecimento (WUSSING, 1998; CASALDERRY, 2000).

13 "Universidade" do latim *universitas* tem como origem as associações comerciais nascidas no bojo do desenvolvimento europeu vivido no século XII. Eram organizações ou corporações que atuavam em um mesmo ramo comercial que se organizaram para defenderem seus negócios e interesses frentes as autoridades governamentais constituídas. Essas organizações os advogados denominaram de *universitas.*

Todavia, nesses ambientes nem sempre encontravam o respaldo necessário para desenvolverem suas idéias, pois ainda estavam submetidos aos ditames governamentais ou, em especial, os eclesiais. Além disso, esses "mestres e estudantes eram, na sua maioria, estrangeiros nas cidades onde ensinavam e, consequentemente, não tinham direitos nem privilégios" (GRANT, 2002; p.41). Desse modo, perceberam que agindo individualmente era difícil negociar, com as autoridades constituídas, as condições de ensino sob as quais estavam submetidos. Isso motivou que:

> *Em Paris e noutros locais, mestres e estudantes viram as vantagens de uma associação e usaram a universitas de um negócio ou mister como modelo para a sua própria organização. No final do século XII já havia várias dessas organizações "de fato" de mestres, estudantes, ou mistas, conhecidas por "universidades" (por exemplo:* universitas magistrorum *ou "universidade de mestres",* universitas *scholarium ou "universidade de estudantes" e* universitas magistrorum et scholarium *ou "universidade de mestres e estudantes". Consequetemente, o termo veio, por se só, a ser suficiente para identificar uma instituição educacional.* (GRANT, 2002; p. 41).

Portanto, as universidades[14] já "nascem" revestidas de profundos significados e logo se transformam nos principais centros de criação e difusão do conhecimento científico, suplantando as escolas catedrais. Nessas instituições se formou uma prática científica denominada *escolástica*, ou mais comumente, ciência escolar, uma vez que o ensino se fazia por meio de "apresentação sistemática do material científico em forma de lições e intercambio de opiniões" (WUUSING, 1998; p.91)

Portanto, com as universidades passamos a assistir uma verdadeira revolução do pensamento[15] – foi o nascimento de uma ciência paralela, uma ruptura de paradigma[16]. Então, baseados em Kuhn (1975), podemos considerar que com o nascimento das universidades européias deu-se início a uma revolução no pensamento científico da idade média, uma vez que permitiu o questionamento e a ruptura de velhos paradigmas. Nas palavras de Kuhn:

---

[14] As primeiras universidades são as de Paris (1160), Oxford, Cambridge e Bolonha (ca. 1200).

[15] É importante destacar que nem todas as universidades opunham-se frontalmente aos ditames da igreja, as vezes eram apenas extensões desta.

[16] T. Kuhn foi o primeiro a empregar o termo paradigma. Depois dele, paradigma vem sendo utilizado largamente na literatura científica para indicar algo aceito pela comunidade científica. Ainda para T Kunh, todas as crises nascem com um obscurecimento de um paradigma e o conseqüente relaxamento das regras que orientam a pesquisa normal... Uma crise pode terminar com a emergência de um novo candidato a paradigma e com uma subseqüente batalha por sua aceitação... A transição de um paradigma para outro é, antes, uma reconstrução da área de estudos a partir de novos princípios. Reconstrução que altera algumas das generalizações teóricas mais elementares do paradigma, bem como muitos de seus métodos e aplicações. (p.115-116). Para Kunh, a transição para um novo paradigma é uma revolução científica (p.122).

> (...) *as revoluções científicas iniciam-se com um sentimento crescente, também seguidamente restrito a uma pequena subdivisão da comunidade científica, de que o paradigma existente deixou de funcionar adequadamente na exploração (ou explicação – grifo nosso) de um aspecto da natureza, cuja exploração fora dirigida pelo paradigma* (p.126)

Logo, com a mudança de paradigma no pensamento científico da Idade Média estava aberto o caminho para profundas mudanças no campo sócio-político da Europa. Na Europa se inicia um verdadeiro renascimento. O "Renascimento" científico, político, cultural e social da Europa é outro capítulo marcante na história das ciências e da matemática. No campo econômico marca o surgimento de uma nova classe econômica: a Burguesia[17]. Antes relegada a uma condição inferior na sociedade, a burguesia, passa a cobrar mais espaço nas decisões políticas e sociais, em função de sua crescente importância econômica.

6. Considerações finais

Assim, concluímos este ensaio sobre História e Sociologia da Matemática reforçando as afirmações de Struik defendidas na introdução: "a construção do edifício matemático é uma construção humana". No seu processo construtivo influenciou e foi influenciada pelo desenvolvimento da sociedade. Ora se destacou em lugar ora em outro. Não se manteve "alheia" às convulsões sociais. Propiciou experiências sociais e culturais amplamente variadas, em que povos aprenderam com outros povos. Concomitante com o progresso da Matemática, diversos povos e culturas emergiram e submergiram. Devemos ainda assegurar que no seu desenvolvimento, a Matemática requereu homens de talento incomum e governantes com visão superior e sensibilidade para as questões intelectuais e culturais. Enfim, não dá para dissociar desenvolvimento da matemática das raízes culturais de cada época e cada grupo humano

Referências Bibliográficas

CASALDERREY, F. M. *Cardano y tartaglia:lãs matemáticas en el Renascimento italiano*. (Coleção*:* La matemática em SUS personajes). Editora Nivola. Madri, 2000.

D'AMBROSIO, U. *Educação Matemática: da teoria à prática.* 2ed. Campinas: Papirus, 1997.

[17] Burguesia, segundo o Dicionário de Política, não tem um sentido unívoco, podendo-se dar duas definições alternativas. Num primeiro sentido, que se perdeu muito de sua validade quando referido à sociedade atual, entende-se por Burguesia a camada social intermediária , entre a aristocracia e a nobreza, detentoras hereditárias do poder e da riqueza econômica, e o proletariado, composto de assalariados ou mais genericamente de trabalhadores manuais. Originalmente o termo Burguesia , cuja raiz se encontra no vocábulo latino medieval *Burgensis*, caracteriza os habitantes do burgo, da cidade. Na passagem da Idade Média para a Idade Moderna, o habitante da cidade adquire uma configuração típica de classe: afirma-se como artesão, como comerciante, como pequeno e médio proprietário rural ou imobiliário, como representante da lei, enfim, como "capitalista".

D'AMBROSIO. U. Tendências Historiográficas na História da Ciência. In: *Escrevendo a História da Ciência*. (Orgs. Alfonso-Goldfarb, A M & Beltran, M. H.) São Paulo: EDUC/FAPESP, 2002. p.165-200.
GRANT, E. *Os Fundamentos da Ciência Moderna na Idade Média*. Porto Editora. Porto (PT), 2002. (Tradução: Carlos Grifo Babo).
HERRERA, R.T. *Arquímedes alredor del círculo.* (Coleção: La matemática em sus personajes, v.1). 2ed. Madri :Nivola., 2003.
HERSH, R & DAVIS, P. J. *A Experiência Matemática.* Tradução: José Soares de Almeida, Lisboa Ed. Gradiva, 1995.
KUNH, T. S. A Estrutura das Revoluções Científicas. São Paulo Coleção Debates. Editora Perspectiva, 1975. 258p.
STRUIK, J. D. *Sobre a Sociologia da Matemática.* In. Sociologia da Matemática. Lisboa Cadernos de Educação e Matemática. (Org. Grupo TEM), 1998.
URBANEJA, P.M. G eti ali. *Método de Arquímedes*. Fundació Bernat Metge - 1997 - 221 páginas.
WUSSING, H. *Leciones de História de lãs Matemáticas.* Editora Siglo XXI de Espanha Editores, AS. Madri. 1998.

Maria Deusa Ferreira da Silva
Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB – Brasil
E-mail: mariadeusa@gmail.com

Iran Abreu Mendes
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN – Brasil
E-mail: iamendes1@gmail.com