



ESTUDIOSOS EM  
**CIÊNCIAS  
E MATEMÁTICA**  
NO MUNDO ISLÂMICO MEDIEVAL

ORGANIZADORAS

BERNADETE MOREY  
ANA CAROLINA COSTA PEREIRA



## **UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ**

### **REITOR**

Hidelbrando dos Santos Soares

### **VICE-REITOR**

Dárcio Ítalo Alves Teixeira

### **EDITORA DA UECE**

Cleudene de Oliveira Aragão

### **CONSELHO EDITORIAL**

Antônio Luciano Pontes	Lucili Grangeiro Cortez
Eduardo Diatahy Bezerra de Menezes	Luiz Cruz Lima
Emanuel Ângelo da Rocha Fragoso	Manfredo Ramos
Francisco Horácio da Silva Frota	Marcelo Gurgel Carlos da Silva
Francisco Josênio Camelo Parente	Marcony Silva Cunha
Gisafran Nazareno Mota Jucá	Maria do Socorro Ferreira Osterne
José Ferreira Nunes	Maria Salete Bessa Jorge
Liduina Farias Almeida da Costa	Silvia Maria Nóbrega-Therrien

### **CONSELHO CONSULTIVO**

Antônio Torres Montenegro   UFPE	Maria do Socorro Silva Aragão   UFC
Eliane P. Zamith Brito   FGV	Maria Lírida Callou de Araújo e Mendonça   UNIFOR
Homero Santiago   USP	Pierre Salama   Universidade de Paris VIII
Ieda Maria Alves   USP	Romeu Gomes   FIOCRUZ
Manuel Domingos Neto   UFF	Túlio Batista Franco   UFF

ESTUDIOSOS EM  
**CIÊNCIAS  
E MATEMÁTICA**  
NO MUNDO ISLÂMICO MEDIEVAL

ORGANIZADORAS

BERNADETE MOREY  
ANA CAROLINA COSTA PEREIRA



1ª Edição  
Fortaleza - CE  
2021



# ESTUDIOSOS EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA NO MUNDO ISLÂMICO MEDIEVAL

© 2021 *Copyright by* Ana Carolina Costa Pereira e Bernadete Morey

O conteúdo deste livro, bem como os dados usados e sua fidedignidade, são de responsabilidade exclusiva do autor. O download e o compartilhamento da obra são autorizados desde que sejam atribuídos créditos ao autor. Além disso, é vedada a alteração de qualquer forma e/ou utilizá-la para fins comerciais.

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS

Editora da Universidade Estadual do Ceará – EdUECE  
Av. Dr. Silas Munguba, 1700 – Campus do Itaperi – Reitoria – Fortaleza – Ceará  
CEP: 60714-903 – Tel: (085) 3101-9893  
www.uece.br/eduece – E-mail: eduece@uece.br

Editora filiada à



## Coordenação Editorial

Cleudene de Oliveira Aragão

## Capa e Ilustração

Raylane Sampaio Nogueira

## Diagramação

Narcelio Lopes

## Revisão de Texto

Maria Polyanne Andrade de Alcântara

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Estudos em ciências e matemática no mundo islâmico medieval [livro eletrônico] / organizadoras Bernadete Morey, Ana Carolina Costa Pereira. -- 1. ed. -- Fortaleza, CE : Editora da UECE, 2021.  
PDF

Vários autores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-86445-91-6

1. Ciências 2. Civilização islâmica 3. Islamismo  
4. Matemática I. Morey, Bernadete. II. Pereira, Ana Carolina Costa.

21-72842

CDD-507

Índices para catálogo sistemático:

1. Mundo islâmico medieval : Estudo : Ciências e matemática 507

Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

# APRESENTAÇÃO

O presente livro nasceu com o propósito de ajudar no preenchimento de uma lacuna na bibliografia referente às ciências e às matemáticas no mundo islâmico medieval. Nós, os autores envolvidos na publicação do livro, somos educadores matemáticos que estudam a história da matemática com objetivos pedagógicos. Nossos estudos se iniciaram há três ou quatro anos e a sensação foi de uma janela que se abriu para um mundo, até então, desconhecido, um mundo que pede para ser explorado.

Sendo assim, o livro, que ora apresentamos, reúne os primeiros resultados de nossos esforços para compreender o mundo islâmico medieval. Sendo uma obra inicial, ela traz uma forte característica biográfica, o que quer dizer que cada capítulo é centrado em um autor, em sua vida e em sua obra. Achamos que essa é uma boa maneira de familiarizar o leitor com os nomes mais importantes da matemática islâmica medieval.

Apresentamos, aqui, de modo breve, a organização do livro. Ele tem nove capítulos e cada um se propõe a discorrer sobre assuntos relacionados ao tema central: **estudos sobre as ciências e as matemáticas no mundo islâmico medieval**. O **capítulo 1**, da autora Bernadete Morey, aborda o mundo islâmico medieval em vários aspectos interligados, a geografia da região em questão, da sua história política, de sua cultura, dos caminhos que levaram à produção científica; o **capítulo 2**, do autor Fabian Arley Posada-Balvin, apresenta o Abu Ja'far Muhammad Ibn Musa Al-Khwarizmi e a Casa da Sabedoria (780-850); o **capítulo 3**, da autora Midori H. Camelo,

fala sobre Abū al-Wafā' Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yahyá ibn Ismā'īl ibn al-'Abbās al-Būzjānī (940-997); o **capítulo 4**, da autora Giselle Costa de Sousa, apresenta o Abu Arrayhan Muhammad Ibn Ahmad Al-Biruni (973 – 1048); o **capítulo 5**, do autor Francisco de Assis Bandeira, traz o estudo de Ghiyāth Al-Dīn Abū'l-Faṭḥ 'Umar Ibn Ibrāhīm Al-Naysābūrī Al-Khayyām (1048-1131); o **capítulo 6**, de Gabriela Lucheze de Oliveira Lopes, apresenta o Abu Ali Al-Husain Ibn Abdallah Ibn Sina; o **capítulo 7**, dos autores Severino Carlos Gomes e Bernadete Morey, apresenta o Sharaf Al-Dīn Al-Muzaffar Ibn Muhammad Ibn Al-Muzaffar Al-Tūsī (C. 1135 – C. 1213); o **capítulo 8**, de Kaline Andreza de França Correia Andrade, fala sobre Ghiyāth Al-Dīn Jamshīd Mas'ūd Al-Kāshī (1380-1429) e, por fim, o **capítulo 9**, das autoras Ana Carolina Costa Pereira e Bernadete Morey, traz um estudo sobre Abu Jacfar Muhammad B. Muhammad B. Al-Hasan Nasīr Al-Dīn Al-Tūsī (1201-1274).

Esperamos dar continuidade à temática tratada neste livro, porém mudando o foco para o estudo e a análise das principais obras das ciências e das matemáticas produzidas no mundo islâmico medieval.

Aos leitores, este livro compõe o empenho de pesquisadores e professores que vislumbram perspectivas de pesquisas envolvendo os estudos sobre as ciências e as matemáticas no mundo islâmico medieval. Consideramos que essa temática pode contribuir para a formação de pesquisadores na área da história da matemática, como também para discentes que estão começando os estudos no assunto, que necessitam transpor as barreiras iniciais da pesquisa acadêmica.

*As Organizadoras*

# Sumário

**APRESENTAÇÃO** ..... 5

**CAPÍTULO 1 – O MUNDO ISLÂMICO MEDIEVAL E OS ESTUDOS EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA** ..... 8

*Bernadete Morey*

**CAPÍTULO 2 – ABU JA'FAR MUHAMMAD IBN MUSA AL-KHWARIZMI E A CASA DA SABEDORIA (780-850) [AL-KHWARIZMI]** ..43

*Fabian Arley Posada-Balvin*

**CAPÍTULO 3 – ABŪ AL-WAFĀ' MUḤAMMAD IBN MUḤAMMAD IBN YAḤYĀ IBN ISMĀ'ĪL IBN AL-'ABBĀS AL-BŪZJĀNĪ (940-997)..68**

*Midori H. Camelo*

**CAPÍTULO 4 – ABU ARRAYHAN MUHAMMAD IBN AHMAD AL-BIRUNI (973 – 1048)..... 98**

*Giselle Costa de Sousa*

**CAPÍTULO 5 – GHIYĀTH AL-DĪN ABŪ'L-FATH 'UMAR IBN IBRĀHĪM AL-NAYSĀBŪRĪ AL-KHAYYĀM (1048-1131)..... 127**

*Francisco de Assis Bandeira*

**CAPÍTULO 6 – ABU ALI AL-HUSAIN IBN ABDALLAH IBN SINA... 148**

*Gabriela Lucheze de Oliveira Lopes*

**CAPÍTULO 7 – SHARAF AL-DĪN AL-MUZAFFAR IBN MUHAMMAD IBN AL-MUZAFFAR AL-TŪSĪ (c. 1135 – c. 1213) ..... 158**

*Severino Carlos Gomes e Bernadete Morey*

**CAPÍTULO 8 – GHIYĀTH AL-DĪN JAMSHĪD MAS'ŪD AL-KĀSHĪ (1380-1429)..... 183**

*Kaline Andreza de França Correia Andrade*

**CAPÍTULO 9 – ABU JA'FAR MUHAMMAD B. MUHAMMAD B. AL-HASAN NASĪR AL-DĪN AL-TŪSĪ (1201-1274) ..... 202**

*Ana Carolina Costa Pereira e Bernadete Morey*

## O MUNDO ISLÂMICO MEDIEVAL E OS ESTUDOS EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

*Bernadete Morey*

### INTRODUÇÃO

O presente capítulo, o primeiro do livro, abre o relato sobre a produção em ciências e matemática, cujo testemunho nos foi legado pelos estudiosos que viveram e trabalharam no mundo islâmico medieval. O escopo do livro foi pensado para ter um capítulo introdutório e os demais capítulos cada um dedicado, mais especificamente, a um autor islâmico medieval.

Pensamos, então, que o primeiro capítulo seria aquele que apresenta ao leitor o mundo islâmico medieval, o que faz com que seu conteúdo abarque vários aspectos interligados e, para citar apenas alguns, falaremos da geografia da região em questão, da sua história política, de sua cultura, dos caminhos que levaram à produção científica. Sendo assim, começamos por um relato sobre o surgimento do Islã, a formação do mundo islâmico, sua transformação por meio de conquistas, de califado inicial em um extenso império e, por fim, seu desmembramento em estados independentes, porém com uma característica comum, o Islã. A seguir, voltamo-nos para a busca de esclarecimentos dos caminhos que levaram à produção científica e matemática e para a caracterização da matemática produzida pelos matemáticos islâmicos.

Dois historiadores da ciência (mais especificamente, da matemática) têm presença constante, aqui, no primeiro capítulo: um deles é Andrei Pávlovich Yushkiévitch (Андрей Пáвлович Юшкéвич), historiador soviético da matemática medieval, viveu de 1906 a 1993; o outro é Ahmed Djebbar, de origem argeliana, que vive e trabalha na França, na Universidade de Lille, pesquisa história da matemática islâmica, com ênfase nos matemáticos da Espanha e do norte da África.

Levamos, também, em conta que a pouca familiaridade com os povos que habitavam (ou habitam) as regiões palco de nossos relatos poderia dificultar enormemente a leitura do texto e é, por isso, que optamos por recorrer ao providencial atlas de Collin McEvedy ou aos mapas disponíveis no Creative Commons, para ilustrar os lugares e os povos dos quais falamos. É o caso, por exemplo, do mapa da Península Arábica (destacado em cor verde) na Figura 1, no qual se vê a posição relativa da Península em relação aos continentes, mares e países vizinhos.

**Figura 1 – Localização da Península Arábica**



Fonte: Wikimedia commons (2021).



No início do século VII, a Península Arábica era habitada, basicamente, por tribos nômades que falavam dialetos de uma mesma língua, o árabe. Umhas poucas cidades se espalhavam pela península e é, aqui, que se dá o início dos acontecimentos que iremos retratar neste e nos demais capítulos deste livro.

Yushkiévitch (1961), medievalista e historiador da matemática, é bastante conciso sobre o início do Islã:

Na passagem do século VI para o VII a Arábia passava por uma grave crise política e econômica. Em 622, Muhammed – Maomé, fundador de uma nova religião, o Islã, fugiu de seus inimigos políticos e religiosos em Meca e refugiou-se em Iatreb (futura Medina). Esta forma de monoteísmo chamada de Islã surgiu com base nas crenças das camadas mais baixas da sociedade, que se contrapunham ao politeísmo das elites que governavam a Arábia. Em Medina as tribos árabes que aceitaram o Islã se uniram sob o comando de Maomé e o reconheceram como profeta de Alá. O ano de 622, ano de sua fuga, tornou-se o ano 1 do calendário dos muçulmanos, os seguidores do Islã. No ano 630 Maomé retornou vitorioso a Meca e dois anos depois, faleceu. Os sucessores do profeta, os califas<sup>1</sup>, iniciaram uma série de campanhas de conquistas aos países ricos do oriente e do ocidente sob a bandeira de uma guerra santa contra os infieis em nome da expansão do Islã (YUSHKIÉVITCH, 1961, p. 168, tradução nossa).

Mais detalhes sobre a sociedade pré-islâmica, buscamos em Lapidus (2002, p. 12-13), que nos conta que, por ocasião do surgimento do Islã, os habitantes da região interior e desértica da península viviam, predominantemente, em comunidades pe-

---

<sup>1</sup> Califa quer dizer sucessor. Os primeiros governantes muçulmanos foram tidos como sucessores de Maomé. Daí o nome califado, os domínios do califa.

quenas e relativamente isoladas. Em geral, pastores e criadores de camelos, as famílias, os clãs e a confederação construídos sobre estes eram a unidade básica da sociedade. Criavam camelos e migravam sazonalmente em busca de pasto. Além disso, organizavam caravanas com animais, guias e guardas. Passavam o inverno nas reservas do deserto, migrando para buscar pastagens de primavera aos primeiros sinais de chuva. No verão, eles geralmente acampavam perto de aldeias ou oásis, onde trocavam produtos de origem animal por grãos, tâmaras, utensílios, armas e tecidos.

Os migrantes viviam em grupos estreitos de parentesco, famílias patriarcais formadas por um pai, seus filhos e suas famílias. Essas famílias eram agrupadas em clãs de várias centenas de tendas, que migravam juntas, possuíam pastagens em comum e, na batalha, lutavam como uma unidade. Cada clã era, fundamentalmente, uma unidade política independente. Todas as lealdades eram absorvidas pelo grupo, que agia como uma coletividade para defender seus membros individuais e cumprir suas responsabilidades. Se um membro fosse prejudicado, o clã o vingaria. E se prejudicasse alguém, o clã assumia a responsabilidade. Como consequência dessa solidariedade grupal, o clã beduíno se considerava uma unidade política completa e não reconhecia nenhuma autoridade externa.

O clã definia o universo mental dos beduínos. A poesia expressava uma devoção essencial ao prestígio e à segurança do grupo; sem o clã, o indivíduo não tinha lugar no mundo, nem vida própria. A linguagem dos beduínos não oferecia nenhuma maneira de expressar o conceito de individualidade ou personalidade. O termo *shaykh* (rosto), embora se aplicasse ao chefe, era, na verdade, um conceito que designava seu papel no grupo e não a individualidade do *shaykh* como pessoa.

Em certas condições, os beduínos podiam ser integrados em corpos mais inclusivos e estratificados. Nos pontos de contato entre as partes férteis da Arábia e do deserto, nos oásis, no Iêmen e na margem norte onde o deserto da Arábia toca o Crescente Fértil, as confederações organizavam caravanas e comércio. A formação de um santuário comum, também, possibilitou a adoração dos mesmos deuses, o intercâmbio econômico, a sociabilidade e a barganha política. Monarquias e reinos ganhavam forma na periferia do deserto. O reino da Arábia Saudita se estabeleceu no início do século XI a.C. e o do Yemen, no século V a.C.

Com tal configuração social descrita por Lapidus (2002), constitui-se um feito notável o fato de Maomé, por ocasião de sua morte em 632 d.C., ter conseguido reunir as tribos árabes sob a bandeira do Islã. Mas, segundo Yushkiévitch (1961), os sucessores do profeta, os califas, iniciaram uma série de campanhas de conquistas aos países ricos do oriente e do ocidente em nome da expansão do Islã.

## **A expansão do Islã**

A expansão do território sob o domínio árabe<sup>2</sup> foi rápida. Em 637, a Síria e o Irã já se encontravam sob domínio árabe e, em 642, foi a vez do Egito. As guarnições bizantinas da Síria e do Egito não puderam resistir muito tempo e os artesãos e camponeses locais, oprimidos do mesmo modo que nos demais países, até apoiaram os invasores árabes na esperança de melhoria de suas condições de vida. Mas a expansão não parou aí. Conta Yushkiévitch que:

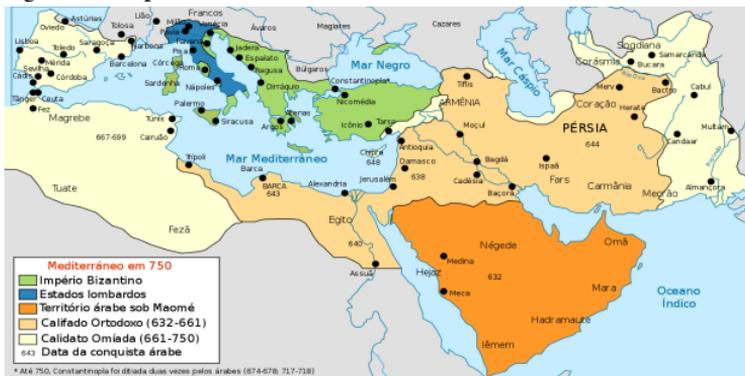
---

2 No período entre os séculos VII e X, o poder central pertencia aos califas árabes. Nesse caso, pode-se falar sobre domínio árabe ou domínio muçulmano. O mesmo não pode ser dito dos períodos posteriores, quando outros povos que não os árabes assumem o poder nos estados muçulmanos.

Em 711 os árabes junto com os berberes atravessaram o estreito entre a África e a Europa<sup>3</sup>; em 712 as tropas árabes tomaram Khorezm<sup>4</sup> e parte do Punjab. Em meados do século VIII, toda a Península, com exceção da faixa de Astúrias, todos os países mediterrâneos da África, o Oriente Médio, grandes extensões territoriais da Ásia Menor, do Cáucaso e da Ásia Central e uma parte de ambos os lados do vale do rio Indo estavam sob o domínio dos califas árabes. Mas o irresistível impulso às conquistas já enfraquecia. As fronteiras ocidentais da China se revelaram demasiado fortes; em 717-718 os bizantinos rechaçaram a última tentativa da frota árabe de tomar Constantinopla por mar; em 732 Carlos Martell derrotou as tropas árabes numa batalha cerca de Poitiers no sudoeste da França (YUSHKIÉVITCH, 1961, p. 168 tradução nossa).

O mapa, na Figura 3, ilustra os períodos e as primeiras regiões conquistadas pelos exércitos muçulmanos.

**Figura 3 – A expansão territorial do Islã**



Fonte: Wikimedia commons (2021).

3 A partir desse momento (ano de 711), os muçulmanos ocupam quase toda a Península Ibérica, com exceção de uma faixa ao norte. O exército muçulmano era 7000 homens e cerca de 300 eram árabes; o restante eram berberes.

4 Para uma explanação da região de Khorezm e sua importância no contexto da matemática islâmica medieval, ver MOREY, B., *Conferência de abertura no XXII Seminário Nacional de História da Matemática*. Itajubá, MG, 2017.

Mesmo que conquistar os territórios não tenha sido difícil para os exércitos árabes, a consolidação do poder trouxe muitas dificuldades. Ahmed Djebbar (2010) fala dos primeiros tempos de existência do Islã:

O período que vai de 632 a 661, qualificado de período *dos califas bem dirigidos*, é marcado por grandes operações de conquistas que abriram imensos espaços à nova religião e pelos conflitos entre diferentes grupos de muçulmanos (por razões essencialmente políticas ligadas à concepção de estado) com enormes repercussões. Segue-se a este período o reinado da dinastia Omíada, que escolheu Damasco, na Síria, como capital. Este período, que vai de 661 a 750, corresponde à segunda e derradeira fase das conquistas que estendeu ainda mais o território do Islã (DJEBBAR, 2013, p. 9, tradução nossa).

Quais seriam as *razões essencialmente políticas ligadas à concepção de estado* a que se refere Djebbar? Vejamos a seguinte configuração de fatos:

- a) Até o século VII d.C., os habitantes do deserto da Arábia viviam em uma sociedade tribal;
- b) Antes de morrer, Maomé logrou unificar as tribos sob o signo do Islã;
- c) Os sucessores do profeta, os califas, iniciaram uma série de campanhas de conquistas aos países ricos do oriente e do ocidente em nome da expansão do Islã;
- d) Sendo senhores de um imenso território conquistado, os árabes já não tinham como manter-se em uma estrutura tribal. Um estado teve de ser criado e, então, começam os problemas.

Aqui, cabe fazer uma pausa para precisar o significado de alguns termos frequentes:

- O termo “árabe” é usado em referência à Arábia: povo árabe, indivíduo árabe, língua árabe. Tem a ver com etnia, com o lugar de nascimento ou com a língua falada pelo povo da Arábia. Um indivíduo não pode se tornar árabe; ele é ou não é.
- Islã é a religião criada por Maomé; os seguidores dessa religião são muçulmanos. Um indivíduo pode se tornar muçulmano se ele se converter ao Islã.
- Islâmico é relativo ao Islã, mas em diversas acepções. Mundo islâmico, matemática islâmica, país islâmico, cultura islâmica, exércitos islâmicos.

Os árabes se tornaram muçulmanos e construíram uma sociedade estruturada nos princípios e leis do Islã, mas isso não quer dizer que todos os seus habitantes sejam muçulmanos. Como veremos mais adiante, indivíduos de diferentes credos se estabeleceram nos países muçulmanos.

Desde o início da era islâmica, a elite árabe-muçulmana supunha que formaria uma sociedade dual, na qual os conquistadores (muçulmanos) constituiriam uma aristocracia e os povos conquistados (não-muçulmanos), uma população submissa. Assim, o regime muçulmano inicial não apenas foi tolerante com as populações não muçulmanas, mas também ajudou a reorganizar as igrejas cristãs.

O início do Califado foi, politicamente, baseado na comunidade muçulmana da Arábia e nas forças tribais árabes que conquistaram seu império no Oriente Médio. Essa elite logo se dividiu entre aqueles que possuíam um conceito muçulmano e aqueles que possuíam um conceito árabe do califado. Ummar, o segundo califa, procurou colocar o império em uma base muçulmana, em vez de estritamente árabe. Ele adotou a igualdade fundamental de todos os muçulmanos, árabes e não árabes, e promulgou novas leis, dando igualdade fiscal aos muçulmanos, independentemente da ori-

gem (LAPIDUS, 2002). Isso foi uma das fontes de problemas a que se refere Djebbar, que acabou por levar ao fim os califas eleitos em 661 e a instauração da dinastia dos Omíadas.

Com os Omíadas, o império<sup>5</sup> islâmico atingiu a sua maior extensão territorial. Ao saírem do poder em 750, o território do império, na direção oeste, incluía o norte da África até o Marrocos e Península Ibérica, com exceção de uma faixa ao norte. Na direção norte, o império abarcava toda a região até o Mediterrâneo e, também, estendia-se para leste chegando até a Ásia Central, como mostra a Figura 3.

A família governante durante a primeira dinastia, os Omíadas, foi retirada do poder de forma violenta em 750 e substituída pela dinastia dos Abássidas (que, aliás, eram seus primos). Tais eventos iniciaram uma nova era tanto no plano político quanto nos planos econômico, cultural e científico. Não houve, com a dinastia dos Abássidas, continuidade das guerras de conquista de território. O segundo califa da nova dinastia Abássida, al-Mansur, transferiu a capital de Damasco para Bagdá, cidade construída por ele mesmo no Iraque. A fundação de Bagdá foi planejada para ser um evento de grande importância. A localização era privilegiada, pois, estando nas margens do rio Tigre, tinha fácil acesso à água e, além disso, estava nas rotas de muitas caravanas.

O jornal inglês *The Guardian*, em sua edição internacional de 16 de março de 2016, publicou uma matéria sobre a construção de Bagdá. Ali, diz que:

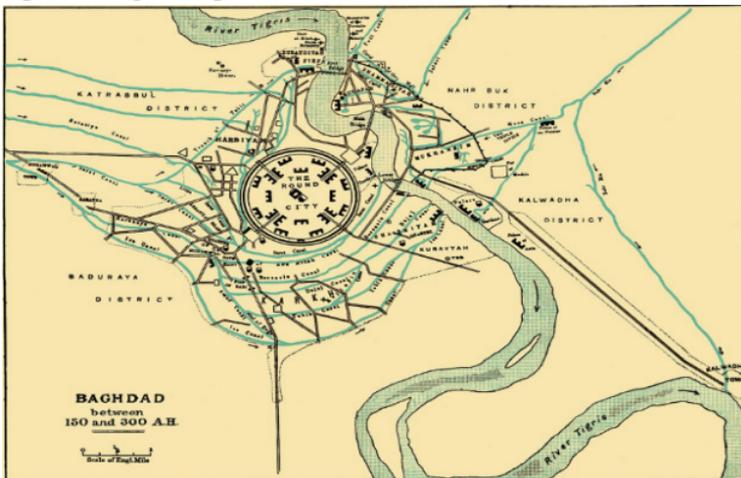
---

5 Império: território geográfico extenso, não necessariamente contíguo, contendo um conjunto de nações e povos etnicamente e/ou culturalmente diversos, governados por um soberano. É, nesse sentido, que falamos de império islâmico, isto é, devido à sua extensão e diversidade de povos em seus domínios. O soberano em questão, aqui, é o califa.

Sabemos muito sobre o planejamento meticuloso e inspirado da cidade, graças a registros detalhados de sua construção. Dizem-nos, por exemplo, que quando Mansur estava pensando em sua nova capital, navegando para cima e para baixo no Tigre para encontrar um local adequado, ele foi aconselhado sobre a localização e o clima favoráveis por uma comunidade de monges nestorianos, que vivia naquela área há muito tempo antes dos muçulmanos (Jornal diário THE GUARDIAN, 14 maio 2016, tradução nossa).

Depois que Mansur concordou com o local, segundo a matéria do *The Guardian*, era hora de pensar no traçado da cidade, o que foi feito pelo próprio califa e, tendo ele estudado Euclides de Alexandria, a quem admirava muito, imaginou sua cidade com formato de círculo, a figura perfeita. Sob rigorosa supervisão, ele fazia os trabalhadores traçarem no chão com cinzas as linhas do plano de sua cidade redonda. Os trabalhos de construção se iniciaram em 30 de julho de 762, a conselho dos astrólogos reais.

**Figura 4 – Mapa de Bagdá, a cidade Redonda, no século X**



Fonte: Muhammadanism (2021).

O mapa mostrado, na Figura 2, data do século XVIII. Nesse, Figura 4, pode-se ver, à margem direita do rio Tigre, o plano da cidade na forma de círculo e os distritos que a circundam.

Yushkiévitch (1961) analisa a formação e o desenvolvimento desse estado nascente à luz da teoria das formações econômico-sociais e diz que:

Os eventos políticos no califado se desenvolveram no contexto de desintegração da formação escravagista e o estabelecimento da formação feudal. Os governantes de Bagdá dedicaram grande atenção à agricultura e consequentemente, à irrigação. A cultura urbana cresceu, erigiram-se edificações de arquitetura elaborada, aperfeiçoou-se a manufatura, expandiu-se o comércio. A distribuição de terra aos senhores feudais, que acontecia de forma um tanto distinta do feudalismo da Europa Ocidental, ia fortalecendo uma tendência descentralizadora. As rebeliões de escravos e camponeses que surgiam de tempos em tempos minavam a estabilidade do regime. Estes fatores colaboraram para uma posterior desintegração do califado (YUSHKIÉVITCH, 1961, p. 169 tradução nossa).

A fala de Yushkiévitch, acima, já indica rupturas na constituição política do império muçulmano, o que veremos logo a seguir.

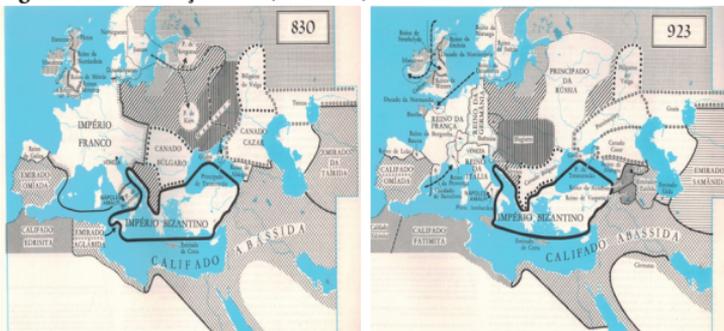
## **A fragmentação do império**

O califado árabe não era uma formação política forte. Foi estabelecido no século VII, já final do século VIII, as províncias espanholas e africanas se separaram e, mais tarde, outras partes do norte da África. A Península Ibérica foi ocupada pelo exército islâmico em 711. Foi criado, assim, o emirado, ou seja, um governo designado pelo califa Omíada, que então governava todo o império islâmico.

mico desde Damasco. Mas, em 750, o poder central, em Damasco, foi tomado de forma violenta pelos Abássidas. Um único Omíada, que conseguiu sobreviver, fugiu e chegou à Península Ibérica. Os acontecimentos se desenrolaram de modo que o último Omíada acabou por assumir o poder e proclamar *al-Andaluz* (a Espanha islâmica), em 756, como um emirado independente do califado dos Abássidas. Mais tarde, o emirado elevou-se à condição de califado.

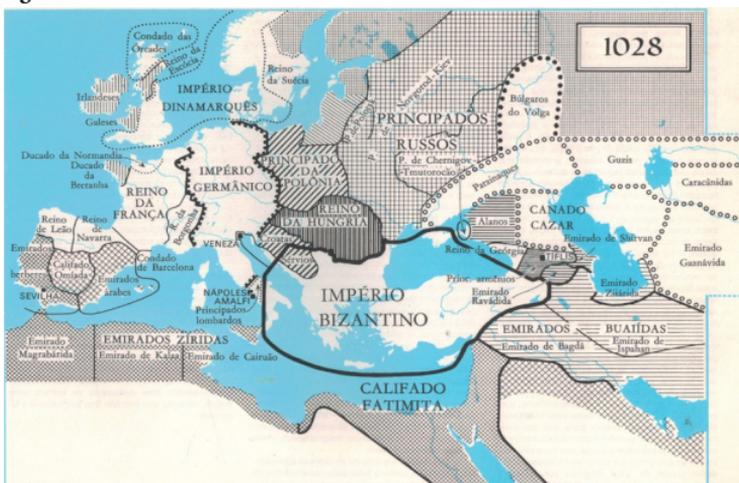
No final do século IX, o Egito se tornou independente junto com regiões circunvizinhas e, um pouco antes disso, afastaram-se regiões inteiras do Irã, do Tadjiquistão e do Cáucaso. Surgiam e desapareciam grandes estados. As desavenças nacionais e tribais tinham um papel importante nessas mudanças heterogêneas de reinos e dinastias. Tribos turcas e seus líderes abrem caminho. Em partes do atual Irã, Tadjiquistão e Afeganistão, formou-se o estado dos Samanidas (875-999), com a capital em Bukhará e que, apesar de formalmente submetido aos Abássidas, praticamente, era um estado independente (ver Figura 5). Um dos seus chefes militares, apoiando-se nas tropas turcas, rebelou-se e fundou o Emirado Gaznavida, do qual faziam parte o Afeganistão e o Punjab (962-1186); o nome do estado foi devido à sua capital Gazna, que se tornou uma grande cidade e um centro cultural e científico. Podemos ver os contornos do Emirado Gaznavida na Figura 6. Podemos, também, observar o território do califado árabe, ainda governado pelos Abássidas, retraindo-se e retornando ao interior da Península Arábica.

**Figuras 5 e 6 – Avanço turco (samânida) durante a dinastia Abássida**



Fonte: McEvedy (2007).

**Figura 7 – Emirado Gaznvida**



Fonte: McEvedy (2007).

O clã nobre dos (turcos) seljúcidas fundou um vasto império (1038-1157) no sul da Ásia Central, Irã, Iraque, parte da Ásia Menor e Transcaucásia. Em 1055, os seljúcidas tomaram Bagdá, a sede do califado e expulsaram os últimos governantes buídas. Como seus antecessores, os seljúcidas mantiveram os califas Abássidas como os

governantes nominais. Sob os seljúcidas, fundaram-se as cidades de Ray, Merv e Isfahan. Podemos observar, na Figura 5a e na Figura 5b, o avanço dos turcos em direção à região na qual vai ser criado, mais tarde, o império otomano.

#### Figuras 8 e 9 – Sultanato Seldjúcida e Avanço dos Seldjúcidas na direção oeste



Fonte: McEvedy (2007).

No século XIII, o mundo muçulmano, e não somente ele, sofreu um terrível revés. Vindos das estepes da Mongólia, no primeiro quarto do século XIII, chegaram os mongóis chefiados por Gêngis Khan<sup>6</sup> (em mongol: Чингис Хаан), destruindo a economia e dizimando a população. Lançando suas bases na Ásia Central e no Irã, os mongóis varreram um enorme território e, com isso, construíram um enorme império. Em 1258, tomaram e saquearam Bagdá. Não vamos nos deter, aqui, em fazer um relato sobre os mongóis, pois o capítulo sobre al-Tusi trata desse assunto com maiores detalhes.

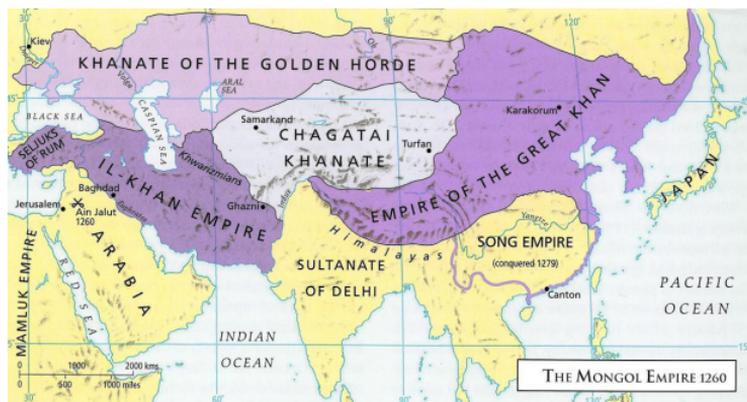
Com relação aos mongóis e da sua relação com o mundo islâmico, há questões que merecem um estudo mais detalhado. Sabemos que Gêngis Khan, o primeiro grande líder, foi aclamado em 1206 e, daí em diante, os mongóis começaram sua campanha militar vertiginosa. Em 1258, durante o governo do quarto grande khan, Munke ou Mangu, os mongóis tomaram e saquearam Bag-

6 Adotei a grafia Khan (pronúncia de r duplo como em carro, o carro carioca e não o carro gaúcho). Poderia ser também Can; em Portugal, adota-se a grafia Cão. Khan é um título para o líder em alguns povos asiáticos. Daí nome de canado, khanate (em inglês) para os domínios do khan.

dá, colocando um fim à dinastia dos Abássidas. Sabemos, também, que, em 1260, o império mongol já se encontrava dividido em quatro regiões autônomas, como se pode ver na Figura 6 e, depois disso, continua o desmembramento.

Algumas questões, aqui, parecem-nos relevantes, porém vamos deixar para discutir em um outro momento. São questões relacionadas à adoção do Islã pelos mongóis, por exemplo: os mongóis se tornaram ou não muçulmanos? Como foi essa adoção? Quando? Em que medida? Por decretos oficiais ou individualmente, voluntariamente? Outras questões têm relação com o empenho mongol na produção científica. Os mongóis vieram a se inscrever como nação dentre os povos muçulmanos produtores de ciência? Mas deixemos essas questões para estudos posteriores e voltemos à nossa linha do tempo.

**Figura 10 – O império mongol já subdividido em regiões (canados) autônomos**



Fonte: Ingur (2021).

Assim, como se pode imaginar, o império mongol, também, sofria de contradições internas e suas unidades autônomas ou se decompunham ou, sob líderes mais fortes como Timur ou Tamerlão (1370-1405), uniam-se de novo. A fim de fortalecer seu poder,

os mongóis incentivavam a restauração da economia nas regiões devastadas, em particular, na Ásia Central. Reconstruíram-se, em maior brilho, as cidades semidestruídas, limpavam e construíram novos canais, construíram-se estradas, de novo, florescia a manufatura e o comércio.

**Figura 11 – Emirado Timurida**



Fonte: McEvedy (2007).

Nesse contexto, é importante para nós a figura de Timur ou Tamerlão, fundador da dinastia do Emirado Timurida, pois um dos mais eminentes matemáticos do período foi al-Kashi, que trabalhou em Samarkanda sob o patrocínio de Ulugh Beg, neto de Tamerlão. O tema será tratado no capítulo oito deste livro.

Para dar conta ainda dos eventos na parte europeia do mundo islâmico, diremos, seguindo Yushkiévitch, que o processo de feudalização levou ao desmembramento do califado de Córdoba em vários pequenos principados no início do século XI. Nessa época, fortaleceu-se a reconquista, a retomada pelos espanhóis e portu-

gueses das terras ocupadas pelos mouros. Em 1085, os espanhóis retomaram Toledo. A chegada de novas tribos berberes atrasou a reconquista, porém, já em 1236, Córdoba foi tomada e, dentro de pouco tempo, somente o Emirado Sul de Granada permanecia sob o domínio dos mouros. Em 1492, ele, o Emirado Sul de Granada, também, caiu, sendo que, um pouco antes disso, tinha se mudado para Túnis o último grande matemático mauritano al-Kalaçadi. O século XV foi igualmente o último século de progresso da matemática nos países islâmicos do oriente.

A atividade dos sábios, nos estados mauritanos ou nas terras retomadas pelos espanhóis, foi de grande importância para a difusão dos conhecimentos científicos na Europa. Foi justamente dali que a herança científica da Grécia e do Oriente (em traduções árabes) começou a penetrar nos países europeus. Nos séculos XII-XIII, na Espanha, principalmente em Toledo, trabalharam muitos tradutores e compiladores aos quais a ciência deve os textos em tradução latina resultantes ou dos mais importantes textos árabes ou dos textos gregos, que tinham sido traduzidos para o árabe. A atividade dessas pessoas foi tão essencial para o crescimento da matemática na Europa quanto tinha sido o trabalho dos tradutores de Bagdá para a ciência dos países do Islã.

## **Os estudos científicos**

Os árabes encontraram, nos estados conquistados, uma cultura mais desenvolvida que a sua própria e, imediatamente, assimilaram o complexo sistema de concepções espirituais formado ali há muito tempo. Junto com os sírios, persas, hebreus e outros, os árabes começaram a criação de uma nova e peculiar cultura. As correntes materialistas e racionalistas, fortes na filosofia do Islã, contribuíram

para assimilar a herança espiritual do mundo antigo e para o florescimento das ciências exatas. Ahmed Djebbar nos dá uma breve descrição das etapas desse processo.

Segundo Djebbar (2013), desde meados do século VI até o final do século VIII, isto é, nos primeiros 150 anos do Islã, as matemáticas praticadas correspondiam ao *savoir-faire* geométrico e aritmético para resolver problemas quotidianos. Além disso, o autor diz, também, que não sabemos como tais saberes eram ensinados. Provavelmente, havia algumas escolas que eram mantidas por comunidades que tinham os meios para isso. Djebbar (2013) se apoia no testemunho de Hunayn ibn Ishâq, tradutor do século IX e acrescenta, ainda, a ideia de que a publicação dos novos manuais em árabe, que se faz a partir do século IX, foi a ocasião de se integrar uma parte do saber matemático que já circulava antes do advento do Islã.

As primeiras traduções em aritmética datam da época do califa al-Mansur, com as obras *Introdução à Aritmética*, de Nicômaco de Gerasa (século II d. C.) e *Os Elementos*, de Euclides (século III a.C.). A geometria penetrou no mundo islâmico pelas traduções da geometria euclidiana constante n' *Os Elementos*, da geometria arquimediana constante nas obras *Sobre as medidas do círculo e A esfera e o cilindro* e da geometria das cônicas no livro *As cônicas*, de Apolônio de Perga (século III-II a.C.).

No que se refere, especificamente, ao cálculo, os árabes tomaram emprestado dos gregos o sistema de numeração alfabético e o adaptaram para ser usado em cálculos astronômicos. Herdaram dos indianos o sistema de numeração decimal posicional e alguns algoritmos aritméticos. Se houve ou não herança vinda dos chineses, não é ainda uma questão respondida.

Djebbar (2013) diz que os primeiros matemáticos do mundo

islâmico tomaram duas orientações: uma que procurava responder ou às necessidades socioeconômicas de seu meio ou às solicitações de outras disciplinas, como a física e a astronomia e uma segunda orientação surgida após a leitura e a compreensão do *corpus* do saber antigo e que se concentrava nos estudos de questões também não resolvidas ou que tinham respostas não satisfatórias.

Yushkiévitch (1976) destaca o papel do comércio na transmissão dos conhecimentos científicos. As ligações comerciais do califado de Bagdá eram amplas: os árabes comerciavam com Índia, China, Bizâncio, Rússia e com as regiões do Mar Mediterrâneo. Os mercadores e viajantes árabes navegaram pelo Rio Volga acima alcançando o norte da Europa. Em direção ao sul, atingiram a África Central e, ao longo da costa oeste africana, chegaram a Madagascar. Os califas mantinham embaixadas perante Carlos Magno e perante os imperadores da China.

Uma ideia bastante difundida é que foi durante o califado de al-Mansur, ou seja, no período entre 754 e 775, que se tomaram as primeiras iniciativas em prol da ciência. Djebbar (2015), porém, não concorda com tal posição e diz que as iniciativas empreendidas por al-Mansur foram não mais que o coroamento de um processo que não foi marcado por nenhum evento espetacular: as transformações ou mesmo os transtornos acontecidos no centro do império e em sua periferia durante todo o século que antecedeu à fundação de Bagdá em 762. Tais transformações, de modo geral, não tinham relação direta com as atividades intelectuais, mas sim com o contexto social e econômico, de tal maneira que, em uma segunda fase, vieram a impactar as ditas atividades intelectuais. São elas:

- a) A abertura de um vasto espaço econômico, que se constituiu como consequência das conquistas, que permitiram o contato com a Índia, China, Europa e norte da África;

- b) O encontro de enorme diversidade de povos e comunidades, cujos membros se tornaram súditos do novo poder;
- c) As atividades intelectuais, ainda hoje conhecidas, de um mosaico de comunidades no Crescente Fértil, que falavam distintas línguas (árabe, siríaco, grego, hebreu) e professavam distintas crenças (pagãos, judeus, cristãos nestorianos, jacobitas ou coptas);
- d) A conquista do Egito, em 642, que favoreceu, diretamente, a circulação do saber alexandrino que restava depois do longo declínio que se estendeu do século IV ao VII. (A biblioteca do Museu em Alexandria não existia mais devido a um incêndio acontecido antes da chegada do Islã. Mas a cidade tinha conservado as bibliotecas privadas que se revelaram muito preciosas, assim que as atividades científicas, em língua árabe, ganharam impulso).

Pode-se, então, dizer que, durante todo o período que antecedeu à chegada da dinastia Abássida, certas atividades, como medicina, astrologia, contabilidade e medições, eram ensinadas e praticadas em siríaco ou em grego. A língua árabe estava presente, porém mais situada, essencialmente, em dois domínios: 1) nas “ciências religiosas” que compreendiam o conjunto de estudos sobre o Corão e o *Hadith* (corpo constituído pelas palavras, atos e decisões do *Profeta*); 2) nas ciências cujo objeto de estudo era a língua árabe, inicialmente, a poesia, mais tarde, a lexicografia, a gramática, a morfologia e, depois, a linguística.

Ainda no final do século VII, o califa ‘Abd al-Malik, que reinou de 685 a 705, ordenou arabizar toda a administração do império, a começar por Damasco. A partir daí, deu-se a arabização do saber

antigo, que se mantinha nas sociedades do centro do império graças à transmissão oral dentro do escopo de diferentes fazeres da época, tal como agrimensura, cálculo de herança, coleta de imposto, gestão de pagamento dos soldos do exército e dos funcionários. Até onde sabemos, não houve resistência a tal arabização por decreto, que foi, de fato, uma preparação para uma operação de grande envergadura que se seguiu: a tradução para o árabe dos manuscritos científicos gregos e indianos.

O primeiro grande centro científico do califado foi Bagdá. O campo para um novo florescer da ciência, nas regiões centrais do país já estava, de certo modo, preparado. Antes mesmo dos árabes chegarem, grandes escolas funcionavam na Síria e no Irã. Nos séculos V e VI, essas regiões acolheram sábios pagãos ou cristãos sectantes expulsos por Bizâncio. Além disso, havia traduções para o siríaco de muitas obras científicas gregas.

Em finais do século VIII e inícios do século IX, em Bagdá, foram reunidos estudiosos e tradutores oriundos de diversas regiões. Uma série de califas, a começar por al-Mansur (754-775) e Harun al-Rashid (786-809), promoveram o desenvolvimento das ciências naturais e matemática. No reinado de Harun al-Rashid foi fundada uma grande biblioteca para a qual vieram manuscritos de diversas regiões e, até mesmo, de Bizâncio. Além dessa grande biblioteca, Bagdá contava com dezenas de outras bibliotecas e com muitas pessoas ocupadas em copiar obras científicas. Pouco mais tarde, Al-Mamun (813-833) reuniu os sábios em uma espécie de academia chamada *Bait al-Hikma, Casa da Sabedoria*. A *Casa* dispunha de um bom observatório muito bem equipado, em que eram realizados trabalhos de astronomia e de geografia, entre os quais se pode citar novas medições de comprimento do grau do meridiano e da inclinação da eclíptica. Vale notar que o

grande interesse dos governantes, para com a astronomia, estava relacionado, também, às crenças astrológicas<sup>7</sup>.

O que possibilitou o estudo da astronomia em Bagdá foi o acesso ao conhecimento dos indianos. No seu dicionário biográfico, o mecenas do século XIII, Abu-l Hassan al-Kifti (1172-1248), escreveu:

No ano da Hégira 156 (ou seja, 773 (sic!)), chegou a Bagdá vindo da Índia um homem exímio conhecedor dos estudos de sua pátria. Este homem dominava as técnicas *Sindhind* relacionadas ao movimento dos astros e cálculos com ajuda de seno que se sucedem em um quarto de grau. Ele conhecia também distintos métodos de determinação dos eclipses e do nascimento das constelações do zodíaco. Ele elaborou uma breve exposição correspondente a um tratado atribuído a um governante indiano chamado *Figar*. Neste tratado *cardadja* era calculado de minuto em minuto. O califa ordenou traduzir para a língua árabe o tratado para que os muçulmanos pudessem adquirir conhecimento acurado das estrelas. A tradução ficou a cargo de Muhammed filho de Ibrahim al-Fazari que foi o primeiro dos muçulmanos a se dedicar ao estudo aprofundado de astronomia. Mais tarde esta tradução recebeu o nome de Grande Sindhind (WOEPCKE, 1854, p. 392, *apud* YUSHKIÉVITCH, 1961, p. 171).

---

7 A escola de Bagdá funcionou, ativamente, por duzentos anos. Inicialmente, a maioria dos trabalhos eram de estudo e publicação em árabe dos autores da antiguidade. Dentro de 100-150 anos, já tinham sido traduzidas do grego ou de traduções siríacas para o árabe as principais obras de Euclides, Arquimedes, Apolônio, Menelau, Teodósio, Heron, Ptolomeu, Diofanto e outros autores. Algumas obras, como os *Elementos*, de Euclides, foram traduzidas várias vezes. Grandes estudiosos participavam das traduções e comentários das obras da antiguidade, o que lhes conferia uma nova vida. Composições de autores gregos, abandonadas há alguns séculos, estavam agora, outra vez, servindo de livro-texto. Os conhecimentos recebidos da Índia, assim como as tradições de Khorezm, da Pérsia e da Mesopotâmia, também, tiveram papel importante na formação da matemática dos países islâmicos. Mais tarde, tornaram-se importantes as ligações com a China, apesar de que, pelo que se sabe, não houve traduções diretas do chinês para o árabe.

Na interpretação do trecho acima, Yushkiévitch (1961) supõe que *Sindhind* quer dizer Siddhanta<sup>8</sup> e o termo *cardadja*, provavelmente, é *ardhajya*<sup>9</sup>. Já o nome Figar, Yushkiévitch (1961) diz que, talvez, seja corruptela do nome do governante indiano *Viagr'a* ou *Viagr'amuka*, cujo governo *Bramagupta* escreveu sua obra. Qual dos Siddhantas foi traduzido por ordem de al-Mansur não se sabe. No entanto, se a chegada do sábio indiano permitiu que, pela primeira vez, conhecesse-se a astronomia dos Siddhantas, então, as condições para o estudo da astronomia e o interesse por ela já devia existir previamente. São conhecidos os nomes de três astrônomos que trabalharam para al-Mansur: o primeiro deles é o que foi citado por al-Kifti como Abu Iskhak Ibrahim al-Fazari (? – c. 777), o primeiro construtor de astrolábios e seu filho Muhammed (? – c. 800) e, finalmente, o autor de trabalhos em esférica e algumas tabelas, Yakub ibn Tarik (? – c. 796).

Djebbar (2015) faz uma caracterização da matemática islâmica medieval e destaca três aspectos.

O **primeiro aspecto** se refere aos problemas que podem ser descritos como transacionais, no sentido legal do termo. Na maioria das vezes, eles envolvem vários indivíduos como parte de seus laços familiares, como a distribuição de heranças ou como parte de um contrato comercial ou administrativo, como distribuição de lucros, pagamento de saldos e salários ou determinação da base tributável. Este *know-how* é, geralmente, definido como o conjunto de objetos, ferramentas, procedimentos técnicos, métodos e resultados para fornecer soluções aceitáveis para cada tipo de situação que acabamos de mencionar. A partir do século IX, esse conjunto de conhecimentos e práticas dispersos começou a alimentar uma grande variedade de escritos matemáticos: manuais de computação digital e mental, epístolas na geometria de medida, livros sobre problemas de transação.

---

8 Siddhanta é o termo usado para se referir aos tratados ou manuais de astronomia indianos.

9 Termo indiano usado no contexto da trigonometria antiga para indicar metade da corda.

Com o desenvolvimento de diversos aspectos da vida na cidade e a multiplicação das necessidades que se seguiram, esse conjunto de conhecimentos matemáticos será enriquecido, consideravelmente, com a constituição de um conhecimento teórico. Esse novo *corpus* foi alimentado pelos conteúdos de fontes escritas pré-islâmicas (principalmente, grega e indiana) antes de se desenvolver em diferentes direções: elaboração de ferramentas e resultados originais em disciplinas antigas (geometria, teoria dos números, astronomia, mecânica), constituições de novos capítulos, como, por exemplo, a álgebra, a trigonometria e a combinatória.

O **segundo aspecto** se refere ao nascimento seguido do desenvolvimento do que ele chama de pesquisa *desinteressada*, isto é, sem solicitações previamente expressas pelas demandas da sociedade e sem propósito *utilitarista* (pelo menos, imediato), estabelecido pelos patrocinadores dessa pesquisa. Os autores dessa ruptura, de grande significado histórico e até mesmo cultural, foram os matemáticos, apreendidos não mais como indivíduos isolados, mas como membros das primeiras comunidades científicas. Nesse novo contexto, a atividade matemática, sem deixar de ser uma *prestação de serviços* para as duas categorias de usuários que mencionamos, também, torna-se uma prática a serviço de seus próprios atores e promotores, como grupos estruturados. Somente os membros dessa comunidade poderão definir as orientações de sua pesquisa na medida em que se considerem, com razão, os únicos capazes de fazer novas questões, a partir do que é considerado por eles admitido ou já estabelecido.

Um **terceiro aspecto** surge relacionado à elaboração de um conjunto de discursos sobre o conteúdo e a natureza das práticas matemáticas, ou melhor, sobre seus objetos, suas ferramentas, seus métodos e sobre a relevância dos elementos constitutivos de seus fundamentos. Esse aspecto é muito importante, uma vez que evi-

tou incluir a matemática em uma mera atividade técnica e deu-lhes um discurso sobre si mesmos que informou suas práticas.

No que se refere ao desenvolvimento histórico da matemática islâmica medieval, Djebbar (2015) destaca quatro fases (e não três como o faz Yushkiévitch) correspondentes aos quatro momentos de atividade matemática entre os séculos VIII e XV:

- a) A fase do saber-fazer local;
- b) A fase da apropriação do patrimônio pré-islâmico (cuja parte grega é preponderante);
- c) A fase da criatividade nas casas científicas do império muçulmano e
- d) A fase da divulgação, consentida ou não por seus proprietários, do patrimônio antigo recuperado, assimilado e enriquecido pelos novos produtos feitos nos países islâmicos.

### **Primeira fase, o saber-fazer local**

Essa fase corresponde ao período de conquistas em nome do Islã, que termina em meados do século VIII, seguido da consolidação do novo poder durante as primeiras décadas da dinastia dos Abássidas. As práticas matemáticas desse período ocorrem em ambientes culturais, ainda, altamente compartimentados e se expressam nas diferentes línguas das populações do novo império. As duas disciplinas mais populares são a computação (isto é, o cálculo) e a geometria. A primeira é praticada, de acordo com as regiões, na forma de cálculo indiano, alfabético ou mental. A segunda é limitada às técnicas de agrimensura, carpintaria e decoração <sup>10</sup>. Além do sistema decimal, em que a origem é claramente identificada, as outras técnicas não estão, explicitamente, relacionadas com nenhuma das tradições ma-

<sup>10</sup> *Conde se limite aux techniques d'arpentage, de découpage et de décoration.*

temáticas anteriores ao Islã. Elas, portanto, pertencem a um fundo comum que, provavelmente, foi, ao longo dos séculos, produzido em diferentes áreas culturais, antes de “migrar” de uma área para outra. A mais conhecida dessas “migrações” é a do cálculo indiano, que apareceu no século VI, o mais tardar, cuja presença é atestada no Oriente Médio no século VII, conforme confirmado pelo precioso testemunho do estudioso siríaco Severus Sebokht, morto em 667.

A interculturalidade, durante essa primeira fase das práticas matemáticas nos países Islâmicos se dá, em particular, no nível da apropriação, através do árabe (que ainda não tinha tradição científica), de um saber-fazer produzido em grande parte em outras áreas culturais e que manterá vestígios de suas origens em termos técnicos ou em procedimentos de cálculo. Esse será o caso, por exemplo, de certas palavras que, quando designam objetos geométricos, não encontram equivalentes em árabe. Elas serão mantidas como estão, mas em uma transcrição aproximada. O mesmo fenômeno será observado alguns séculos depois, quando os tradutores europeus serão levados a traduzir para o latim novos conceitos descobertos pela primeira vez em textos científicos árabes. Isso, também, será o caso de certas técnicas que circularão com suas “marcas” culturais, como foi o caso do processo per-  
sa usado para determinar ganhos e perdas no final de uma transação.

## **Segunda fase, a apropriação do patrimônio pré-islâmico**

Essa fase, que durou mais de um século e meio, experimentou um primeiro impulso oficial no final do século VIII, no episódio já relatado acima, quando o califa al-Mansur (754-775) mandou traduzir um trabalho astronômico escrito em sânscrito. É interessante notar que esse primeiro ato, altamente simbólico, é sempre apresentado em seu contexto intercultural, que é a chegada, em Bagdá, nova capital do império, de uma delegação indiana que vem

homenagear o detentor do novo poder e oferecer-lhe presentes, expressando a criatividade científica e cultural da Índia.

Em termos de fatos e nos limitando à matemática, vale a pena lembrar que, com algumas exceções, todos os escritos matemáticos gregos acessíveis foram traduzidos: *Os Elementos* e *Dados*, de Euclides; *As Cônicas*, de Apolônio; *A Medição do círculo e A esfera e o cilindro*, de Arquimedes; a *Aritmética*, de Diophantus e a *Introdução à aritmética*, de Nicômaco de Gerasa. A esse *corpus*, que alimentará as práticas matemáticas árabes dos séculos IX-XII, devemos acrescentar alguns escritos apócrifos, indevidamente, atribuídos a Pitágoras e a Arquimedes. Além disso, deve-se enfatizar que essa operação de transferência não era exclusivamente técnica. Ela mobilizou centenas de pessoas. Primeiro, aqueles que estavam procurando os manuscritos, então, aqueles que assumiram a tarefa de traduzir seus conteúdos. Finalmente, o exército de copistas que permitiria que essas obras solitárias circulassem.

### **Terceira fase, a criatividade nas casas científicas do império muçulmano**

Essa fase corresponde ao período inicial do século IX até o final do século XIV, com ritmos diferentes em dinâmica e em criatividade, dependendo do século e da região. Durante esse período, uma comunidade científica emergiu rapidamente, com um primeiro núcleo em Bagdá<sup>11</sup>, cujo modelo se espalhou por todo o império, à medida que as metrópoles regionais nasciam e se desenvolviam. A característica essencial dessas comunidades foi o multiculturalismo em sentido amplo, com dois denominadores comuns: a atividade

11 Foi, nessa fase, no reinado de Al-Mamun (813-833), que nasceu uma espécie de academia ou escola chamada *Bait al-Hikma*, *Casa da Sabedoria*, já mencionada anteriormente. Mais detalhadamente sobre essa instituição, será tratado no capítulo referente a al-Khwarizmi.

científica compartilhada e a língua árabe que expressou seu conteúdo. É, nesse contexto e com esses dados, que se desenvolveu uma poderosa tradição matemática que transcendeu as especificidades confessionais e culturais. Entre os elementos que poderiam explicar esse fenômeno, existe a natureza universal do conteúdo da matemática praticada, em particular, os métodos e os passos que permitiram elaborá-los. Existia, também, a colaboração de pesquisadores de todas as origens culturais tanto no enriquecimento de seu conteúdo como no seu ensino e na sua disseminação, que obedeciam às formas de expressão que deixavam pouca margem para especificidades regionais.

### **Quarta fase, a divulgação do patrimônio antigo recuperado, assimilado e enriquecido**

É, no final do século X que a circulação em persa e, especialmente, em árabe, do conhecimento matemático produzido em países islâmicos é observada em quatro regiões culturais antípodas umas das outras, a saber: China, Índia, África subsaariana e Europa cristã. Mas esse tipo de transferência não teve nem a mesma natureza, nem a mesma duração, nem sobretudo os mesmos efeitos sobre as tradições científicas de cada uma dessas grandes regiões do mundo.

O estudo da astronomia foi o principal fator de desenvolvimento da matemática no Oriente Próximo e Médio, além dos problemas de construção, da agrimensura, do comércio e da tesouraria do estado, que, às vezes, assumiam um caráter bastante complexo e particular. Assim como na Índia e na China, a maioria dos matemáticos dos países islâmicos eram astrônomos. Do mesmo modo que nos países citados, os problemas do calendário lunar ocuparam lugar importante. A construção de instrumentos científicos atingiu

um alto nível. Muitos matemáticos se dedicaram à construção de novos instrumentos astronômicos e à melhoria dos já conhecidos. Foram aperfeiçoados os relógios de água. Observações astronômicas, feitas em observatórios equipados com a última palavra em instrumentos, ultrapassavam em qualidade as observações alexandrinas e isso, por sua vez, aumentava a exigência em relação à precisão dos cálculos que, não raramente, eram levados a cabo com uma grande quantidade de cifras sexagesimais. O progresso da astronomia e da geografia descritiva era impulsionado pelas viagens a países distantes e pelas longas viagens marítimas. Conhecimentos matemáticos especiais se faziam necessários na ótica geométrica no estudo das propriedades dos espelhos de distintos formatos. E, assim, no centro dos interesses da escola de Bagdá, desde o início, estavam as questões de aritmética comercial, medição de figuras, construções e cálculos aproximados, trigonometria, álgebra numérica.

## **Os nomes em ciência e matemática**

Lenart Berggren (1986) faz a seguinte introdução antes de falar sobre alguns nomes da matemática islâmica:

Assim como qualquer outra civilização, o Islã não era incansável no apoio a seus estudiosos e, não muito depois do tempo de al-Mamun, o apoio à Casa da Sabedoria diminuiu e a instituição breve desapareceu. No século seguinte o estudioso al-Sijzi, escrevendo de local não citado, queixa-se de que onde ele vivia as pessoas consideravam seu direito matar matemáticos. (Talvez isto fosse porque a maioria dos matemáticos fossem também astrónomos e astrólogos). Contudo, quaisquer dificuldades que os caprichos de um governante em particular possam ter causado em uma região, estas eram geralmente compensadas por um patrono generoso e entusiástico

em outros lugares, de modo que, no geral, matemáticos e astrônomos no Islã poderiam esperar honra e apoio. Por exemplo, o governante egípcio al-Hakim, de quem devemos dizer mais no Capítulo 5, fundou uma biblioteca em 1005 chamada Dar al-Hikma. Além de fornecer uma sala de leitura e salões para cursos, al-Hakim pagou bibliotecários e garantiu que os estudiosos recebessem pensão que lhes permitisse seguir em seus estudos (BERGGREN, 1986, p. 1).

É, no mesmo tom, porém com outros testemunhos, que Yushkiévitch (1961) fala sobre as dificuldades enfrentadas pelos estudiosos que, frequentemente, viam-se em situações difíceis. Do mesmo modo que o restante da população, eles podiam se tornar vítimas dos conquistadores, pois o mundo islâmico não estava livre das mudanças súbitas de poder, fossem elas por meio de guerras de conquistas ou não. Além disso, eles tinham que evitar conflitos com a religião oficial e, mais importante ainda, constantemente, encontravam-se na dependência material direta dos príncipes e governantes. O poeta, astrônomo e matemático Omar Khayyam, cuja juventude se deu durante os anos de luta dos seljúcidas pelo poder, escreveu:

Fomos testemunhas da morte dos sábios dos quais sobram muito poucos e mui sofridos. A crueldade do destino em nossos tempos os impede de dedicar-se ao aperfeiçoamento e aprofundamento de sua ciência. A maior parte daqueles que nos tempos atuais tem a aparência de sábio esconde a verdade com a mentira e na ciência não vão além da fraude e falsidade e usam o pouco de conhecimento somente para objetivos imediatos. E se eles encontram uma pessoa que se distingue por buscar a verdade e amar a justiça, rejeitar a mentira e a hipocrisia, negar a vanglória e o engano, transformam-na em objeto de seu desprezo e ironias (KAYYAM, 1953, p. 16 *apud* YUSHKIÉVITCH, 1961, tradução nossa).

Yushkiévitch (1961), também, faz um contraponto, salientando que tais vezes não podiam barrar, durante muito tempo, o progresso científico. Nas cidades grandes, principalmente, nas capitais, surgiam novas escolas e bibliotecas, construía-se observatórios. Governantes mais educados organizavam instituições similares a academias, do mesmo modo como fizeram os monarcas europeus dos séculos XVII e XVIII. Tudo isso contribuía para a continuidade e a transmissão do conhecimento, mas não com a intensidade que tornou possível a invenção da imprensa e a impressão massiva dos trabalhos científicos.

Voltando aos nomes dos grandes matemáticos, Berggren (1986) cita Muhammad b. Musa al-Khwarizmi, que trabalhou na Casa da Sabedoria; Abu l-Rayhan al-Biruni, que viveu entre os séculos X e XI; Omar Khayyam, nascido pouco antes da morte de al-Biruni e Jamshid al-Kashi, cujo trabalho, em Samarkanda, elevou a matemática a novas alturas. Nós, no entanto, seguiremos, mais de perto, o texto de Yushkiévitch (1961) por ter, no quesito de citação dos nomes, uma densidade mais de acordo com o espírito do presente capítulo.

Abre a série de grandes autores da escola de Bagdá o primeiro clássico da matemática islâmica Muhammed al-Khorezmi (al-Khwarizmi) que trabalhou sob a proteção de al-Mamun. Omitindo os nomes de muitos outros, citamos Thabit ibn Qurra no século IX, Abu-l-Wafa, al-Kurri e al-Karadji nos séculos IX-X. Bagdá foi o principal centro científico do califado, porém, não o único. Se faziam pesquisas em Damasco e outras cidades. Al-Battani trabalhou no observatório de ar-Rakke no Eufrates e al-Khodjandi, no observatório de Ray, não muito longe da atual Teheran. Em épocas distintas as cidades Bukhará, Khorezm, Gazna, Pay e outras foram grandes centros científicos. Em Gazna, em particular, durante muito tempo trabalhou al-Biruni. Khayyam no final do século XI dirigiu o observatório de Isfahan. Depois da destruição de Bagdá o khan mongol Khulagu colocou o grande astrônomo e matemático Nasir edin al-Tusi na direção do observatório especialmente

construído em Maraga, um pouco ao sul de Tabriz. Ulugh Beg (1394-1449), governante de Samarkanda, sendo ele mesmo um astrônomo, foi um grande patrocinador de estudos em astronomia. No observatório de Samarkanda trabalhou um grande grupo de astrônomos: Djamshid Guiaceddin al-Kashi<sup>12</sup>, Kazi-zade ar-Rumi, al-Kushi e outros. No Cairo em torno de 900 trabalhou o algebrista Abu Kamil. Ali, a partir de finais do século X, funcionou a academia egípcia *Dar al-Hikma*, ou seja, *Morada da Sabedoria*, famosa nos séculos X-XI pelo astrônomo ibn Yunus e também pelo físico e matemático ibn al-Haythan (YUSHKIÉVITCH, 1961, p. 173, tradução nossa).

Os trabalhos em matemática eram realizados, da mesma forma, na Península dos Pirineus (Península Ibérica) e no noroeste da África. Logo após a conquista pelos árabes e pelos berberes (mais tarde, tanto uns quanto os outros foram chamados de mouros), essas províncias ibéricas do califado obtiveram uma independência, de fato, em 756, acontecimento já relatado, acima, no presente capítulo. Em 929, o emir de Córdoba, Abdurahman III (912-961), declarou, a si mesmo, califa e, formalmente, reforçou a separação de Bagdá. Em Córdoba, floresceu uma cultura hispano-mauritana original, que incluía elementos hispano-romanos, arabo-orientais, berberes e hebreus. O elemento decisivo para a matemática, ali, foi a difusão dos alcances da escola de Bagdá, começando pelos trabalhos de Muhammed al-Khorezmi. Porém, devido ao isolamento político, o contato nas áreas científicas, pouco a pouco, enfraquecia e muitos resultados não chegavam até à Espanha. Assim, os extraordinários trabalhos de Omar Khayyam, aqui, eram conhecidos apenas por ouvir dizer. Os matemáticos mauritanos, como, por exemplo, Gabir ibn Afla, que trabalhou no século XII em Sevilha ou o marroquino ibn Banna, que viveu nos séculos XIII-XIV, realizaram muitas descobertas independentes, em especial, em trigonometria. No entanto, a matemática, nesse caso, nunca chegou ao brilho alcançado nos países muçulmanos orientais.

12 Al-Kashi será o personagem central de um dos capítulos do presente livro.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A título de conclusão, gostaríamos de refletir sobre alguns pontos que se caracterizam mais como questões em aberto, isto é, não foram tratadas neste livro e é possível que algumas delas não tenham sido, ainda, tratadas na literatura especializada. Tais perguntas não respondidas se configuram como possibilidades de exploração ou pesquisa histórica futuras. São muitas as questões que se podem enumerar, mas, aqui, serão listadas apenas algumas.

Uma questão que ficou em aberto foi a referente à adoção do islamismo por partes dos mongóis, por exemplo. Sabemos que, em 1206, os mongóis eram um povo nômade da estepe, que praticava o xamanismo. No entanto, no início do século XV, um timúrida governava Samarkanda muçulmana e fez dela um centro de cultura e saber. O que aconteceu nesse intervalo de dois séculos? Os mongóis adotaram a religião muçulmana? Todos eles ou só uma parte? Como foi esse processo? Como foi essa adoção? Quando? Em que medida? Por decretos oficiais ou individualmente, voluntariamente?

A segunda questão tem relação com a primeira e se refere à produção científica. Os mongóis vieram a se inscrever como nação dentre os povos muçulmanos produtores de ciência? Houve, no canato timúrida, outros centros de saber além de Samarkanda? Depois de Ulugh Beg, o que aconteceu com o observatório de Samarkanda?

O que levou povos distintos, ao fazerem parte do mundo islâmico medieval, a promover, de um modo ou de outro o estudo das ciências e da matemática?

Quanto à questão da transmissão de conhecimento islâmico para a Europa, em que medida se deu? Qual a influência disso no renascimento europeu? São muitas as perguntas que podem ser elencadas e podem despertar a curiosidade do leitor. Isso é o que esperamos como resultado da leitura do presente livro.

## REFERÊNCIAS

BERGGREN, Lennart. **Episodes in the mathematics of medieval Islam**. New York: Springer Verlag, 1986.

DJEBBAR, Ahmed. **L'Âge d'or des Sciences arabes**. Paris: Éditions Le Pommier, 2013.

DJEBBAR, Ahmed. Les mathématiques arabes des VIII<sup>e</sup>-XV<sup>e</sup> siècles: passerelles entre les cultures. *In*: ESPACE MATHÉMATIQUE FRANCOPHONE CONFERENCE, 15., 2015, Algiers. **Actes [...]** Algiers: EMF, 2015. p. 1-16.

KAYYAM, Omar. Tratado matemático. *In*: ROZENFELD, B. A. **Istórikomatematícheskie Issledovániá**. [S. l.]: [s. n.], 1953. cap. 1, p. 10-25.

IMGUR. **The mongol empire**. [S. l.]: Imgur, 2021. Disponível em: <https://i.imgur.com/TEHoZCk.png>. Acesso em: 10 jan. 2021.

LAPIDUS, Ira. **A history of Islamic societies**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

MAC EVEDY, Collin. **Atlas da história medieval**. São Paulo: Peguin, 2007.

MUHAMMADANISM. **Maps**. [S. l.]: muhammadanism, 2021. Disponível em: <http://www.muhammadanism.org/maps/html>. Acesso em: 10 jan. 2021.

WIKIMEDIA COMMONS. **Arabian península (ortographic projection)**. [S. l.]: Wikimedia, 2021. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arabian\\_Peninsula\\_\(orthographic\\_projection\).png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Arabian_Peninsula_(orthographic_projection).png). Acesso em: 10 jan. 2021.

WOEPCKE, F. Sur le mot Kardaga et sur une méthode indienne pour calculer les sinus. **Nouvelles annales de mathématiques**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 386-394, jan. 1854.

YUSHKIÉVITCH, A. P. **Istoriya Matematiki v srednie víéka**. Moskvá: [s. n.], 1961.

THE GUARDIAN, Jornal diário. Edição 14 maio 2016

WIKIMEDIA COMMONS (2021a); referente a figura 1

WIKIMEDIA COMMONS (2021b); referente a figura 2

WIKIMEDIA COMMONS (2021c); referente a figura 3

YUSHKIEVITCH (1976)

# ABU JA'FAR MUHAMMAD IBN MUSA AL-KHWARIZMI E A CASA DA SABEDORIA (780-850) [AL-KHWARIZMI]

*Fabian Arley Posada-Balvin*

## INTRODUÇÃO

Configurar a biografia de um cientista da antiguidade nem sempre é tarefa fácil. Uma das dificuldades se associa à determinação de critérios para reconhecer, discriminar e aceitar aspectos relevantes do personagem, criando-se, assim, uma situação detetivesca similar à de quem tenta separar o impossível do provável para construir uma imagem que esboce alguma de suas facetas. A situação se torna ainda mais difícil quando as fontes do próprio autor ou de pessoas próximas a ele são limitadas e as disponíveis desanimam o leitor com frases como: pouco se sabe do autor em questão... Esse é o caso de *Abu (Abdellah) Ja'far Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi*, importante acadêmico árabe do período da alta idade medieval, cuja biografia continua aberta a novas reformulações.

*Al-Khwarizmi* teve seu ápice intelectual no início do século IX e seu nome é de obrigatória menção quando se trata de estudar o desenvolvimento histórico da matemática, principalmente, no campo da aritmética e da álgebra. Mas também ao pensar em outras ciências, como a geografia, a astronomia e a computação. No entanto, como acontece com a maioria dos grandes nomes as-

sociados a algum aspecto marcante da história, o aspecto fica, mas a pessoa é esquecida. Nas escolas, por exemplo, são ensinados conceitos como álgebra e algoritmo, muitas vezes, sem saber que são termos latinizados da palavra *al-jabr*, que, em árabe, indica a ação de restauração e de *Al-Khwarizmi*, que, com o tempo, foi associado à ideia de conjunto de passos para obter um determinado resultado, maneira de proceder característica desse personagem na solução de certos problemas, principalmente, de cunho matemático.

Nosso interesse, neste capítulo, é comentar e discutir algumas características da vida acadêmica de al-Khwarizmi, a partir da pouca literatura achada e que, de fato, foi-nos acessível. Desse modo, reconhecendo que a vida das pessoas não se desenvolve em um vácuo social e cultural, mas nas interrelações dinâmicas desses contextos que traçam caminhos e permitem produzir múltiplos sentidos e significados, começaremos descrevendo um dos momentos mais importante da época, que favoreceu a consolidação de sua formação científica: o movimento de tradução para a linguagem árabe das obras primas provenientes de outros contextos culturais e produzidas em épocas anteriores. Seguidamente, relataremos alguns aspectos do espaço acadêmico em que al-Khwarizmi desenvolveu grande parte de seu trabalho: a “*Bayt al-Hikma*”, de Bagdá, traduzida para o português como “A Casa da Sabedoria”. Esse espaço tem sido considerado, por diversos historiadores, como um dos maiores e mais importantes centros de produção intelectual da comunidade científica islâmica daquele tempo e que ajudou na consolidação da denominada era de ouro da ciência árabe medieval.

Posteriormente, debruçaremos-nos em aspectos marcantes da vida pessoal de al-Khwarizmi, discutindo algumas das controvérsias que aparecem na literatura sobre sua origem, data e lugar de nascimento e morte. Finalizo descrevendo, brevemente, partes do trabalho acadêmico que publicou em diferentes manuscritos, fo-

cando, principalmente, nas obras mais representativas que escreveu nas áreas de geografia, astronomia e, por interesse particular, enfatizando, de maneira especial, as duas obras que o imortalizaram no campo da matemática: “*O livro do cálculo com números indianos*” e “*O livro de cálculo por comparação e restauração*”, esse último mais conhecido como “*O livro da álgebra*”

## **O programa de tradução de obras clássicas para a língua árabe**

Al-Khwarizmi desenvolveu sua obra na época correspondente ao segundo e terceiro século da *Hégira*<sup>13</sup>, que compreende os anos finais do século VIII e primeira metade do século IX da era cristã. Nesse tempo, o império islâmico passava por um processo de muito movimento político, pois, ainda, era recente o trânsito da primeira dinastia do califado islâmico Omíada, que governou entre os anos 39/661<sup>14</sup> e 128/750, para a dinastia Abássida, cujo governo durou até o ano 636/1258. Durante esse período, o império experimentou lutas internas pelo poder, mas também muitas batalhas externas com propósitos expansionistas<sup>15</sup>, em que o exército mulçumano conseguiu conquistar grandes extensões de terras, impor sistemas de produção mercantil e monetário, oficializar o árabe como língua do império e captar novos adeptos para o islão.

A fim de situar melhor o leitor no bojo dos acontecimentos em que esteve envolvido al-Khwarizmi, é bom retomar os nomes dos governantes de seu tempo. A relevância, para tal, deve-se ao fato

---

13 Hégira é uma palavra árabe para se referir à saída forçada de Maomé da Meca para Medina, marcando o ano de início do calendário islâmico, isto é, o ano 622 da era cristã.

14 Indica-se, desse modo, o ano segundo o calendário islâmico e romano gregoriano respetivamente.

15 Principalmente, contra os impérios romano, persa, egípcio e chinês.

de que o trabalho científico, na época, realizava-se, em geral, quase exclusivamente sob a patronagem do governante local ou de um mecenas muito rico e, como será explicado, o trabalho de al-Khwarizmi não foi a exceção.

*Abu-Gá'far (Abu Já'far) al-Mansur* se tornou o segundo califa da dinastia Abássida, governando entre os anos 132/754 e 153/775, após a morte de *Abu al-Abbas as-Saffah*, que governou pelos quatro primeiros anos dessa dinastia. Ambos os califas foram reconhecidos como familiares legítimos e da linhagem do profeta Maomé. Atribui-se a *Al-Mansur* a responsabilidade pelo início da construção do palácio imperial na cidade *Madinat as-Salam*, atualmente, conhecida como Bagdá, capital do Iraque. O filho de al-Mansur, *Muhámmad ibn Mansur al-Mahdi*, terceiro califa da dinastia, governou pelos seguintes dez anos (153/775 e 163/785) e, durante esse tempo, consolidou Bagdá como uma das cidades mais importantes e de maior crescimento econômico e cultural da região. Al-Mahdi teve dois filhos: *Abu Abdullah Musa ibn al-Mahdi al-Hadi* e *Harún al-Rashid*, que passaram a ser o quarto e o quinto califas, respetivamente, da dinastia. O governo desses dois califas durou vinte e quatro anos, de 163/785 até 187/809, em que *al-Hadi* governou o primeiro ano, enquanto *al-Rashid* os restantes vinte e três. Do mesmo modo que al-Mahdi, al-Rashid teve dois descendentes: *Muhámmad ibn Harún al-Amín* e *Abd Allah al-Má'mun*. Com a morte de al-Rashid (187/809), Al-Amín passou a governar o império e, pouco depois, como comenta Cooperson (2004, 2005), no ano 191/813, após uma guerra civil ocasionada por discordâncias entre os irmãos, al-Má'mun, que, no momento, governava a região de Khorasan (ver Mapa 1), tomou o poder pela força, tornando-se, assim, o sétimo califa da dinastia até sua morte, no ano 211/833.

Mapa 1 – Localização de Khorasan



Fonte: Alchetron (2020).

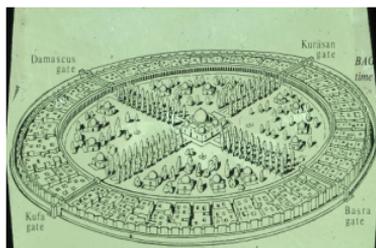
Durante todo esse período de início da administração Abássida, em especial, durante o governo de al-Ma'mun, diversos autores convergem em considerar que o império entrou em uma fase de maior estabilização social, de suas formas de governo e, de alguma maneira, de tolerância por outras crenças, cultos e religiões, como o cristianismo, o judaísmo, o paganismo e os redutos da religião Zoroastra, com que o povo muçulmano conviveu desde seus inícios (AL-KHALILI, 2010; GUTAS, 1998). Situação que trouxe grandes mudanças, não só em termos das formas de governo, mas também no desenvolvimento social e cultural do império. Para nossos interesses, aqui, resalto três aspectos, que considero de particular importância, acarretados por essas mudanças.

Em primeiro lugar, a forma de reprodução do conhecimento, favorecida por técnicas de fabricação de papel, aprendidas quan-

do o império entrou em contato com prisioneiros chineses após a guerra do ano 134/751. De acordo com Gutas (1998), a nova tecnologia substituiu, rapidamente, as anteriores formas materiais de conservação, apropriação e reprodução escrita, permitindo uma maior popularização dos diferentes tipos de conhecimento. O segundo aspecto, a ressaltar, relaciona-se ao deslocamento do centro de poder para uma região que antes tinha sido o centro de operações do império Persa, nas proximidades do rio Tigre, local onde foi construída a cidade de Bagdá, atualmente, capital do Iraque e que, naquele momento, tornou-se a nova capital do império islâmico.

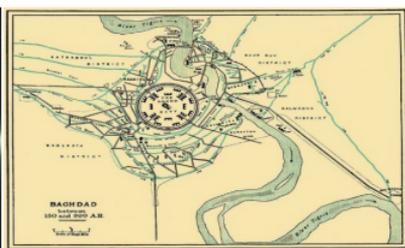
Um século e meio após a *Hégira*, mais precisamente no ano 145/762, iniciaram-se os trabalhos de construção do novo palácio imperial e da cidade circular de Bagdá por ordem do califa Al-Mansur, onde ele e seus sucessores, além de residir com suas famílias, governariam pelas próximas gerações. Esse fato transformou, rapidamente, a cidade de Bagdá em uma das metrópoles mais populosas, prósperas e com os maiores graus de desenvolvimento comercial e intelectual da época, comparável, em importância, com a antiga cidade de Alexandria, no Egito. Nas Figuras 1 e 2, mostram-se o projeto do califa al-Mansur e um mapa da situação da cidade até o terceiro século do calendário islâmico.

**Figura 1 – Projeto da cidade circular Bagdá**



Fonte: kn3 (2020).

**Figura 2 – Bagdá até o terceiro século**



Fonte: Kn3 (2020).

O crescente movimento comercial e cultural, experimentado em Bagdá, fez dessa cidade um lugar atraente para comerciantes, artesãos, artistas, intelectuais, cientistas e pessoas de diferentes regiões do mundo conhecido, que buscavam, na nova capital, melhores condições de vida, fazendo dela um lugar de misturas e contrastes sociais, que marcou fronteiras visíveis e invisíveis entre diferentes classes socioeconômicas. Do mesmo modo, ofereceu possibilidades não só para o convívio de adeptos de diferentes religiões (cristãos, judeus, zoroastristas, pagãos), sem que os crentes de algumas delas fossem obrigados a se converter ao islã, mas também favoreceu a troca de diferentes perspectivas científicas, discutindo, criticamente, princípios, valores, métodos e resultados, em um clima de respeito sem banalizações em face das naturais discordâncias.

De acordo com Gutas (1998), a fundação de Bagdá e a sua adoção como capital do califado da dinastia Abássida foi um movimento estratégico, que transformou, radicalmente, o império no que se refere à sua orientação cultural. Isso, porque durante a dinastia Omíada, a capital era Damasco, na Síria, uma região fortemente influenciada pelas formas de governo do império romano oriental (Bizantino), em que predominava a língua grega<sup>16</sup>. Com o traslado para Bagdá, o império desenvolveu uma nova sociedade com maior autonomia, baseada em princípios demográficos de menor influência Bizantina, composta, principalmente, por cristãos, judeus e muçulmanos, em que o grego deixou de ser a língua mais importante e, em vez disso, o aramaico, o persa e, especialmente, o árabe passaram a ser as línguas oficiais. No Mapa 2, mostram-se as duas cidades que serviram de capitais do império: Damasco, na Síria, capital no período Omíada e Bagdá, no Iraque, durante a dinastia Abássida.

---

16 Na Figura 3, mostra-se a localização no mapa das duas cidades.

**Mapa 2 – Damasco, Síria e Bagdá, Iraque**



Fonte: Google maps (2020).

Embora já mencionado, é, de particular importância, reafirmar que, em conexão com os dois aspectos acima referidos, isto é, a adoção da tecnologia do papel e o deslocamento do centro de poder para Bagdá, o terceiro elemento, a ressaltar, na mudança de dinastia, diz respeito ao clima de convivência adotados pelo governo e, por essa via, pelo povo em geral, em face à nova policromia cultural da região, em que foi possível perceber um ar de maior respeito pelas diferentes perspectivas ideológicas sociais, religiosas e acadêmicas<sup>17</sup>.

Para autores, como al-Khalili (2010), esses três aspectos, acrescentados à particular admiração, quase obsessiva, dos califas dessa dinastia, do sétimo califa al-Ma'mun, pela astrologia tradicional da cultura persa-zoroastra, que a assumiam como um dos pilares mais importantes para a tomada de decisões políticas e sociais, levaram-os a considerar apropriado conservar grande parte dessas tradições culturais, religiosas e científicas em seus governos como estratégia de consolidação da dinastia Abássida. Nessa direção, Gutas comenta que: “Para os governantes Abássidas, a

<sup>17</sup> É importante esclarecer que tal respeito pelas diferenças e ar de convivência depende da perspectiva com que seja analisada a situação.

mensagem era clara: pelo comando de Deus, as estrelas decretaram renovar as ciências. O ambicioso decreto era difundir todo o conhecimento até o momento produzido” (GUTAS, 1998 p. 46, tradução minha).

Desse modo e apelando aos mandados divinos, é possível afirmar que, nessa dinastia, foram colocadas as bases para um novo cenário que deu continuidade a um dos legados científicos mais importantes do império islâmico em termos da conservação, produção e reprodução das diferentes formas de conhecimento. Tal situação resultou na consolidação de um programa massivo e organizado orientado ao processo de tradução para a língua árabe das obras mais importantes das diferentes áreas do conhecimento, escritas, principalmente, em línguas grega, persa e sânscrita indiana. Esse deliberado e planejado movimento, além de se converter em uma ferramenta importante para ampliar e confirmar o novo governo Abássida, favoreceu para que, mais tarde, historiadores denominassem esse período da humanidade como o início da era de ouro da ciência árabe.

Foram traduzidas, para essa língua, obras clássicas de todos os tipos e de diferentes graus de importância: medicina, filosofia, engenharia, alquimia, astronomia, matemática, entre muitas outras. Só para mencionar alguns de particular interesse: os *Os Elementos*<sup>18</sup>, de Euclides de Alexandria (c. 300 a. C.); o *Al-Kitab al-Majisti* (‘El grande livro’) ou *Almagesto*<sup>19</sup>, como ficou conhecido na Europa mais tarde, e o livro de *Geografia*, ambos do astrônomo Claudio Ptolomeu (c. 125); as obras primas de Aristóteles; e o *Brāhma-sphuṭa-siddhānta*<sup>20</sup>, do indiano Brahmagupta (598 - 670).

18 É um tratado matemático, orientado, principalmente, para as áreas de aritmética e geometria, escrito pelo matemático grego Euclides, em treze livros.

19 É o nome, em árabe, do tratado sobre astronomia, do egípcio Claudio Ptolomeu. O nome, em árabe, transliterado para o latim, *al-Majisti*, que indica o máximo, posteriormente, passou para as línguas modernas como *Almagesto*.

20 Considerada a principal obra do matemático indiano Brahmagupta, incluindo o uso do sistema

## **A casa da sabedoria: consolidação de um grande projeto acadêmico**

Conservar, reproduzir e partilhar conhecimento tem sido reconhecido, pela maioria dos impérios do mundo, como uma das ferramentas mais importantes e eficazes para a conservação do poder, do desenvolvimento social e da transformação cultural. Para isso, é estratégico criar condições para estruturar organizados sistemas de recopilação e manutenção de registros bibliográficos. No entanto, só recopilar e manter não é suficiente, outra estratégia, de igual grau de importância, é a construção de esquemas de transmissão (sistemas educativos) e de incentivo para a produção de novos conhecimentos (pesquisa). Ambas as estratégias têm tido diferentes características, propósitos e papéis de acordo com a configuração histórica da sociedade em que se estiver vivendo.

Três desses projetos estratégicos, no período antigo, amplamente comentados pelo papel histórico que representaram, foram: em primeiro lugar, a grande biblioteca assíria, construída por volta do século VII, antes da era cristã, pelo rei Assurbanipal, na cidade de Nínive, localizada na região norte do atual Iraque e que, segundo Al-Khalili (2010, p. 70), pode ser considerado como um dos primeiros sistemas organizados de repositório bibliográfico conhecido pela humanidade. Em segundo lugar, a magnífica biblioteca de Alexandria, construída no século III, antes da era cristã, por Ptolomeu I, um general que esteve ao serviço de Alexandre, o Magno e que herdou o controle do Egito. E o terceiro grande projeto corresponde a diferentes repositórios de textos, relatórios de guerras, composições em prosa e em verso, entre outras peças literárias escritas, que foram construídas pelos califas do império islâmico em diferentes regiões conquistadas, conhecidas com o nome de “*Bayt Al-Hikma*” (BALTY-GUESDON, 1992).

---

de numeração posicional de base dez, mostrando uma compreensão avançada para o número zero.

Para os governantes do império muçulmano, tais repositórios ou “*Bayt Al-Hikma*”, cuja tradução para o português tem sido “Casa da Sabedoria”, indicavam, interpretando Gutas (1998, p. 54), lugares normalmente localizados nos palácios de governo, onde se recopilavam as informações mais importantes e relevantes do império. Para esse autor, inicialmente, foram assumidos espaços para armazenar versos que tinham conexão com a história iraniana, isto é, livros que continham registros poéticos persas. Embora, nas entrelinhas, seja entendido que as *Casas da Sabedoria* tivessem cumprido funções diversos em cada califado e dinastia do império, parece ser coincidente que, após um processo secular de aprimoramento, foi, no califado de al-Mansur, que se iniciou o projeto de que as faria passar de serem simples repositórios catalogados de textos, traduções e memórias bibliográficas, para se transformarem em espaços de transmissão de conhecimento e de produção acadêmica inovadora. Nas palavras de Gutas (1998, p. 54, tradução nossa):

A ideologia adotada por al-Mansur incluiu o conceito de “recuperação” através da tradução de obras antigas em Pahlavi<sup>21</sup>; mas no século entre a queda da dinastia Omíada e a vinda dos Abássidas, essa atividade de recuperação foi reorientada para a tradução de obras de Pahlavi para o árabe. Com os primeiros Abássidas, os principais operários desta cultura da tradução entraram nos cargos mais altos da administração e receberam apoio institucional financeiro para realizar essas atividades que, posteriormente, tornaram-se atividades de produção acadêmica (GUTAS, 1998, p. 54, tradução nossa).

Dando continuidade a essa ideia revolucionária, na primeira metade do século IX, o califa al-Ma'mun, após seu retorno à Bagdá<sup>22</sup>, consolidou a “Casa da Sabedoria” dessa cidade como um dos projetos acadêmicos mais ambiciosos até esse momento conhecido,

21 O Pahlavi foi uma das línguas.

22 Al-Ma'mun nasceu em Bagdá no ano 176/786, mas trasladou sua residência para a região de Khurasan, enquanto era seu governador.

que, rapidamente, constituiu-se no maior centro de produção científica da época e talvez um dos legados históricos mais importantes do império. Visto desse modo, para esses autores, a Casa da Sabedoria de Bagdá deve ser compreendida como um projeto que vai além de um simples espaço físico construído no palácio imperial, nos tempos do califa al-Mansur<sup>23</sup> e aprimorado pelos califas sucessores, mas, principalmente, em termos de um projeto acadêmico e político altamente ambicioso, que teve como propósito não só preservar a produção científica encontrada nas culturas com que o império teve contato, mas também com intenções de produzir os próprios conhecimentos teóricos e práticos<sup>24</sup> que elevariam o império a outro patamar cultural. Conforme as palavras de al-Kalili,

O que aconteceu durante o governo de Al-Ma'mun foi algo bastante novo em termos do patrocínio orientado a reunir em Bagdá, pela primeira vez, uma ampla variedade de diferentes tradições científicas de todo o mundo, colocando à sua disposição uma visão de mundo muito mais ampla do que qualquer governo anterior (AL-KHALILI, 2010, p. 80, tradução nossa).

A Casa da Sabedoria de Bagdá, ao se tornar o maior repositório de livros do mundo e espaço para a produção científica, com o patrocínio explícito do califa, passou a receber inúmeros acadêmicos de diferentes ramos da ciência e de todas as regiões do mundo: escritores, tradutores, poetas, alquimistas, filósofos, artistas, astrólogos, matemáticos, que sendo atraídos pelas oportunidades oferecidas, deixaram suas marcas, nesse espaço, mediante a tradução, a interpretação e a produção de novas obras.

---

23 Para diversos autores, a existência física de tal lugar ainda cria controvérsia (AL-KHALILI, 2010, p.; BALTU-GUESDON, 1992, p.; GUTAS, 1998).

24 Al-Kalili (2010, p. 80) comenta, por exemplo, que o califa Al-Ma'mun, ao não se conformar com muitos dos resultados obtidos por astrônomos anteriores, mandou construir seu próprio observatório astronômico em Bagdá.

Essa situação favoreceu a geração de uma cultura da comunicação comparativa do conhecimento produzido em culturas distintas, cada uma com seus próprios princípios cosmológicos, de valores, sistemas de medidas, formas de registros e processos de validação nem sempre convergentes, gerando-se, assim, a necessidade de aprimoramentos paulatinos nos métodos e revalidação dos resultados obtidos. Provavelmente, para o califa al-Ma'mun, foi clara a importância da criação coletiva e a indispensabilidade da troca de saberes, pois reconheceu que uma cultura científica não se desenvolve isoladamente e, por isso, incentivou a consolidação de novos projetos acadêmicos que implicassem, além de evitar a “fuga de cérebros” da região, atrair novos e talentosos cientistas de outras regiões.

Um dos acadêmicos atraídos, por esse projeto de al-Ma'mun e que trabalhou por muito tempo como tradutor e cientista na “Casa da Sabedoria”, em Bagdá, foi *Abu (Abdellah) Ja'far Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi*, mais conhecido como, simplesmente, al-Khwarizmi, considerado um dos mais importantes e famosos acadêmicos da época, reconhecido, historicamente, até os dias de hoje, pelas contribuições para os ramos da astrologia, da geografia e, em especial, pelos originais trabalhos em matemática voltados para os ramos da aritmética e da álgebra.

### **Al-Khwarizmi: um esboço geral de sua vida pessoal e trabalho acadêmico**

Afirma-se que *Abu Ja'far Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi* foi um dos estudiosos islâmicos, de início da idade média, que teve um alto reconhecimento acadêmico e que, além de ter sido um importante matemático, também, contribuiu, notavelmente, com outras ciências, como a astronomia e a geografia. De seu nome

completo, a parte que mais se usa é “al-Khwarizmi”, que, posteriormente, deu origem à palavra, em português, “algoritmo”, para indicar uma sequência de passos para solucionar um determinado exercício ou obter certos resultados. É o caso do conhecido “algoritmo da multiplicação” ou do “algoritmo para sistemas computacionais”.

No entanto, é importante esclarecer que o nome, como é conhecido no Ocidente, passou, em primeiro lugar, por uma tradução transliterada do árabe para o latim e, posteriormente, para as línguas modernas específicas, cuja segunda transliteração teve adaptações em cada língua (espanhol, italiano, francês, português, inclusive para o inglês e o alemão), carregando suas próprias características, na procura, principalmente, de convergências sonoras. Exemplo disso é a maneira como o nome é referenciado nas diferentes línguas. Só para mencionar três dessas línguas: al-Khwārizmī, al-Jwārizmī, al-Hwārizmī, o primeiro traduzido para textos escritos em línguas anglo-saxônicas, o segundo para o espanhol e o terceiro para línguas franco-alemãs. A mesma situação aconteceu com o uso de algumas das vogais e outras variações literárias. Essa situação tem gerado muitas dificuldades em termos de interpretações e afirmações dos diferentes historiadores e leitores em geral.

Uma dessas dificuldades se refere às interpretações sobre as origens desse acadêmico. De acordo com a tradição árabe de empregar os nomes próprios com dados relevantes da vida pessoal, principalmente indicando sua procedência genealógica e geográfica, tem sido possível inferir que o verdadeiro nome de “al-Khwarizmi” era Muhammad (nome do profeta), que era filho de Musa (Moisés), pai de Jáfar e que sua procedência geográfica era Khwarezm (Khorizm ou Chorasmia), uma grande região de oásis no delta do rio Amu Darya, no oeste da Ásia Central, cercada ao norte pelo Mar de Aral e de predominância desértica.

**Mapa 3 – Khiva na região Khwarizm**



Fonte: Google maps (2020).

**Figura 3 – Estátua de Al-Khwarizmi na cidade de Khiva**



Fonte: Pinterest (2020).

Khwarezm foi, por muito tempo, parte de uma série de reinos, em particular, do Império Persa, conquistada por volta do ano 712, no início da dinastia Abássida, pelo exército muçulmano. Atualmente, a região corresponde aos territórios de Uzbequistão, Cazaquistão e Turquemenistão, como se mostra no Mapa 3. Na Figura 3, mostra-se a imagem de um monumento erguido em nome de Al-Khwarizmi, na cidade de Khiva, no Uzbequistão, próxima de “Urgench”, lugar em que se afirma que aconteceu seu nascimento.

Alguns autores têm discordado de sua procedência e, em vez de considerar a região de “Khwarizm”, supõem cidades como Bagdá ou outros municípios próximos, como “Qutrubbull”, considerando que de Khwarizm somente procedem seus pais e outros parentes (PUIG, 2008a). Outros autores comentam que al-Khwarizmi chegou à cidade de Bagdá de uma região, atualmente, denominada de Azerbaijão, próxima do mar Cáspio (ver Mapa 3), deixando, nas entrelinhas, a dúvida de sua procedência. No entanto, a ideia mais generalizada, e talvez mais aceita pela maioria dos historiadores, é que seja a região do atual Uzbequistão o lugar de sua procedência.

Aceita a procedência de Al-Khwarizmi como sendo da região de Khwarezm, pode-se inferir que sua origem não era árabe e, por essa via, provavelmente, sua língua originária também não seria, o que

deixa em aberto a questão sobre qual seria a linguagem, inicialmente, falada por ele. O que parece ficar claro é que seus trabalhos acadêmicos, desenvolvidos em Bagdá, foram todos escritos em árabe, a língua científica do momento. De outro lado, pela influência do império persa na época, a mistura de religiões da região e a posterior conquista muçulmana não deixam completamente claro se al-Khwarizmi foi crente de alguma religião diferente do islã e se, em caso afirmativo, converteu-se a essa religião. Para Sayili (2006), o fato dele conhecer o local e falar a língua da região foi bastante positivo para manter boas relações com o califa al-ma'mun, a quem, em repetidas ocasiões, confiou para realizar ou servir de companhia em tarefas diplomáticas.

Sobre as datas de nascimento e morte, também, há algumas controvérsias na literatura. A maioria dos autores consideram o ano 158/780 como a data mais provável de seu nascimento, enquanto outros formulam o ano 163/785. De sua morte, diz-se que foi por volta do ano 228/850, isto é, com uma idade entre 65 e 70 anos. Todavia, o governo da antiga União Soviética produziu, no ano de 1983, um selo com motivo da comemoração do aniversário de número 1200 de nascimento, o que indicaria 783 como o ano real de nascimento (ver Figura 4).

**Figura 4 – Selo comemorativo do aniversário de número 1200 de Al-Khwarizmi**



Fonte: Cateto zero (2020).

Afirma-se que al-Khwarizmi, assim que chegou na idade adulta, interessou-se por estudar na “Casa da Sabedoria”, com o propósito de melhorar sua condição acadêmica. Estando, nesse lugar, estudou geografia, astronomia e se formou como um dos matemáticos mais importantes do momento. Além disso, chegou a ser membro ativo desse centro acadêmico e a maioria dos autores concordam em considerar que se tornou o diretor (AL-KHALILI, 2010). Al-Khwarizmi não só conheceu grande parte da produção clássica greco-helênica, egípcia, indiana e persa nas áreas em que se especializou, mas também fez contribuições inéditas importantes. Sabe-se que seu trabalho foi prolífero em publicações, escrevendo obras nas diferentes áreas de interesse. De acordo com Puig (2008), das contribuições de Al-Khwarizmi para os campos da geografia e da astronomia, destacam-se textos como:

- a) *Istikhrāj ta'rikh al-Yahūd* ou “Tratado sobre o calendário judaico”;
- b) *Camal al-sācāt fī basīt al-rukhāna* ou “Construção das horas no plano do quadrante solar”;
- c) *Macrifā sica al-mashriq fī kull balad* ou “A determinação da amplitude ortiva em cada cidade”;
- d) *Macrifā samt min qibal al-irtifāc* ou da “Determinação do Azimute de acordo com a altitude”;
- e) *Amal sica ayy mashriq shi'ta min al-burūj fī ayy ard shi'ta bi'l-handasa* ou da “Construção geométrica da amplitude ortiva de cada signo e para cada latitude”;
- f) *Kitāb cAmal al-asturlāb* ou “O livro sobre a construção do astrolábio”;
- g) *Kitāb al-cAmal bi'l-asturlāb* ou “O livro sobre a utilização do astrolábio”;

- h) *Tarā'if min camal Muhammad ibn Mūsā al-Khwārizmī: ma crifat al-samt bi-al-asturlab* ou “Novas aquisições de Muhammad ibn Mūsā al-Khwārizmī: o conhecimento do Azimute mediante o astrolábio”
- i) *Kitāb al-rukhāma* ou “O livro sobre o quadrante solar;
- j) *Zij as-Sindhind* ou “O livro de tabelas indianas” e
- k) *Kitāb sūrat al-ard* ou “O livro da configuração da terra”.

Esse último é considerado como uma prova do interesse que Al-Khwarizmi manifestou pelo trabalho do geógrafo e astrônomo egípcio *Claudius Ptolomeus* e das obras primas, como o “Almagesto” e o “livro da Geografia”. Enquanto “O livro de tabelas indianas” é conhecido como uma das mais importantes contribuições realizadas para o campo da astronomia, em que conseguiu realizar um significativo banco de dados astronômicos próprios, baseado nos estudos de registros similares da tradição científica indiana, persa e egípcia (PUIG, 2008).

No entanto, o maior reconhecimento acadêmico de al-Khwarizmi provém das contribuições para campo da matemática. Uma de suas preocupações era que os métodos de análise e cálculo para a resolução de problemas, fornecidos por essa área, fossem do domínio popular e não só da elite acadêmica. Pode-se dizer que parte dessa preocupação foi a que inspirou a escrita com um teor de passos compreensíveis por qualquer um que precisasse das suas duas obras mais importantes na área. Daí a popularização do ‘método al-khwarizmi’, transliterado para línguas modernas como “algoritmo”. Essas obras são:

- a) *Kitāb al-hisāb al-cadad al-hindī*, que, em tradução livre para o português, seria “Livro do cálculo com números indianos”. E

- b) “*Kitāb al-Mukhtasar fī hisāb al-jabr wal-muqābala*, que pode ser traduzido como “Livro de cálculo por comparação e restauração”

Com o “Livro do cálculo com números indianos”, al-Khwarizmi passou a ser reconhecido como o principal responsável pela disseminação, reconhecimento e uso do sistema numérico herdado da tradição indiana. Essa obra foi escrita por volta do ano 191/813 e, de acordo com diversos autores (CASTILLO, 2010; PUIG, 2008b), comenta-se que a versão original, em árabe, não sobreviveu, mas é conhecida, na atualidade, mediante quatro cópias, uma delas, a mais recente, é uma tradução para o francês, por André Allard, com o título “*Le Calcul Indien (Algorismus)*” – (ALLARD, 1992).

Al-Khwarizmi, ao mergulhar na produção matemática dessa cultura, em particular, na obra *Brāhma-sphuṭa-siddhānta*, de Brahmagupta, escrita por volta do ano 628, rapidamente, conseguiu reconhecer o incrível potencial do sistema de numeração usado por essa comunidade. Dentre as três características de maior relevância desse novo sistema de numeração, inclui-se o fato de ter algarismos diferentes para os primeiros nove números inteiros, que se compõem por adição e multiplicação mediante um carácter posicional de base dez. Isso significa que cada algarismo tem um valor relativo multiplicado em potências de dez, de acordo com a posição que ocupa no número. Nas Figuras 5 e 6, mostra-se uma evolução dos algarismos indo-arábicos e um exemplo do funcionamento do sistema de numeração. Desse modo, os indianos conseguiam representar quaisquer números inteiros.

**Figura 5 – Evolução da numeração indo-arábica**



Fonte: Estudo kids (2020).

**Figura 6 – Exemplo de número inteiro expandido na sua forma polinomial**

9018 indicaria que

$$9 \times 10^3 + 0 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 8 \times 10^0$$

Fonte: elaborado pelo autor.

Ter conseguido conceituar a ideia de uma “quantidade inexistente”, isto é, dar um valor a “nada” ou ao “vazio” e criar uma forma de representação para indicar tal “quantidade” (um algarismo próprio), entregou a esse sistema de numeração uma das principais e mais importantes características que favoreceu, enormemente, não só a simplificação e a aceleração das contas, mas também aprimorar os níveis de exatidão com quantidades de qualquer valor. O zero representado com um pequeno círculo “0”, posicionado no número, criou a propriedade de inexistência relativa (“a nada relativa”) ou o “zero relativo”, em que, dependendo da posição que estiver ocupando no número inteiro, modificaria seu significado. Na Figura, 6 mostra-se, por exemplo, um caso em que o símbolo zero (“0”), no número 9018, não está indicando inexistência absoluta, mas sim relativa. De acordo com sua posição no número, sugere que, no nível das centenas, não há valor, contudo, isso não indica anulação absoluta da quantidade que o número inteiro representa.

À medida que al-Khwarizmi compreendia melhor as características desse sistema de numeração e conseguia explicar, para seus colegas, o funcionamento nas diferentes maneiras e métodos para realizar cálculos aritméticos mediante “algoritmos”, também, foi tendo maior influência, não só no grupo de matemáticos e demais membros da comunidade acadêmica islâmica da época, mas também na população em geral. Após algumas tensões sociais, o siste-

ma terminou por se impor, principalmente, pelas vantagens que apresenta comparadas com o sistema de numeração anteriormente usado<sup>25</sup>. Na atualidade, o sistema de numeração indiano é um dos mais utilizados no mundo, reconhecido como sistema de numeração indiano-arábico.

Por outro lado, o “Livro de cálculo por comparação e restauração”, conhecido simplesmente como o livro da *Al-jabr*, é considerado por alguns autores como o primeiro tratado sobre a solução de equações de segundo grau, que ofereceu as bases do ramo da matemática, atualmente, conhecida como o termo transliterado do latim de *Álgebra*. De acordo com Castillo (2009), são conhecidos vários manuscritos traduzidos dos originais dessa obra, dois dos quais se encontram no Afeganistão e outro na Universidade de Oxford. Na atualidade, podem ser achadas traduções para diferentes línguas modernas: inglês, por Roberto de Chester (1915) e Frederic Rosen (1831); francês, por Roshdi Rashed e espanhol, por Ricardo Moreno Castillo (CASTILLO, 2010).

O papel histórico do livro da *Al-jabr* e as contribuições originais para a história da álgebra, ainda, são polêmicos e se acham airadas e controvertidas discussões a respeito, pois, para certos historiadores, o trabalho realizado por al-Khwarizmi não passa de uma simples tradução e interpretação dos trabalhos gregos e indianos anteriores, principalmente, das obras *Os Elementos*, de Euclides e a *Aritmética*, de Diophantus. Autores como Nesselmann (1842) e o grupo Bourbaki (1984), por exemplo, deixam implícita e, às vezes, explícita a ideia de que o trabalho de al-Khwarizmi trouxe poucas ou nenhuma contribuição para o progresso da álgebra, salvando-se a latinização do nome. No entanto, em trabalhos de autores como Rashed (1994) e Hoyrup (1991), é possível perceber cer-

---

25 É provável que o sistema de numeração, predominantemente, usado, antes do indiano, era o romano.

ta discordância com essa posição e parecem estar trabalhando em uma lógica histórica diferente, mostrando que o livro da *Al-jabr*, de al-Khwarizmi, teve um papel determinante na consolidação da álgebra, enquanto ramo fundamental da matemática.

Pelos propósitos, inicialmente, traçados neste capítulo e a importância da discussão, por enquanto, não tomarei uma posição própria a respeito. No entanto, após aprofundamentos nas leituras, afinar as análises e consolidar um pouco os argumentos, em próximas publicações, apresentarei o entendimento e, eventualmente, defenderei alguma postura particular.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste capítulo, falamos de alguns dos aspectos que envolveram a vida pessoal e acadêmica de *Abu Ja'far Muhammad ibn Musa al-Khwarizmi*, mais conhecido como simplesmente *al-Khwarizmi* e cuja popularidade, nos contextos científicos, deve-se ao fato de ser o autor de um dos mais importantes tratados sistematicamente organizados sobre a solução de equações de segundo grau, intitulado *al-jabr wal-muqābala*. Parte de nosso propósito era iniciar uma discussão em língua portuguesa, voltada, principalmente, para a formação de professores de matemática, sobre as condições do entorno social, político e cultural que favoreceram a produção acadêmica desse autor.

Embora o nível de aprofundamento apresentado, neste capítulo, ainda, deixe muito a desejar, considero que o realizado já é significativo, pois a literatura existente que trata sobre o tema é bastante limitada na língua portuguesa, gerando um desafio em dupla via: de um lado, de ter que mergulhar em textos escritos em outras linguagens, principalmente, inglesa, francesa, espanhola e até russa,

cujas comunidades acadêmicas têm mostrado maiores avanços em processos de tradução das obras primas e de análise dos contextos sociais em que foram produzidas. Entretanto, de outro lado, criou-se o desafio de aprimorar ainda mais o trabalho para tentar preencher os vazios encontrados em nossa comunidade acadêmica de fala portuguesa. Nesse sentido, podemos entender este capítulo como o início de um programa de pesquisa maior, interessado em entender as conexões da produção acadêmica de al-Khwarizmi com o desenvolvimento do pensamento algébrico moderno.

Por enquanto, conseguimos construir alguns argumentos apontando para a importância que teve o movimento de tradução de obras clássicas para o árabe e o papel que teve a formalização do centro acadêmico *Bayt al-Hikma* ou Casa da Sabedoria de Bagdá, durante o primeiro século da dinastia Abássida do império islâmico, que ofereceu as condições mínimas para que al-Khwarizmi conseguisse produzir o tratado sobre a *al-jabr*. Essas ideias servirão de base para um próximo trabalho orientado a analisar, detalhadamente, as traduções dessa obra, com o objetivo de estudar seu papel na configuração do atual conhecimento algébrico. Esperamos poder apresentar, em breve, à comunidade acadêmica de fala portuguesa, os resultados dessa nova pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALCHETRON. **Khwarezm**. [S. l.]: Alchetron, 2020. Disponível em: <https://alchetron.com/Khwarezm>. Acesso em: 10 dez. 2020.

AL-KHALILI, J. **The house of wisdom**: how arabic science saved ancient knowledge and gave us the renaissance. Washington: Penguin Group, 2010.

BALTY-GUESDON, M.-G. Le Bayt al-ḥikma de Baghdad. **Arabica**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 131-150, jul. 1992.

- BOURBAKI, N. **Éléments d'histoire des mathématiques**. Berlin: Springer, 1984.
- CASTILLO, R. **El libro del álgebra**: Mohammed Al Juarizmi. [S. L.]: NIVOLA libros y ediciones, 2010.
- CATETO ZERO. **al-Khwarizmi**. [S. L.]: Cateto zero, 2020. Disponível em: <http://twixar.me/dF3K>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- CHESTER, R. **Latin translations of the algebra of Al-Khwarizmi**. Lansing: University of Michigan Studies, 1915. v. XI. (Humanistic series).
- COOPERSON, M. **Classical Arabic biography: the heirs of the prophets in the age of al-Ma'mun**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. (Cambridge Studies in Islamic Civilization).
- COOPERSON, M. **Makers of the muslim world: al-Ma'mun**. London: Oneworld Publications, 2005.
- ESTUDO KIDS. **Sistema de numeração árabe**. [S. L.]: Estudo kids, 2020. Disponível em: <https://www.estudokids.com.br/wp-content/uploads/2015/04/algarismos-arabicos-historia-e-sistema-de-numeracao-arabe.png>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- GOOGLE MAPS. **Damascus, Síria**. [S. L.]: Google, 2020. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Damasco,+S%C3%ADria/@33.5074755,36.2828954,12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x1518e6dc413cc6a7:0x6b9f66ebd1e394f2!8m2!3d33.5138073!4d36.2765279>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- GOOGLE MAPS. **Khiva**. [S. L.]: Google, 2020. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Khiva,+Uzbequist%C3%A3o/@41.3891466,60.3500032,12z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x41dfa413ffe48cf9:0xcd75f47f7a6dc0cd!8m2!3d41.3895075!4d60.3414529>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- GUTAS, D. **Greek thought, Arabic culture: the Graeco-Arabic translation movement in Baghdad and early Abbasid society**. London: Roudedge, 1998.
- HOYRUP, J. 'Oxford' and 'Cremona': On the relations between two versions of al-Khwarizmi's algebra. *Filosofi og videnskabsteori på Roskilde Universitetscenter*. 3, 1991.
- KN3. **Bagdah between 150 and 300 A. B.** [S. L.]: [s. n.], 2020. Disponível em: <https://k60.kn3.net/taringa/2/8/5/9/7/9/6/membrana3/E2F.jpg>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- KN3. **Bagdah circular city**. [S. L.]: [s. n.], 2020. Disponível em: <https://k61.kn3.net/taringa/2/8/5/9/7/9/6/membrana3/228.jpg>. Acesso em: 10 dez. 2020.
- NESSELMANN, G. H. **Versuch einer kritischen geschichte der algebra, 1 Teil: die algebra der Griechen** [Essay on a critical history of algebra. 1st Part. The algebra of Greeks]. Berlin: G. Reimer, 1842.

PINTEREST. **Estátua de Al-Khwarizmi na cidade de Khiva**. [S. l.]: Pinterest, 2020. Disponível em: <https://www.pinterest.es/pin/351632683398477685/>. Acesso em: 10 dez. 2020.

PUIG, L. Historias de al-Khwārizmī (1ª entrega). **Suma**, [s. l.], v. 58, n. 1, p. 1-5, jun. 2008a.

PUIG, L. Historias de al-Khwārizmī (2ª entrega): los libros.. **Suma**, [s. l.], v. 59, n. 1, p. 105-112, nov. 2008b.

RASHED, R. **The development of arabic mathematics**: between arithmetic and algebra. Washington: Springer Science, 1994.

ROSEN, F. **The algebra of Mohammed bem Musa**. London: The oriental translations fund, 1831.

SAYILI, A. **Al-Khwarizmi, Abu'l-Hamid Ibn Turk and the place of Central Asia in the history of Science and Culture**. [S. l.]: Muslim Heritage, 2006. Disponível em: [https://www.muslimheritage.com/uploads/Place\\_of\\_Central\\_Asia\\_in\\_History\\_of\\_Science\\_and\\_Culture.pdf](https://www.muslimheritage.com/uploads/Place_of_Central_Asia_in_History_of_Science_and_Culture.pdf). Acesso em: 10 dez. 2020.

**ABŪ AL-WAFĀ' MUḤAMMAD IBN  
MUḤAMMAD IBN YAḤYĀ IBN ISMĀ'ĪL IBN  
AL-'ABBĀS AL-BŪZJĀNĪ (940-997)**

*Midori H. Camelo*

**INTRODUÇÃO**

Debates acalorados acontecem desde meados do século XX entre os estudiosos da historiografia da história e da filosofia da ciência em torno das questões sobre o saber (teoria) e o fazer (práticas) nas raízes da Ciência Moderna, dentre eles, sobre as relações entre “cientistas”<sup>26</sup> e artesãos nas origens da Revolução Científica, como podemos ver nos textos de P. Rossi (1989). Embora não possamos afirmar como sendo reverberações de práticas já presentes em tempos anteriores, aquilo que Rossi considera ser o símbolo de renovação cultural do Renascimento: “o constante diálogo de humanistas e literatos, técnicos e artesãos operado pelas relações de amizade e colaboração” (ROSSI, 1989, p. 35), podiam ser observadas em um passado bastante remoto do mundo islâmico medieval. Notadamente, nos escritos de Abū al-Wafā' (940-997), mais conhecido pelos seus trabalhos como matemático e astrônomo, encontramos dois livros que revelam a proximidade e os diálogos estabelecidos

---

26 Utilizamos os termos “cientista” e “ciências” entre aspas por considerar não ser pertinente atribuir tais termos aos personagens de um tempo e lugar que antecederam, longinquamente, a Ciência Moderna, de cujos conceitos estamos, ainda, impregnados. No transcorrer do texto, devemos substituir esses termos por “estudiosos” e “saber”.

entre estudiosos e homens da vida prática *Kitāb fi mā yaḥtāju ilayhi al-kuttāb wa-al-‘ummāl wa-ghayruhum min ‘ilm al-ḥisāb* (Book on what is necessary from the science—of arithmetic for scribes and businessmen/ Livro sobre o que é necessário do conhecimento da aritmética para escribas e negociantes – tradução livre) e *Kitāb fi mā yaḥtāju ilayhi al-ṣāni‘ min al-a‘māl al-handasiyyah* (On the Geometric Constructions Necessary for the Artisan/ Sobre construções geométricas necessárias para o artesão – tradução livre).

Os estudos desses livros, embora bastante distanciados do nosso tempo, possibilitam vislumbrar que, outrora, muitas das coisas que, em nossos dias, consideramos separadas, estiveram mais próximas do que pensamos. É o caso da Arte e da Matemática. De modo que os debates, em torno de uma nova historiografia, possibilitam reavaliar a neutralidade da ciência e revelam, também, a permeabilidade dos mundos de estudiosos e dos homens da vida prática, diante da demanda dos saberes matemáticos necessários à vida cotidiana.

No entanto, é importante considerar, ainda, que, para nos aproximarmos daquelas interações ocorridas em um tempo e lugar tão distantes da nossa realidade, em especial, no mundo islâmico medieval do século X, exige-nos o difícil exercício de pensar a Matemática e a Arte inseridas em uma cultura multifacetada e plural, de uma cosmovisão própria, permeadas de simbolismos e tradições. Caso contrário, corremos o risco de cairmos em reducionismos e simplificações que podem descaracterizar a cosmovisão própria daquele tempo e lugar.

Como apresentado, nossa aproximação com os estudos sobre a interação entre a Matemática e a Arte, deu-se a partir do personagem *Abū al-Wafā’*.

*Abū al-Wafā’ Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yaḥyá ibn Ismā‘il ibn al-‘Abbās al-Būzjānī* (Muhammad *Abū al-Wafā’ al-Būz-*

jānī ou Abū al-Wafāʾ) nasceu em 10 de Junho de 940, em Buzjan<sup>27</sup>, região de Khorsan ou Khorasan (atual Irã) e morreu em 15 de julho de 997, aos 57 anos, na cidade de Bagdá (atual Iraque). Tinha 19 anos quando foi para Bagdá trabalhar na corte do Califa Adud al-Dawla. Esse califa costuma ser lembrado como um dos patronos das ciências e das artes do mundo islâmico medieval oriental. Após a morte de Adud al-Dawla, Abū al-Wafāʾ continuou em Bagdá trabalhando, agora, para o Califa Sharaf al-Dawlah, filho de Adud al-Dawla. Sob as ordens do novo Califa, Abū al-Wafāʾ, juntamente com outros estudiosos da época, ajudou a construir o observatório astronômico no jardim do palácio de Bagdá e, tal como os outros estudiosos da época, traduziu e escreveu comentários dos trabalhos de Euclides, Ptolomeu, Diophantus e Al-Khwarizmi.

Para a redação da biografia de Abū al-Wafāʾ, tomamos como base a revista eletrônica MacTutor History of Mathematics archive<sup>28</sup>, criada por John J. O'Connor e Edmund F. Robertson, da Escola de Matemática e Estatística da Universidade de St. Andrews na Escócia e a obra *Biography in Dictionary of Scientific Biography*, cuja autoria é atribuída a A. P. Youschkevitch<sup>29</sup>.

Para falar sobre um personagem de uma cultura bem distinta da que estamos acostumados, bem como de uma época tão distanciada do nosso tempo, consideramos oportuno trazer, como elementos auxiliares, algumas observações e ilustrações que possam contribuir na compreensão espacial, temporal e contextual. Incluímos, assim, alguns aspectos históricos, mapas, imagens e comentários sobre a geografia, nomes, linguagem e simbolismos.

---

27 latitude and longitude: 35°20'N 60°40'E

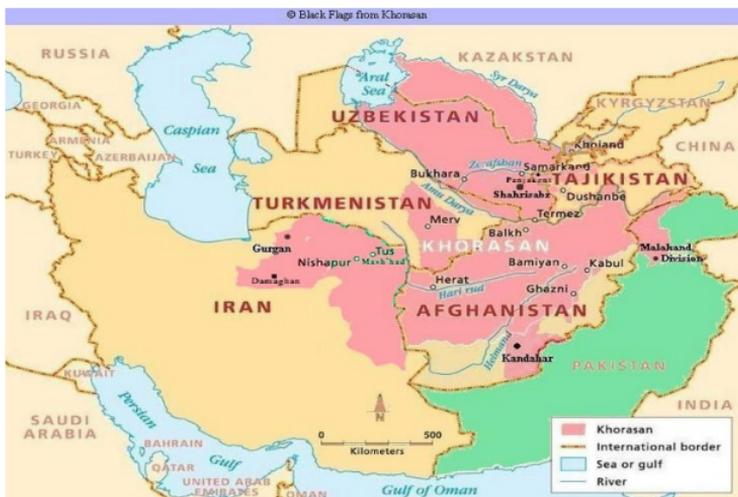
28 <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/>

29 <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2830900031.html>

## De onde vem Abu'l-Wafa

Abū al-Wafā' nasceu no ano de 940, na cidade de Buzjan, região de Khorsan ou Khoresan (atual Irã)<sup>30</sup>. Foi dali, justamente, que se originou o levante contra a dinastia Omíada quase dois séculos antes, em 750, pelos Abássidas (Figura 1). Acontecimentos importantes marcaram o lugar de onde saiu e para onde seguiu Abū al-Wafā' em sua juventude. Relatamos, a seguir, alguns desses acontecimentos.

Figura 1 – Região denominada Khorasan



Fonte: Blogspot (2020).

30 Na época do Império Sassânida, Khorasan foi uma das quatro províncias do império e incluía, entre outros, os distritos de Nishapur e Tus (hoje no Irã), Balkh e Herat (hoje no Afeganistão), Merv (no Turcomenistão) e Bucara (no Uzbequistão). Porém, no passado, o nome chegou a ser usado para uma área maior no oeste da Pérsia (Irã), que se estendia do rio Oxus (Amu Dária) e Transoxiana ao norte até o Mar Cáspio a oeste, passando pelos desertos do centro do Irã e Bamiyan, no Hindu Kush. Geógrafos árabes estendiam seu território até a antiga Índia, talvez até o vale do rio Indo, no atual Paquistão. De província sassânida, Khorasan passou a ser uma província árabe após a conquista da região pela dinastia omíada em 651-652. No século VIII, a região foi o centro de uma exitosa revolta contra os omíadas, liderada por Abu Muslim Khorasani, que foi um passo na conquista do poder do califado pela dinastia abássida. Nos séculos seguintes, Khorasan foi incorporada a vários reinos da Ásia Central como os safáridas, samânidas, gaznávidas, seljúcidas, corasmios, gúridas e timúridas. Em 1881, definiram-se as fronteiras de Khorasan como província a leste do Irã moderno. Essa grande província foi, em 2004, subdividida em três: Khorasan do Norte, Khorasan do Sul e Razavi Khorasan. Adaptado de: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Cora%C3%A7%C3%A3o\\_\(regi%C3%A3o\\_hist%C3%B3rica\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Cora%C3%A7%C3%A3o_(regi%C3%A3o_hist%C3%B3rica))

A dinastia Omíada foi a primeira “dinastia” que surgiu após quatro califados, que se seguiram à morte de Maomé em 632. Os primeiros califas, como vimos no Primeiro capítulo deste livro, não seguiram uma linhagem hereditária sendo estes, normalmente, designados por um conselho. Maomé, fundador da religião muçulmana, não deixou descendente varão nem havia designado, claramente, o seu sucessor na ocasião de sua morte. Abu Bakr, um dos sogros de Maomé (Maomé tinha mais de uma esposa) foi o primeiro califa a ser reconhecido pela comunidade muçulmana. Os três califas que o sucederam, a saber: Omar (634-644), Otmã (644-656) e Ali (656-661), compõem o que os historiadores costumam denominar de “califado ortodoxo”. Giordani (1976) lembra que, durante o período dos califas ortodoxos, a lembrança do profeta era ainda bem viva e os três primeiros sucessores permaneceram em Medina, na península arábica. O último califa ortodoxo, Ali, escolhe Kufa, às margens do Rio Eufrates no Iraque, como capital do mundo muçulmano. A conquista territorial dos árabes, àquela época, já havia ocupado boa parte do império persa, ao norte da península arábica (GIORDANI, 1976).

É importante lembrar que a mais rápida expansão territorial da conquista árabe se dá nas primeiras duas décadas do califado ortodoxo. Após quase três décadas e quatro sucessões de califas ortodoxos, período permeado de muitos tormentos, opositores e disputas sangrentas, Moawiya, chefe do clã dos Omíadas, assume o califado e funda, em 661, a primeira dinastia que iria dirigir o mundo muçulmano, a partir da cidade de Damasco (Síria). Por quase noventa anos, de 661 até 750, nove descendentes de Moawiya o sucederam ao longo dessa dinastia. A expansão territorial do Império Islâmico atinge seu apogeu nessa dinastia, tal como vimos no Capítulo 1 deste livro. Em dezembro de 744, quando Marwan II se proclamou califa, a dinastia Omíada já se encontrava em franca desintegração

e declínio, de modo que este teve grandes dificuldades para impor sua autoridade. Foi ele o último califa da dinastia, sendo perseguido e morto pelos opositores em 750 (GIORDANI, 1976).

Uma vasta e heterogênea conspiração, motivada pelo ódio à família reinante (Omíadas), trabalhava em segredo para um levante contra o poder estabelecido há quase um século.

De Humayma<sup>31</sup>, na rota que liga Síria a Medina, os cabeças da conspiração enviam emissários com o fim de organizar células secretas de partidários de um futuro imam ou califa cujo nome ainda é ignorado mas que deverá pertencer a família de Maomé. [...] Trabalhados em segredo por emissários enviados de Kufa<sup>32</sup>, todas as províncias situadas além do vale do Tigre – e mais especialmente o Khorasan, que corresponde ao conjunto de territórios compreendidos entre o Iraque e o Oxo<sup>33</sup>, onde os iranianos neófitos formam o fundo da população – levantam-se contra o poder estabelecido, reivindicando com uma violência terrificante o direito de dizer afinal sua palavra (GIORDANI, 1976, p. 82).

Giordani (1976, p. 83) lembra que Khorasan era a região iraniana mais islamizada em virtude de haver sido o centro da grande concentração de tropas árabes.

Aqui, entrará em cena a poderosa família dos Abássidas, cujo nome está associado ao tio de Maomé, Al-Abbas, que se considerava descendente direto do profeta. Sob o estandarte negro, símbolo da rebelião, Abu al-Abbas se proclama califa na grande mesquita de

31 Humayma, antigo Auara, foi um dos principais assentamentos no Hisma, o deserto do sul da Jordânia. Humayma está localizado a 45 km ao sul de Petra e a 55 km ao norte de Aqaba. Fonte: Museum with no frontiers (2020).

32 Cufa ou Kufa é uma cidade localizada no Iraque, a cerca de 170 km ao sul de Bagdá e 10 km a nordeste de An-Najaf. Ela está localizada nas margens do rio Eufrates. Fonte: Google maps (2020).

33 Nome antigo para Amu Darya (Amu River), o rio Oxo (também conhecido como Oxus ou Oxos) um dos rios mais longos da Ásia Central. O Amu Darya era, tradicionalmente, conhecido pelo mundo ocidental desde a época grega e romana como o Oxus e era chamado Jayhūn pelos árabes. Fonte: Encyclopaedia Britannica (2020).

Kufa em 749, declarando que se propunha a exterminar os Omíadas e autodenominando-se “al-Saffah” ou “derramador de sangue”. Da impiedosa perseguição aos Omíadas, poucos sobreviveram aos massacres. Abd al-Rahman foi um dos sobreviventes que conseguiu fugir para o norte da África e que, posteriormente, seguindo para o sul da Península Ibérica, fundou a dinastia Omíada da Espanha.

Figura importante surge após alguns anos de califado de Abu al-Abbas. Trata-se de Abu Jafar al-Mansur. Com o título de al-Mansur ou “o Vitorioso”, o meio-irmão de Abu al-Abbas se torna o segundo califa Abássida e é, por muitos, considerado o verdadeiro fundador dessa dinastia. Por questões de segurança, seu antecessor já havia transferido a sede da nova capital de Kufa para Hasimiy-ya<sup>34</sup>. E, assim, o segundo califa Abássida, Al-Mansur empreende, em 762, a construção de uma nova capital à margem ocidental do Rio Tigre. Segundo Lyons (2011, p.79), “moedas abássidas e outros costumes oficiais celebraram a nova capital como a Madinat al-Salam, ou “a cidade da paz”, mas o povo manteve o nome do antigo povoamento persa que existia no mesmo lugar: Bagdá (que no iraniano significa “doado por Deus, dom de Deus)”

Al-Mansur pediu orientações aos seus astrólogos reais de confiança, “o ex-zoroastrista Nawbakht e Mashallah, um judeu de Basra convertido ao islamismo e agora “a principal pessoa para a ciência dos juízos das estrelas” [...] para (definir) o dia mais auspicioso para o início dos trabalhos” (LYONS, 2011, p. 79). Assim, em 30 de julho de 762, deu-se início a construção da Cidade Redonda de Bagdá. A nova capital, planejada a partir de um círculo perfeito, conforme os ensinamentos geométricos de Euclides, fora concluída por volta de 765. A cidade amuralhada de Bagdá, com seus dois conjuntos de muros, representaria um recomeço bastante radical para o mundo islâmico e, sob as orientações dos mais eminentes

---

34 Região agrícola situada às margens do Rio Oxo (Amu Darya).

astrólogos, parecia prometer um grande futuro como centro científico e intelectual (LYONS, 2011).

Tal como detalhado no Capítulo 2 deste livro, baseado nas bibliotecas dos grandes príncipes persas, al-Mansur criou a biblioteca real, local onde, além de guardar uma imensa coleção de livros, abrigaria um pequeno exército de eruditos que faria, dali, um espaço de trabalho, com suporte administrativo e auxílio financeiro. Esse lugar ficou conhecido, em árabe, como a Bayt al-Hikma ou a Casa da Sabedoria (LYONS, 2011).

Na dinastia Abássida, que cobrirá o período entre a metade do século VIII e a metade do século IX, o império deixa de ser árabe para tornar-se muçulmano, isto é, o Islã se torna multinacional. A Arábia deixa de ser, territorialmente e politicamente, a sede de domínio do Império. Territorialmente, a capital do Império já havia se deslocado para Damasco, capital da Síria, desde a dinastia Omíada, já que a Síria havia se tornado uma importante região para o Império Islâmico. Embora Meca e Medina permanecessem como locais de peregrinação, a capital do Império, na dinastia Abássida, passava, agora, a ser Bagdá, no Iraque.

Segundo Lyons (2011), como consequência da rápida expansão territorial, os árabes muçulmanos já haviam deixado de ser maioria no império sob seu controle. E assim:

[...] tinham que competir com uma imensa colcha de retalhos de comunidades étnicas e religiosas: grandes populações urbanas de persas, tanto muçulmanos convertidos recentemente como zoroastristas tradicionais; falantes do aramaico, tanto cristãos como judeus; cristãos árabes de várias estirpes, inclusive as muitas seitas “dualistas”, que haviam rompido com a ortodoxia oriental de Bizâncio; e outros grupos (LYONS, 2011, p. 80).

Aspectos acima corroboram com o que nos apresenta Yushkiévitch sobre a descoberta dos saberes matemáticos nos países muçulmanos: a cooperação criativa de sábios de diversos povos, principalmente, dos persas, khorezmianos, árabes, tadjiques, gregos, sírios, mouros, hebreus e outros (YUSHKIÉVITCH, 1961).

Al-Mansur reconhece o poder e a influência crescente dos persas que desempenharam grande papel no sucesso da rebelião contra os Omíadas. Muitos dos muçulmanos mais novos, em especial, aqueles de terras tradicionalmente persas, haviam apoiado os rebeldes Abássidas na derrubada da dinastia Omíada. Na visão tradicional dos persas, por não descenderem do círculo íntimo de Maomé, os Omíadas não tinham legitimidade política e religiosa. O reconhecimento de Al-Mansur aos persas abriria, a partir de então, um caminho para assumirem papéis cada vez mais influentes nos assuntos políticos e intelectuais do império (LYONS, 2011, p. 80-86).

Será para esse panorama, tecido por cerca de 200 anos pela dinastia Abássida, que o persa Abū al-Wafā' seguirá na sua juventude para contribuir, a princípio, com seus trabalhos como matemático e astrônomo na Casa da Sabedoria.

## **Algumas particularidades da língua árabe**

Segundo Giordani (1976), a implantação da língua como instrumento de dominação feita pelos conquistadores foi um trunfo:

Os conquistadores árabes levaram sua língua materna às mais distantes regiões e fizeram com que a mesma fosse adotada por diferentes povos dominados substituindo aos poucos os idiomas nacionais. Assim, por exemplo, em várias regiões do Oriente Próximo (que hoje correspondem ao Iraque, à Síria, etc.) o árabe substituiu o aramaico (o siríaco, dialeto aramaico, opôs longa resistência

a essa substituição). No Egito o copta deu lugar ao árabe e no Maghreb a língua dos conquistadores suplantou, de um modo geral, os dialetos berberes (GIORDANI, 1976, p. 221).

Importante salientar, no entanto, que o uso do idioma árabe, como fator de unidade entre as tribos do Norte e do Sul, já estava presente na península Arábica desde o período pré-islâmico (GIORDANI, 1976).

Três foram, essencialmente, as razões do triunfo do idioma árabe na construção do Império:

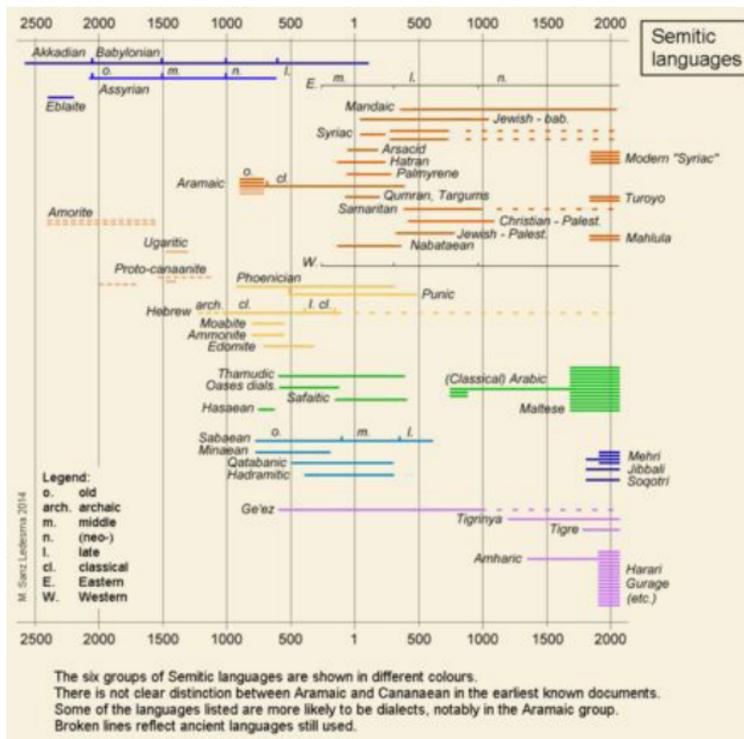
Uma razão de ordem religiosa: porque foi o veículo da nova religião, a língua do Corão considerado a palavra de Alá; outra razão de ordem político-administrativa: foi o idioma usado pelos dominadores e pela administração imposta; uma terceira e importantíssima razão: a própria natureza da língua árabe; isto é, o árabe se impôs por suas características excepcionais que tornaram possível empregá-lo como veículo de uma grande religião, como língua de um vasto sistema político-administrativo, como meio adequado de expressão de ideias científicas, filosóficas, jurídicas, teológicas e ainda como mero instrumento de expressão do belo literário (GIORDANI, 1976, p. 221, grifo nosso).

A língua árabe faz parte de um grupo de línguas conhecidas como línguas do grupo Semítico (Figura 2), ao qual se incluem o hebraico, o etíope, o babilônio e o fenício (BERGGREN, 2003). Mais precisamente, faz parte do ramo meridional das línguas semíticas. Com base nos estudos de Marcel Cohen, "Langues Chamito-Sémitiques", Giordani (1976) nos revela que as línguas semíticas integram um complexo mais amplo de línguas, chamado camito-semítico, cujo esquema, a seguir, permite entender melhor a posição do árabe no complexo conjunto:

Semítico oriental – é representado pelo acadiano (acádio), língua dos semitas que outrora ocuparam a Mesopotâmia sumeriana. O acadiano evolui no babilônico e no assírio.

Semítico ocidental – abrange um ramo setentrional e um ramo meridional. O ramo setentrional inclui o cananeu e o aramaico. Entre as línguas incluídas no cananeu figuram o hebraico e o fenício. O ramo meridional inclui o árabe, dialetos do sul da Arábia e línguas etíopes (GIORDANI, 1976, p. 222).

Figura 2 – Línguas Semíticas



Fonte: Pinterest (2020).

O idioma árabe, segundo Giordani (1976), é de longa existência e de uma longa história, que começa cinco séculos antes da era Cristã e apresenta uma espantosa estabilidade e conservadorismo, de modificação lenta. Sendo falada em uma área muito vasta que vai do Iraque ao Marrocos, o árabe desenvolveu, naturalmente, uma porção de dialetos. No entanto, os literatos, por toda a área, leem a mesma língua clássica e dela não nasceram novas línguas, diferentemente das derivadas do latim, como as românicas, o francês, o espanhol, o italiano, etc. (GIORDANI, 1976).

O alfabeto árabe é formado por 28 letras, todas consoantes (Figura 3).

Figura 3 – Alfabeto Árabe

خ	ح	ج	ث	ت	ب	ا
kha	haa	jiim	thaa	taa	baa	alif
ص	ش	س	ز	ر	ذ	د
saad	shiin	siin	zaay	raa	thaal	daal
ق	ف	غ	ع	ظ	ط	ض
qaaf	faa	ghayn	ayn	thaa	taa	daad
ي	و	ه	ن	م	ل	ك
yaa	waaw	ha	nuun	miim	laam	kaaf

Fonte: Oliveira (2017).

E as palavras são construídas a partir de uma raiz de 3 consoantes, cujos exemplos buscamos em Berggren (2003). Consideremos três raízes formadas pelas seguintes consoantes k t b = escrever, r s d = observar, h s b = computar. Para quaisquer raízes de consoantes X Y Z, ao inserirmos duas vogais tais como XaYiZ, a palavra passa a adquirir o significado de alguém que faz a ação. Assim, katib = es-

critor, rasid = observador, hasib = calculador (ou astrônomo, aquele que faz muitos cálculos). Para designar o lugar onde ocorre a ação, à raiz XYZ, são acrescentadas a sílaba ma e a letra a entre as duas últimas consoantes: maXYaZ. Assim, maktab = escriturinha ou birô (lugar onde se escreve) e marsad = observatório. Se acrescentarmos a sílaba mi e a letra a à raiz, teremos o instrumento que permite realizar aquela ação. Logo, mirsad passa a significar telescópio.

Outro aspecto interessante da língua árabe é o entrelaçamento do alfabeto com números e estes com razões, proporções e muitas outras relações simbólicas. As letras do alfabeto equivalem a números e, segundo Pablo Beneito (LEITE, 2007, p. 22): “Nas línguas semíticas, em particular, como é o caso do Árabe (...), as letras do alfabeto equivalem a números, já que de fato o alfabeto surgiu com a dupla função de reproduzir a linguagem – sobretudo para funções rituais – e para organizar as contas”.

Para além das ‘contas’, na tradição mística islâmica do sufismo<sup>35</sup>, pode-se observar, também, a complexa trama entre o belo, o sagrado e as relações matemáticas representadas pela geometria.

Dessa maneira, a língua e, em especial, o alfabeto árabe estão inseridos em uma visão integradora de linguagens, artes, ciências das letras, padrões de geometria, perspectiva pitagórica da ciência dos números e dos chamados quadrados mágicos (LEITE, 2007).

Segundo Leite (2007):

As 28 letras do alfabeto árabe – matrizes simbólicas de todo o existente – equivalem a cifras de 1 (alif) a 1000 (gayn) no sistema numérico maior oriental, mas no sistema menor oriental que se aplica neste quadrado, cada uma das 28 letras equivale a uma cifra de 1 a 9. (...) Desse modo, assim como no quadrado estão presentes todos os

---

35 Sufismo – conjunto de escolas espirituais de meditação e contemplação que estão para a religião Islâmica assim como a Cabala está para o Judaísmo (LEITE, 2007, p. 14).

números simples, assim estão também presentes todas as letras do alfabeto. O quadrado – este é seu maior segredo – é símbolo da Escritura Matriz ou “Mãe do Livro” (umm al-qur’ an) e símbolo, portanto, do Corão mesmo, em qualquer de suas dimensões: o Corão escrito, o Corão macro-cósmico ou o ser humano como síntese microcós-mica do Corão (LEITE, 2007).

A título de exemplo, ilustramos um dos quadrados mágicos (Figura 4), também, chamados “diabólicos” ou “harmônico” (como se refere Pablo Beneito):

**Figura 4 – Exemplo de quadrado mágico**

4	9	6
5	3	1
18	16	11

Fonte: elaborada pelo autor.

Segundo Beneito (LEITE, 2007):

O quadrado harmônico de 3 x 3, cujo centro é o número 3 constitui um exemplo significativo (dentre tantos) de polivalência simbólica: quando se somam todas as cifras do quadrado – ou quando se somam os resultados das linhas horizontais ou verticais em cada lateral – obtém-se sempre a cifra 73. Segundo o hadit profético, só 1 das 73 seitas do Islam é a via da salvação. Na realidade, já que  $7 + 3 = 10 = 1$  a via da salvação é aquela que integra a diversidade das crenças em uma crença compreensiva (LEITE, 2007, p. 24).

Ainda, segundo o mesmo autor,

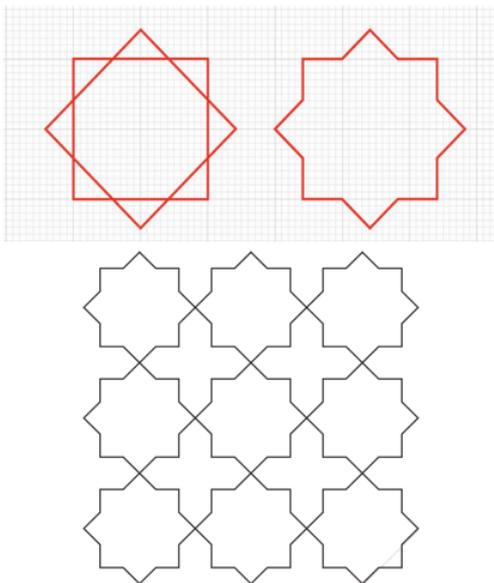
O quadrado simboliza por si mesmo a Kaaba, símbolo por excelência da presença de Deus em Sua criação. Cada lado do quadrado, ao somar e reduzir a unidades, dá um resultado final de 1, de modo que a soma dos lados dá 4.

Os quatro lados e ângulos correspondem às quatro orientações e aos quatro qutb ou pólos da hierarquia espiritual invisível. Além disso, o quatro é o número perfeito que, (...), contém a dezena ( $1+2+3+4 = 10 = 1$ ), e significa, portanto, a unidade do múltiplo (LEITE, 2007, p. 24).

Os estudos de Leite (2007) nos revelam que a busca da unidade na multiplicidade seria um dos conceitos envolvidos na criação e composição dos padrões geométricos utilizados na arte geométrica Islâmica, sobretudo, nos mosaicos que revestem as paredes dos palácios de La Alhambra, objeto de seus estudos.

Como exemplo, reproduzimos, a seguir, as formas geométricas geradas a partir do quadrado (Figura 5), que dão origem a uma composição geométrica com simbologias próprias.

**Figura 5 – Formas geométricas geradas a partir de dois quadrados**



Fonte: elaborada pelo autor.

A partir da forma representada pelo quadrado, duas outras formas são geradas: a estrela e a cruz. Segundo Leite (2007), a cruz simboliza a inspiração divina ou contração da forma e a estrela, sua expiração ou expansão.

Kamal Bullata<sup>36</sup> é um dos autores citados de modo recorrente por Leite (2007), o qual discorre sobre a estreita relação entre a língua árabe e a geometria dos padrões decorativos da arte islâmica. De acordo com Bullata, “as unidades figurativas compostas a partir da reta e da curva representam, para os padrões geométricos, o mesmo que as raízes trilíteras para a língua árabe” (LEITE, 2007, p. 97).

Esperamos que, com esses breves comentários sobre a visão integradora entre o alfabeto, números e formas geométricas, possamos, ainda que sem a devida profundidade que o assunto merece, contribuir para despertar algumas percepções nos trabalhos do nosso biografado, particularmente, àqueles destinados aos artífices de seu tempo.

Quanto ao nome do nosso personagem, Abū al-Wafā’ Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yaḥyá ibn Ismā’il ibn al-‘Abbās al-Būzjānī (Muhammad Abū al-Wafā’ al-Būzjānī ou Abū al-Wafā’), também, cabem algumas considerações. De modo geral, as crianças de famílias muçulmanas recebem nomes do tipo Muhammad, Husain, Thabit, etc., seguidos da frase “filho de fulano” e a criança seria, assim, chamada de Thabit ibn Qurra (Thabit filho de Qurra) ou Muhammad ibn Husain (Muhammad filho de Husain). E sua ancestralidade poderá seguir sendo composta ao longo das gerações. Assim, Ibrahim ibn Sinan ibn Thabit ibn Qurra, remete-nos até seu bisavô. Pode acontecer de uma pessoa receber o nome após ter um filho e receber uma denominação paternal (kunya em árabe), como no caso Abu ‘Abdullah (o pai de Abdullah). Encontramos, também, alguns nomes que podem se seguir com a indicação da etnia ou do lugar de origem (nisba em árabe), como, por exemplo,

36 Kamal Bullata, “Geometría de La Lengua y Gramática de la Geometría”(1991).

al- Harrani, “o homem de Harran”. Ao final, o nome poderá vir acompanhado de outra forma de identificação (laqab em árabe), podendo ser apelidos, tais como “o de olhos salientes” (al-Jahiz) ou “o fabricante de tendas” (al-Khayyami) ou, ainda, um título como “o ortodoxo” (al-Rashid) ou “o derramador de sangue” (al-Saffah) (BERGGREN, 2003). Desse modo, Abū al-Wafā’ Muḥammad ibn Muḥammad ibn Yaḥyá ibn Ismā‘īl ibn al-‘Abbās al-Būzjānī é Pai de Wafa, Muḥammad filho de Muḥammad filho de Yaḥyá filho de Ismā‘īl filho de Al-‘Abbās proveniente de Buzjan ou, resumidamente, Muhammad Abū al-Wafā’ al-Budjani, Muhammad pai de Wafa vindo de Buzjan ou, simplesmente, Abū al-Wafā’, pai de Wafa, que é o nosso personagem.

### **Legados da Casa da Sabedoria no tempo de Abu'l-Wafa**

A nova capital, Bagdá, simbolizou as transformações que caracterizaram o reinado dos Abássidas. Dentre eles, são destacados os de Harun al-Raschid (786 -809) e de seu filho Al-Mamun (813 -833). Harun al-Raschid é considerado o mais famoso dos califas abássidas por ter se tornado personagem lendário nos contos de As Mil e Uma noites. Em seus vinte e três anos de reinado, Harun al-Raschid deu proteção especial às letras, às artes e às ciências, acolhendo numerosos intelectuais em Bagdá. Al-Mamun foi um dos três filhos de Harun que herdou o reino. Tal como seu pai, tinha interesse por questões intelectuais e culturais.

Al-Mamun era dotado de inteligência e de espírito de curiosidade. Sob seu reinado a civilização abássida atingiu o apogeu. O califa interessava-se por questões científicas e filosóficas tendo favorecido o progresso das atividades intelectuais e encorajado as traduções. “Fundou uma academia de ciências em Bagdá e observatórios naquela capital e em Tadmor, a antiga Palmira. Médicos, juristas,

músicos, poetas, matemáticos, astrônomos foram beneficiados com sua generosidade” (DURANT *apud* GIORDANI, 1976, p. 91).

Após duas outras sucessões, a dinastia Abássida apresenta um período de decadência, resultando na desagregação da dinastia e do próprio califado. Rebeliões e movimentos separatistas fizeram surgir estados autônomos, resultado da desintegração política do califado.

Foi durante a dinastia Abássida que aconteceu, também, a quebra da unidade política do Império Árabe. Os estados conquistados a oeste, especificamente, a Península Ibérica, não reconhecem a autoridade dos califas de Bagdá. A partir da metade do século IX, começam a surgir uma multiplicidade de dinastias e de capitais, movimento este que se propagará até o século XVI (GIORDANI, 1976).

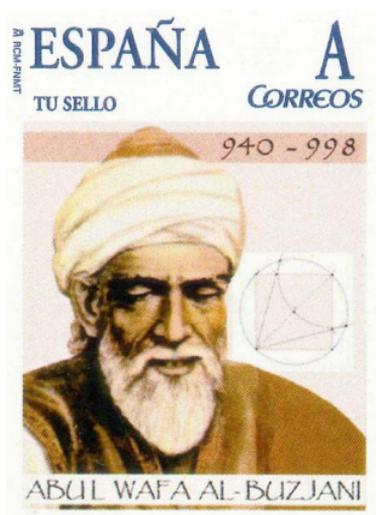
Após o sétimo califa da dinastia Abássida, Al-Mutawakkil (847 – 861), o mundo islâmico começa a perder, definitivamente, a unidade, inicia-se um período de desagregação do califado. Revoltas de caráter social fazem surgir movimentos separatistas no Khorasan, Turquestão e Egito (GIORDANI, 1976, p. 94).

Após muitas lutas, rebeliões, assassinatos entre diferentes movimentos sócio-religiosos, sobe ao trono Al- Mustakfi, que, em 945, é forçado a acolher, em Bagdá, o buwayhida Ahmad, filho de Buya ou Buwayh, soldado de fortuna que lutara em favor dos álidas e dos samânidas e que prepara o caminho para as conquistas de seus três filhos, Ali, Hasan e Ahmad (GIORDANI, 1976).

Abū al-Wafā' (Figura 6), que nasceu em 10 de Junho de 940, em Buzjan, região de Khorasan. Khorasan, uma região histórica da Pérsia, que hoje engloba partes do Irã, Afeganistão, Tadjiquistão, Turcomenistão e Uzbequistão, vai aos 19 anos para Bagdá, localizada a cerca de dois mil quilômetros a oeste de sua cidade (Figura 7). Ele chega em Bagdá sob a dinastia dos buwayhidas, no reinado de Adud al-Dawla, um dos filhos de Adud al-Dawla Ahmad, considerado o mais célebre dos príncipes buwayhidas. O resgate à cultura,

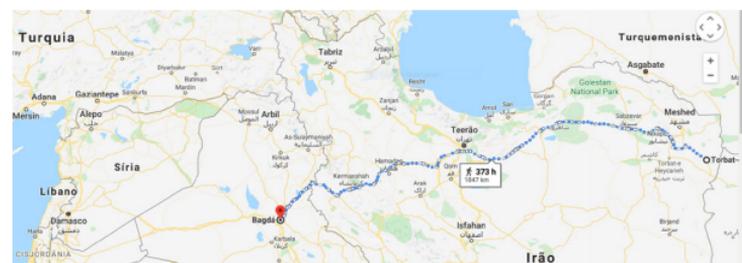
em Bagdá, deu-se sob esse reinado que durou trinta e cinco anos. Adud al Dawla se notabilizou pelo amor à cultura e à paz. Ele impôs seu governo sobre todo o sudeste do Irã e boa parte do que hoje é o Iraque. Um grande patrono das ciências e das artes, apoiou inúmeros matemáticos. Abū al-Wafā' não foi o único estudioso a se destacar na corte desse Califa, também, trabalharam lá os proeminentes matemáticos e astrônomos Al-Quhi (940 – 1000) e Al-Sijzi (951- 1020).

Figura 6 – Abū al-Wafā'



Fonte: David darling (2020).

Figura 7 – De Buzjan (Torbat-e Jam) até Bagdá



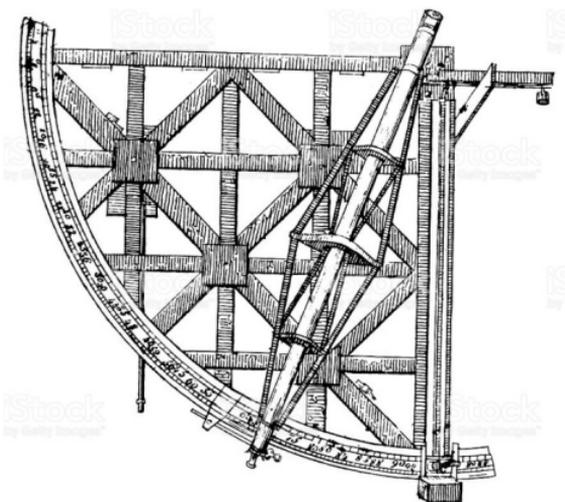
Fonte: Google maps (2020).

Sharaf al-Dawlah, filho de Adud al-Dawlah, tornou-se Califa em 983 e continuou apoiando os matemáticos e os astrônomos. Abū al-Wafā' e Al-Quhi permaneceram na corte de Bagdá trabalhando para o novo Califa.

Sharaf al-Dawlah exigiu a construção de um observatório e este foi construído no jardim do palácio de Bagdá. O Observatório foi, oficialmente, aberto em 988 na presença de inúmeros estudiosos.

Dentre os instrumentos do observatório, estavam incluídos um quadrante (Figura 8) de mais de 6 metros e um sextante (Figura 9) de pedra com mais de 18 metros.

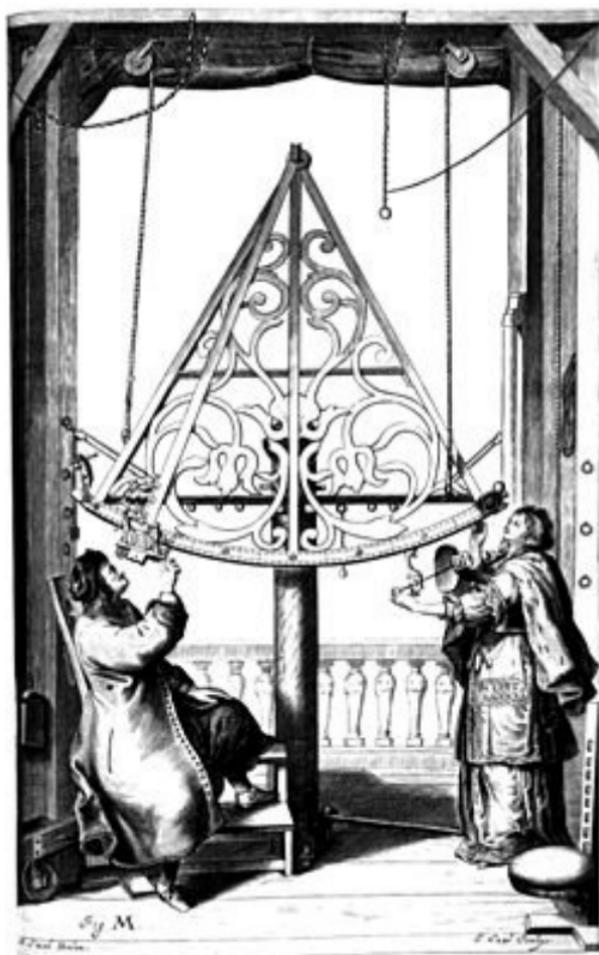
**Figura 8 – Quadrante**



Fonte: Istock (2020).

Um quadrante permite medir a altura de um corpo celeste em relação ao horizonte.

Figura 9 – Sextante



Fonte: Wikipedia (2020).

Um sextante permite medir a distância angular na vertical entre um astro e a linha do horizonte para fins de cálculo de posição.

Costuma-se atribuir a Abū al-Wafā' a construção do primeiro quadrante de parede para observar as estrelas. O califa Sharaf morreu no ano seguinte e o observatório foi fechado.

Assim como muitos estudiosos daquele período, Abu'l-Wafa traduziu e escreveu comentários dos trabalhos de Euclides, Ptolomeu, Diophantus e al-Khwarizmi, mas que, ao que tudo indica, perderam-se desde então. Em algum momento entre os anos 961 e 976, ele escreveu Kitāb fi mā yaḥtāju ilayhi al-kuttāb wa-al-'ummāl wa-ghayruhum min 'ilm al-ḥisāb (Book on what is necessary from the science—of arithmetic for scribes and businessmen/ Livro sobre o que é necessário do conhecimento da aritmética para escribas e negociantes – tradução livre). Na introdução desse livro, Abū al-Wafā' escreve:

... compreende tudo o que um experiente ou novato, aprendiz ou mestre em aritmética precisa conhecer, a arte de funcionários públicos, o emprego de impostos sobre a terra e todo o tipo de negócios necessários em administrações, proporções, multiplicação, divisão, medições, imposto territorial, distribuição, trocas e todas as outras práticas utilizadas por várias categorias de homens para fazer negócios e que lhes são úteis em sua vida diária (AL-WAFĀ', 976).

Interessante notar que, durante aquele período, existiam dois tipos de livros escritos de aritmética, aquele utilizando símbolos indianos (Figura 10) e outro que utilizava a contagem de dedos (Figura 11). O livro de Abū al-Wafā' é do segundo tipo, sem numerais; todos os números são escritos em palavras e todos os cálculos são realizados mentalmente. Os primeiros historiadores, como Moritz Cantor, acreditavam que haviam autores de escolas opostas, uns comprometidos com o método indiano e outros com o método herdado dos gregos. Contudo, isso foi sendo refutado e, hoje, acredita-se que os matemáticos escreveram para dois tipos diferentes de leitores.

Figura 10 – Símbolos indianos para contagem

SÉCULO III (Índiano)	∩	2	3	8	8	2	7	9	0
SÉCULO X (Europeu)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SÉCULO XIV (árabe ocidental)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SÉCULO XV (árabe oriental)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SÉCULO XV (Europeu)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
SÉCULO XX (algarismo de calculadoras e relógios digitais)	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Fonte: Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro (2013).

Figura 11 – Método árabe de contagem de dedos



Fonte: Wikimedia Commons (2020).

Abū al-Wafā' era, ele mesmo, bastante experiente no uso dos numerais indianos, mas não encontrava aplicações no círculo dos negociantes (business) nem entre a população do Califado Oriental por um longo período. Desse modo, escreveu seu texto usando a aritmética da contagem de dedos, uma vez que esse sistema era usado pela comunidade dos mercadores. O livro “Do conhecimento da aritmética para escribas e negociantes” tem sete partes e cada parte contém sete capítulos.

- a) Parte I: Sobre proporções (frações são representadas a partir de frações “principais” (“capital”)  $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/4$ , ...,  $1/10$ );
- b) Parte II: Sobre multiplicação e divisão (operações aritméticas com inteiros e frações);
- c) Parte III: Mensuração (área de figuras, volume de sólidos e encontrando distâncias);
- d) Parte IV: Sobre Tributos (diferentes tipos de tributos e problemas de cálculo de tributos);
- e) Parte V: Sobre trocas e partilhas (tipos de cultivo e problemas relacionados aos seus valores e trocas);
- f) Parte VI: Tópicos diversos (unidades monetárias, pagamento de soldados, a concessão e negação de autorizações para navios no rio e mercadores nas estradas);
- g) Parte VII: Outros tópicos sobre negócios.

Particularmente, interessante é a referência aos números negativos na Parte II do tratado de Abū al-Wafā'. Parece ser esse o único lugar onde o número negativo pode ser encontrado na Matemática Árabe Medieval.

O outro livro escrito por Abū al-Wafā', para uso prático, é o Kitāb fi mā yaḥtāju ilayhi al-ṣāni' min al-a'māl al-handasiyyah (On the Geometric Constructions Necessary for the Artisan/ Sobre construções geométricas necessárias para o artesão – tradução livre). São sete os manuscritos de cópias do tratado feitos entre os séculos X e XV e referenciados por Özdural (2000), destes, três estão na língua persa e quatro em árabe.

Os padrões geométricos, que ornamentam os monumentos arquitetônicos islâmicos, sempre despertaram muita atenção. Diferentemente do que se acreditava tradicionalmente, sobre o domínio matemático dos artífices medievais árabes nas confecções dos padrões geométricos para a ornamentação de monumentos arquitetônicos islâmicos, estudos recentes têm revelado que os matemáticos teriam exercido papel decisivo na criação deles. Segundo A. Özdural (2000), algumas passagens desse tratado podem testemunhar esse fato. Embora não tenham sido documentadas as particularidades do encontro entre matemáticos e artesãos, as traduções mais cuidadosas da obra *On the Geometric* têm permitido identificar, em algumas passagens, a exata natureza da colaboração entre matemáticos e artesãos no mundo islâmico medieval:

Estive presente em algumas reuniões na qual participou um grupo de geômetras e artesãos. Eles foram questionados sobre a construção de um quadrado a partir de três quadrados. Um geômetra construiu facilmente uma linha tal que o quadrado [construído sobre ela] fosse igual aos três quadrados, mas nenhum dos artesãos ficou satisfeito com o que ele havia feito. Os artesãos queriam dividir esses quadrados em pedaços a partir dos quais um [outro] quadrado pudesse ser montado, como nós descrevemos para dois quadrados e cinco quadrados [4, 53] (ABŪ AL-WAFĀ' *apud* ÖZDURAL, 2000, p. 173).

Acredita-se que o livro fora composto de treze capítulos, considerando os desenhos e ensaios de esboços de instrumentos, construção correta de ângulos, trisecção aproximada de ângulos, construção de parábolas, polígonos regulares e métodos para descrevê-los e como circunscrevê-los em determinados círculos, inscrição de vários polígonos em determinados polígonos, a divisão de figuras tal como polígonos planos e a divisão de superfícies esféricas no polígono esférico regular. Segundo a pesquisadora D. Raynaud (2012), a introdução do tratado fala em treze capítulos, no entanto, somente onze chegaram aos nossos dias. Cento e setenta e um problemas de geometria estão divididos em onze capítulos, dos quais cento e cinquenta são de geometria plana. Dois terços destes, acredita a pesquisadora, teriam ecoado nos tratados matemáticos renascentistas de Tartaglia<sup>37</sup>, Marolois<sup>38</sup> e Schwenter<sup>39</sup>.

Parte dos problemas de geometria plana se encontram distribuídos, de modo resumido, como se segue:

- a) Capítulo I. Introdução;
- b) Capítulo II. Construções Básicas (Problema 1 a 25);
- c) Capítulo III. Construção de Polígonos (Problema 26 a 35);
- d) Capítulo IV. Inscrição de Polígono no Círculo (Problema 36 a 51);
- e) Capítulo V. Circunscrição do Círculo em torno dos Polígonos (Problema 52 a 56);
- f) Capítulo VI. Inscrição de Círculo em Polígono (Problema 57);
- g) Capítulo VII. Inscrição de Polígonos entre si (Problema 58 a 80);
- h) Capítulo VIII. Divisão de Triângulos (Problema 81 a 89);
- i) Capítulo IX. Divisão de Quadriláteros (Problema 90 a 124);
- j) Capítulo X. Divisão e Composição de Quadrados (125 a 139)

---

37 Niccolò Fontana Tartaglia (1499 – 1557).

38 Samuel Marolois (1572 – 1627).

39 Daniel Schwenter (1572 – 1627).

Conforme Özdural (2000), o uso do método de “recortar e colar” teria sido um dos recursos didáticos adotados pelos matemáticos para o ensino de geometria para os artesãos.

Aspecto particularmente interessante observado, neste trabalho, é o uso, dentro do possível, de régua e de compasso de abertura fixa (rusty compass) para resolver os problemas com construções das figuras geométricas. Contudo, existe uma coleção inteira de problemas que ele resolve usando régua e compasso de abertura fixa, que consiste em manter a abertura do compasso inalterado. O interesse, nessas construções, foi, provavelmente, despertado pelo fato de que, na prática, eles dão resultados mais exatos do que podem ser obtidos mudando a abertura do compasso.

Em outra área, na geometria associada aos estudos de observações astronômicas, mais especificamente, na trigonometria, Abū al-Wafā' é conhecido pelo uso da função tangente e compilação de tabelas de senos e tangentes em intervalos de  $15'$ . Esse trabalho foi feito como parte da investigação sobre a órbita da Lua, escrito em Teorias da Lua (Theories of the Moon). Ele, também, introduziu a *sec* e *cosec* e estudou interrelações entre as seis linhas trigonométricas associada ao arco.

Um novo método de cálculo da tabela de senos teria sido criado por Abu'l-Wafa. Sua tabela trigonométrica tem precisão até a oitava casa decimal (convertido na notação decimal), enquanto que a de Ptolomeu tinha precisão até a terceira casa.

Em seus trabalhos, inclui-se Kitab al-Kamil, uma versão simplificada do Almagesto de Ptolomeu. Embora, neste livro, pareça não ter havido novo interesse teórico, seus dados observacionais seguiram sendo utilizados por muitos astrônomos tardios.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nessa breve incursão que fizemos ao tempo e lugar de Abū al-Wafā', damo-nos conta da vastidão de saberes e fazeres que permanecem, ainda, ocultos aos nossos olhares. Identificamos, também, que, tenuemente, há conexões entre os estudiosos e os homens da vida prática, em especial, no caso de Abū al-Wafā', além da demanda dos homens de negócios (mercadores), o diálogo com os artífices, criadores dos ladrilhos para revestimentos, que caracterizam os padrões geométricos decorativos dos palácios e mesquitas, tão típicos do mundo islâmico.

Pudemos perceber que a língua, a religião, os simbolismos, os números e as formas se entrelaçam de forma complexa para compor os mais diversos saberes. Na busca pela compreensão dos mistérios do céu, influenciado pela mística persa Zoroastro, a astronomia islâmica, muito aderente ao que hoje consideramos astrologia, fez desenvolver os instrumentos de observação do céu e as tabelas precisas de medição.

Alimentando-se, mutuamente, de saberes e fazeres, o rico legado deixado pela cultura islâmica medieval parece reverberar em outros tempos e lugares, ainda que suas fontes não se apresentem totalmente reveladas.

## REFERÊNCIAS

ABŪ AL-WAFĀ'. **MacTutor history of Mathematics archive**. [S. l.]: MacTutor, 2020. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/>. Acesso em: 10 dez. 2020.

AMAYEM, M. A. **O Islão, aspectos filosóficos, culturais, religiosos e democráticos**. Rio de Janeiro: Delegação da Liga dos Estados Árabes, 1970.

BERGGREN, J. L. **Episodes in the Mathematics of medieval Islam**. New York: Springer-Verlag, 2003.

BLOGSPOT. **Khorasan**. [S. l.]: Blogspot, 2020. Disponível em: <http://1.bp.blogspot.com/-ja3kx2uMYPw/Tf1a-KREmJI/AAAAAAAAANY/OLh-bzdwFIw/s1600/MAPA+OMAR+2.jpg>. Acesso em: 10 out. 2020.

DAVID DARLING. **Abu'l Wafa (AD 940-998)**. [S. l.]: David darling, 2020. Disponível em: [https://www.daviddarling.info/encyclopedia/A/Abul\\_Wafa.html](https://www.daviddarling.info/encyclopedia/A/Abul_Wafa.html). Acesso em: 10 set. 2020.

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA. **Amu Darya**. London: Encyclopedia Britannica, 2020. Disponível em: <https://www.britannica.com/place/Amu-Darya>. Acesso em: 15 out. 2020.

GIORDANI, M. C. **História do mundo árabe medieval**. Petrópolis: Vozes, 1976.

GOOGLE MAPS. **Kufa**. [S. l.]: Google maps, 2020. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Kufa,+Iraque/@32.0397912,44.346561,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x155cd73bda297ac3:0x3a2e1b4552cb486d!8m2!3d32.047243!4d44.3709408>. Acesso em: 10 set. 2020.

GOOGLE MAPS. **Torbat-eJam**. [S. l.]: Google maps, 2020. Disponível em: <https://www.google.com/maps/dir/Torbat-e-Jam,+Cora%C3%A7%C3%A3o+Razavi,+Ir%C3%A3/Bagdad>. Acesso em: 12 out. 2020.

IStock. **Mural quadrante**. [S. l.]: Istock, 2020. Disponível em: <https://www.istockphoto.com/pt/vetorial/mural-quadrante-antigo-ilustra%C3%A7%C3%B5es-cient%C3%ADfica-gm174953614-21763869>. Acesso em: 10 set. 2020.

LEITE, S. **O simbolismo dos padrões geométricos da arte Islâmica**. Cotia: Ateliê Editorial, 2007.

LYONS, J. **A casa da sabedoria: como a valorização do conhecimento pelos árabes transformou a civilização ocidental**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.

MAC EVEDY, C. **Atlas de história medieval**. São Paulo: Cia das Letras, 2007.

MUSEUM WITH NO FRONTIERS. **Discover Islamic art**. [S. l.]: MWNF, 2020. Disponível em: [http://islamicart.museumwnf.org/database\\_item.php?id=monument](http://islamicart.museumwnf.org/database_item.php?id=monument). Acesso em: 10 set. 2020.

OLIVEIRA, Aldo de. **Alfabeto Árabe**. [S. l.]: Slideshare, 2017. Disponível em: <https://www.slideshare.net/ALDOOLIVEIRA2011/alfabeto-arabe>. Acesso em: 10 set. 2020.

ÖZDURAL, A. Mathematics and Arts: connections between theory and practice in the medieval Islamic world. **Historia Mathematica**, [S. l.], v. 27, n. 1, p. 171-201, jan. 2000.

PINTEREST. **Semitic languages**. [S. l.]: Pinterest, 2020. Disponível em: <https://www.pinterest.pt/pin/168603579775608454/>. Acesso em: 15 out. 2020.

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **M4 primário carioca**. Rio de Janeiro: SME, 2013. Disponível em: [http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4244797/4104852/MAT4.\\_1.BIM\\_2.0.1.3.\\_ALUNO.pdf](http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/4244797/4104852/MAT4._1.BIM_2.0.1.3._ALUNO.pdf). Acesso em: 10 dez. 2020.

RAYNAUD, D. Abu al-Wafā' Latinus? a study of method. *Historia Mathematica*, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 34-83, fev. 2012.

ROSSI, Paolo. **Os filósofos e as máquinas, 1400 – 1700**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

WIKIMEDIA COMMONS. **Somma di arithmetica, geometria, proporzioni e proporzionalità**. [S. l.]: Wikimedia Commons, 2020. Disponível em: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PACIOLI,\\_Luca\\_\(Lucas\\_de\\_Burgo\\_S.\\_Sepulchri;\\_c.14451517\).\\_Somma\\_di\\_arithmetica,\\_geometria,\\_proporzioni\\_e\\_proporzionalit%C3%A0.\\_Venice\\_-\\_Paganinus\\_de\\_Paganinis.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PACIOLI,_Luca_(Lucas_de_Burgo_S._Sepulchri;_c.14451517)._Somma_di_arithmetica,_geometria,_proporzioni_e_proporzionalit%C3%A0._Venice_-_Paganinus_de_Paganinis.jpg). Acesso em: 10 dez. 2020.

WIKIPEDIA. **Elisabetha Hevelius**. [S. l.]: Wikipedia, 2020. Disponível em: [https://de.wikipedia.org/wiki/Elisabetha\\_Hevelius](https://de.wikipedia.org/wiki/Elisabetha_Hevelius). Acesso em: 10 dez. 2020.

YOUSCHKEVITCH, A. P. **Abū'l-Wafā' Al-Būzjānī, Muḥammad Ibn Muḥammad Ibn Yahyā Ibn Ismā'il Ibn Al-'Abbās**. [S. l.]: Encyclopedia.com, 2020. Disponível em: <https://www.encyclopedia.com/science/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/abu-0>. Acesso em: 10 set. 2020.

**ABU ARRAYHAN MUHAMMAD IBN  
AHMAD AL-BIRUNI (973 – 1048)**

*Giselle Costa de Sousa*

## INTRODUÇÃO

Segundo Berggren (2003), al-Biruni nasceu perto de Kath, Khwarazm<sup>40</sup> (atualmente Kara-Kalpakskaya, Uzbequistão), em 04<sup>41</sup> de setembro de 973. Seu nome, assim como os demais de origem árabe, justifica-se na medida em que também revela parte de seus dados biográficos. De fato, de acordo com Berggren (2003), considerando que, na composição dos nomes árabes, *Abu* significa “o pai de”, *ibn* “significa filho de” e que, além disso, o prefixo *al* é usado para indicar “um apelido, título ou local de origem”, então, *Abu Arrayhan Muhammad ibn Ahmad al-Biruni* seria *Pai de Arrayhan Muhammad filho de Ahmad nascido em ou de Biruni*. Scheppler (2006) coloca que os nomes árabes são, de um modo geral, uma espécie de *rótulo*, que fornece informações sobre a linhagem ancestral de uma pessoa, a sua ocupação ou a região da qual ela se originou. Acrescenta, ainda, que *Biruni* é uma palavra persa, que significa *estranho* e, assim, normalmente, é usada para se referir a estrangeiros. Desse modo, o estudioso e mestre em astronomia, al-Biruni, teria recebido seu nome completo no nascimento e *Biruni* teria sido dado à sua família quando eles emigraram do Tajiquistão.

40 Há diferentes grafias para o nome dessa região por diferentes autores. A adotada, neste trabalho, baseia-se em Connor e Robertson (1999a).

41 Algumas fontes indicam que al-Biruni teria nascido em 15 de setembro de 973, mas as principais fontes biográficas dele (BERGGREN, 2003; KAMIAR, 2009) indicam a data de 04 de setembro de 973, por esse motivo, adotamo-la neste capítulo.

**Figura 1 – al-Biruni<sup>42</sup> (973 – 1048)**



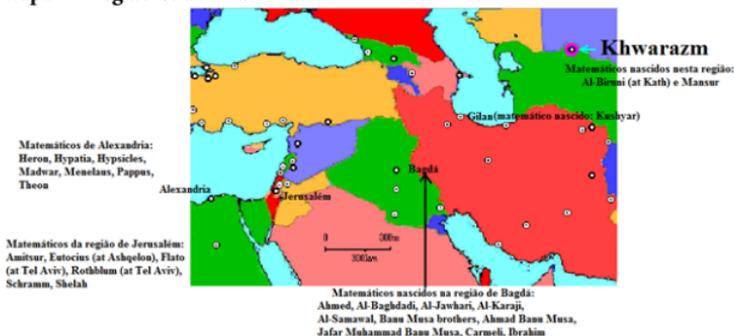
Fonte: Eletronske novine sandzak press (2015).

A região de origem de al-Biruni é conhecida como Karakalpakstan, próxima ao Mar de Aral, cujas cidades principais eram Kath e Jurjaniyya. Destacam-se, no mapa, a seguir, diversos matemáticos de diferentes épocas que, também, pertenceram-na, o que mostra uma área de profunda produção matemática e que envolve al-Biruni. Este, por sua vez, percorreu diversas dessas cidades e se correspondeu e/ou conviveu com vários outros personagens, como destacaremos adiante.

---

42 Esta é uma caricatura das muitas relacionadas a al-Biruni. Foi inserida, neste trabalho, para situar o leitor a respeito dessa informação, dentre outras similares relacionadas a esse personagem, contudo, ressaltamos que não é uma foto ou pintura real de al-Biruni, pois não há documento que ateste tal informação e, ainda, por exemplo, no caso da foto, pelo fato de sabermos que nem era um recurso existente na época de al-Biruni. Na verdade, o ano de 1826 é recorrente como marco do surgimento da fotografia, com uma imagem produzida pelo francês Joseph Nicéphore Niépce em uma placa de estanho. Para mais detalhes sobre a história da fotografia, consultar Andrade (2020).

Mapa 1 - Região de al-Biruni



Fonte: Connor; Robertson (1999a).

Kath foi a capital de Khwarazm (*K̲v̲ārazm̲šāh*) durante a dinastia Afrighid<sup>43</sup> e, em 1957, foi renomeada como *Biruni* em homenagem ao natalício da terra, al-Biruni. Berggren (2003) o coloca em um conjunto dos principais estudiosos islâmicos representantes da amplitude de interesse e da profundidade de investigação dessa cultura. Sua terra recebeu o *status* de cidade em 1962. Desse modo, al-Biruni tem sido conhecido como nascido em Biruni, literalmente.

A cidade de Biruni (Kath) está localizada na margem norte do rio Amu Darya (também conhecido na antiguidade latina como rio Oxus), perto da fronteira do Uzbequistão com o Turquemenistão. Atualmente, é uma cidade industrial importante em Karakalpakstan, cuja temperatura, em janeiro, varia entre  $-15^{\circ}$  e  $-20^{\circ}$  C ( $5$  a  $-4^{\circ}$  F) e, em julho, a média é de  $38^{\circ}$ C ( $100^{\circ}$ F). Em 2018, tinha uma população de cerca de 66.090 habitantes (BERUNIY, 2017). É possível visualizar a cidade na região do Uzbequistão no Mapa 02, que segue, mas vale salientar que há outra cidade, na Índia, com o mesmo nome, conforme consta no Mapa 03 adiante.

43 Segundo a Enciclopédia Irânica (AL-E AFRIG, 2014), al-Biruni teria nomeado essa dinastia por *dinastia afligida*. Governaram seu país desde 305, mesmo antes do Islã (teriam sido gradualmente islamizados), até serem derrubados pela família rival de Ma'munids, em 995. Muitas informações sobre essa região e sobre a referida dinastia são advindas do livro *Cronologia*, de al-Biruni. Há, por exemplo, uma lista de cerca de 22 de seus membros.

Mapa 2 - Biruni no Uzbequistão



Outra visualização da cidade de Biruni (Kath) e sua diferença entre uma outra cidade, na Índia, com o mesmo nome pode ser percebida no mapa a seguir, como dito.

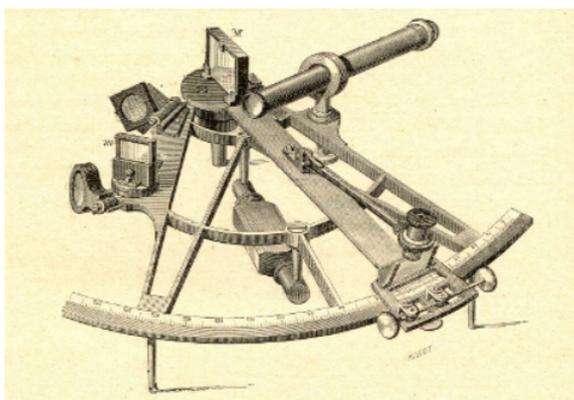
Mapa 3 - Cidade de Biruni<sup>44</sup> no Uzbequistão e Biruni na Índia



44 Observe, no mapa, que há duas cidades com o nome Biruni, mas a que nos referimos (de al-Biruni) está destacada com uma seta, conforme região descrita antes.

Nessa região, al-Biruni começou seus estudos ainda muito jovem, sob tutoria de Abu Nasr Mansur<sup>45</sup> (970 – 1036). Nesse sentido, Scheppler (2006) ressalta que, com dezessete anos, al-Biruni estava envolvido em trabalhos científicos, como o cálculo da latitude de Kath, observando a altitude máxima do sol e a elaboração de ferramentas de navegação, como o sextante<sup>46</sup>.

**Figura 2 – Sextante**



Fonte: Alves; Romeiro (2020).

Contudo, em função da situação política do mundo islâmico nesse período (ver capítulo 1 deste livro), al-Biruni precisou sair de sua região por várias vezes e mudar de patrocínio por consequência, para garantir sua vida e sua produção. Desse cenário, ocorrem, então, diversas viagens, parcerias e trabalhos.

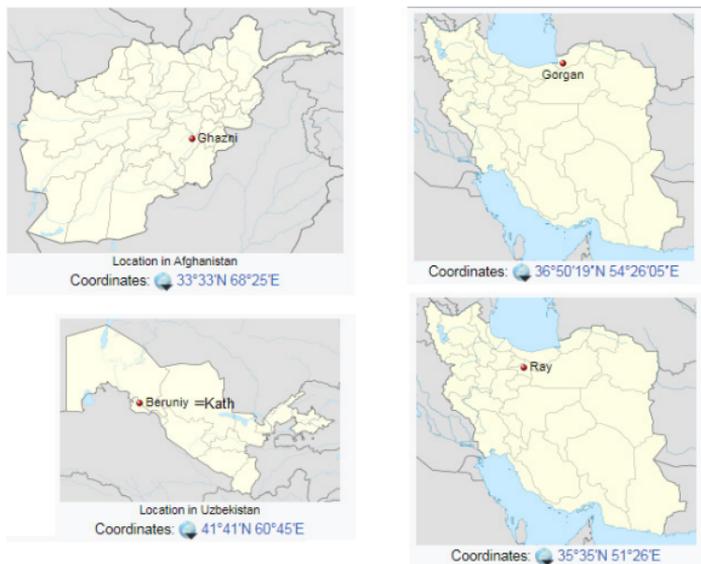
45 De acordo com Connor e Robertson (1999b), Abu Nasr Mansur foi um príncipe islâmico que colaborou com al-Biruni em astronomia e matemática, sendo uma espécie de tutor, mesmo sendo apenas três anos mais velho do que ele. Ele teria descoberto a regra do seno para triângulos. Em 766, o califa al-Mansur (KATZ, 2009), também, teria fundado uma nova capital em Bagdá (em 762), que logo se tornou centro comercial e intelectual perpetuado por califados posteriores, como o de Hārūn alRashīd, que governou de 786 a 809 e iniciou um programa de tradução de manuscritos de várias línguas para o árabe (KATZ; PARSHALL, 2014).

46 Segundo o dicionário Michaelis (2018), sextante é um “instrumento óptico constituído de dois espelhos refletores e uma luneta acoplada a um arco de 60°, empregado para medir distâncias angulares ou altitudes de corpos celestes, muito utilizado na navegação aérea e marítima”.

## Viagens, parcerias e trabalhos

Ao longo de sua vida, al-Biruni contou com a colaboração de inúmeros personagens com quem conviveu, foi pupilo, protegido ou até empregado e parceiro de diversos personagens com os quais conviveu em suas viagens e estadias em diferentes cidades. Schepler (2006) coloca que al-Biruni, após a tutoria de Abu Nasr Mansur, em Kath, teria passado por Rayy – sem patrocínio, que estava localizada perto do atual Teerã, no Irã – e Gorgan – patrocinada por ibn Qabus –, depois retornado à região de Kath – patrocinada por Abu al-Hasan Ali – e ido para Ghaznah – sob conduta de Mahmud, Muhammad e Masud. Em cada uma de tais viagens, houve motivos para estadia e para mudança, além de apoio a determinados trabalhos por diferentes lideranças.

**Mapa 4 – Cidades onde al-Biruni viveu**



Fonte: arquivo pessoal da autora adaptado da Wikipedia (2020).

No primeiro caso, a saída de sua região Kath para Rayy ocorre por volta de 995 por lutas de poder entre dinastias que instauraram uma espécie de guerra civil. Al-Biruni, por estar associado à família derrotada, passou a temer por sua vida. Embora já tivesse sua relevância intelectual reconhecida em sua região nessa época, al-Biruni fugiu de Kath, provavelmente, pela primeira vez, encontrando-se verdadeiramente por conta própria, sem patrocínio. Entretanto, sua escolha para onde ir, apesar disso, foi motivada por princípios científicos. Vale ressaltar que al-Biruni acabara de terminar uma de suas primeiras obras importantes, um breve tratado intitulado *Cartografia*. Al-Biruni, também, estava a caminho de inventar o que se tornaria o mapa moderno. Infelizmente, os conflitos citados antes interromperam seu trabalho. Mesmo assim, al-Biruni priorizou escolher partir para um dos três centros de astronomia da época: Khwarizm, Bagdá e Rayy. A escolha pelo último parece ter sido por eliminação, pois o primeiro já foi descartado pelas razões supracitadas e o segundo, pela distância. Em Rayy, al-Biruni teve tempos difíceis, sobretudo, porque não encontrou patrono de imediato, já que sua reputação, ainda, não era bem conhecida fora de Kath. Entre 976 e 992, Rayy foi governada por al-Dawl, que tinha um grande interesse em astronomia e financiou a construção de um observatório, mas não deu crédito a al-Biruni, talvez por desconhecê-lo. Embora al-Biruni vivesse com dificuldades financeiras, ele continuou seus estudos confiante de que seria reconhecido e de que seu *status* financeiro melhoraria, entretanto, nunca obteve cargo na corte.

Em 998, após a última rejeição de al-Biruni pela corte de Rayy, Shams al Maali ibn Qabus<sup>47</sup> recuperou o domínio sobre Gorgan e entrou em contato com al-Biruni. Na ocasião, ibn Qabus ficou bastante impressionado com o trabalho de al-Biruni e o convidou para morar em sua residência real, estudando sob seu patrocínio. Al-Biruni aceitou a oferta e voltou às atividades acadêmicas em tempo integral. Assim, den-

<sup>47</sup> Erudito e renomado autor, governante da dinastia Ziyarid de Gorgan e de Tabaristan, que morreu em 1012.

tro de dois anos, al-Biruni publicou uma de suas obras mais importantes, *A Cronologia das Nações Antigas* e a dedicou a seu patrocinador. Encontrando uma situação de trabalho profícua, al-Biruni estudou os céus e registrou eventos, como o eclipse lunar entre 19 de fevereiro de 1003 e 14 de agosto de 1003, viajou extensivamente para a Pérsia, mapeou as latitudes de mais cidades, realizou pesquisas e escreveu, completando, pelo menos, mais um livro para ibn Qabus, o *Tratado sobre os Céus*.

No entanto, al-Biruni retorna à sua região de origem, mesmo que agora estivesse prosperando distante dela. Tal fato se comprova pelo registro de que, em 4 de junho de 1004, al-Biruni observou outro eclipse da lua de Jurjaniyya. Isso ocorre em função da mudança de regime em Khwarizm, que reverteu seu exílio e cortejou seu retorno. De fato, o novo governante Abu al-Hasan Ali<sup>48</sup> foi um líder efetivo, que manteve uma grande consideração pelo conhecimento, desejando preencher sua corte com os maiores sábios da época. Nessas condições, convidou al-Biruni para retornar e ele aceitou, mesmo estando bem em Gorgan, pois, segundo Scheppler (2006), al-Biruni considerou que seria mais do que uma nova oportunidade na corte, seria também a chance para se tornar líder em seu campo de pesquisa (astronomia). O grupo de acadêmicos reunidos na equipe da corte de al-Hasan Ali tinha nomes como:

- a) Abu al-Khayr Khummar (967-1049), que se destacou na área da medicina;
- b) Ibn Sina - Avicena (980 – 1037);<sup>49</sup>
- c) Abu Sahl Masih (917-1011) na filosofia e na ciência grega;
- d) Abu Nasr Mansur ibn Iraq, ex-mentor de al-Biruni, da área de matemática.

---

48 Segundo a Enciclopaedia Britannica (1998), Abu al-Hasan Ali teria nascido em 1297 e morrido em 24 de maio de 1351. Reinou na região supracitada entre 1331-1351.

49 Abu Ali Al Hussain ibn Abdallah ibn Sina, Avicena, foi influente filósofo e cientista islâmico que escreveu cerca de 300 livros, principalmente, na área de medicina, mas que, também, tratam de geometria, astronomia, aritmética e música. Connor e Robertson (1999c) afirmam que sua excepcionalidade pode ser atestada, igualmente, pelo fato de que, aos 10 anos, ele já teria memorizado o Alcorão.

O próprio al-Biruni completou o grupo com seu foco principal na astronomia. Vale ressaltar que, nessa época, al-Biruni e Mansur renovaram a sua colaboração. A equipe de estudiosos de Khwarizm, ainda, estava intacta, em 1009, quando al-Hasan Ali morreu e seu irmão Abu al-Abbas Ma'mum assumiu o poder. Os detalhes desses conflitos estão registrados na obra *A Revolução de Khwarizm*, de autoria de al-Biruni.

Em razão desses conflitos, al-Biruni foi levado à corte, em Ghaznah, pelo sultão Mahmud<sup>50</sup> (971 – 1030), como uma espécie de prisioneiro, mas também com certo apoio científico. Scheppler (2006) diz que indícios dessa situação de detenção se confirmam pelo fato de não haver registros de que al-Biruni tenha viajado nessa época. Durante esse período, al-Biruni desenvolveu seu fascínio pela religião e pela cultura indiana, aproveitando seu tempo para se tornar especialista em sânscrito – a linguagem escrita da Índia – e em dialetos indianos. Entre 1020 e 1029, al-Biruni esteve livre para viajar e realizou expedições que eram focadas na região noroeste da Índia, acompanhando as expedições militares de Mahmud para a Índia. Durante suas viagens à Índia, al-Biruni estudou a cultura, a religião, o meio ambiente, a literatura e se pôs a par dos avanços científicos do país. Seus estudos estão documentados em seu livro *A História da Índia*. Al-Biruni serviu na corte de Mahmud por treze anos até que, em 1030, Mahmud morreu e seu filho mais novo, Muhammad (998 – 1041), sucedeu-o.

Pouco tempo depois, em 1031, o irmão de Muhammad, Masud<sup>51</sup> (998 – 1040), que também era astrônomo, assumiu o controle do império e continuou a incentivar al-Biruni. Nesse período, al-Biruni publica ainda outros trabalhos, como *Elementos da Arte de Astrologia* (1029), *Astronomia e Trigonometria*, *Livro da Noite e*

---

50 Segundo Kennedy (2008), o sultão Mahmud seria pai da esposa de Ma'mum.

51 Seria gêmeo de Mahmud.

*do Dia* (Kitab layl wa al-Nahar), *Livro das Pedras preciosas*, *Livro de Regras* (Kitab al-Dastur), *A determinação das coordenadas*, entre outros. De acordo com Scheppler (2006), o último livro completo de al-Biruni foi *Matéria Médica*. Mesmo como espécie de prisioneiro, os benefícios tirados da relação com Mahmud e de seu momento na Índia se refletem na vasta produção citada. Contudo, se, nessa condição, proveitos já puderam ser obtidos, imagine com o apoio mais substancial posterior. De fato, foi o que ocorreu com a sucessão de Mahmud que, falecido em 1030, foi sucedido por seu filho. Nesse mesmo ano, logo após a morte de Mahmud, al-Biruni terminou sua obra *Índia* (BERGGRAN, 2003).

Ao percorrer a narrativa de suas viagens, registram-se diferentes fatos políticos que as impulsionaram e que resultaram em parcerias, as quais proporcionaram diversos trabalhos de al-Biruni até o fim de seus dias, atribuindo-lhe profícua produção, que não foi interrompida pelos conflitos e pelas mudanças vividas. Com efeito, durante sua juventude, pelo menos quatro potências combatiam em torno de Khwarizm e de seus arredores, de modo que, por volta de seus vinte e poucos anos, al-Biruni passou maior parte do tempo escondido ou fugindo de algum líder para buscar hospitalidade de outro. Todavia, mesmo com esses contratempos, ele completou oito obras antes dos trinta anos.

## Obras

Sua produção se estende até sua morte em 13 de dezembro de 1048<sup>52</sup>, em Ghazna (atual Ghazni, Afeganistão). Realmente, Kennedy (2008, s/p) afirma que o número total de obras produzidas

---

52 Há divergência de datas com relação ao ano do falecimento de al-Biruni. De fato, Katz (2014, p. 190) indica o ano de 1035 e Kamiar (2009) já afirma 1053. Como Scheppler (2006) concorda com Connor e Robertson (1999) com o ano de 1048, optamos por indicar esta data.

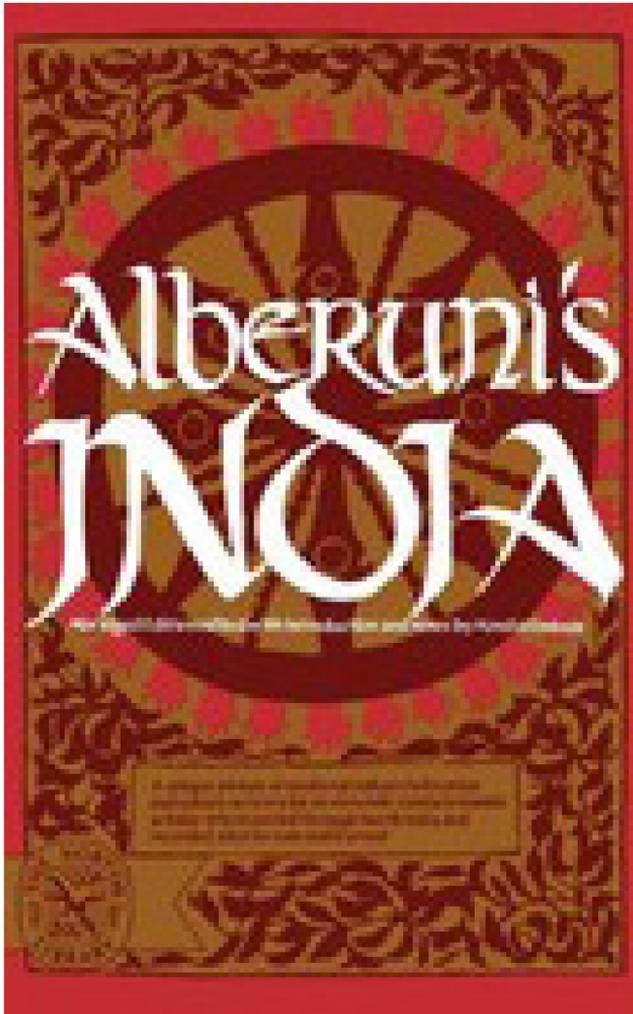
por al-Biruni durante sua vida é impressionante, estimando que ele escreveu cerca de 146 obras, contudo, para o referido autor, esse número pode ser incerto.

Berggren (2003) classifica al-Biruni como de intelecto criativo, colocando-o em uma lista de quatro homens<sup>53</sup> que representam a amplitude de interesse, a profundidade da investigação e o auge de realização dos principais estudos islâmicos. Mas Scheppler (2006) diz que parte dessas obras, ainda, estão em árabe e não foram traduzidas. Vale destacar que elas abrangem grande parte da ciência de seu tempo, particularmente, matemática, geografia, ciências naturais e física, filosofia e religião, astronomia, teoria do universo, medições (latitudes de cidades, criação de mapas e instrumentos), astrologia, história da ciência e religião e medicina. Dentre tais, Scheppler (2006) destaca *A Cronologia das Nações Antigas e História da Índia* como principais obras. Nesse caso, ambas já se encontram traduzidas para o inglês, sendo a última a de maior volume em páginas, segundo Kennedy (2008, s/p), a tradução inglesa conta com 654 páginas.

---

53 Os outros três são al-Khwarizmi, Umar al-Khayyami e al-Kashi (BERGGREN, 2003).

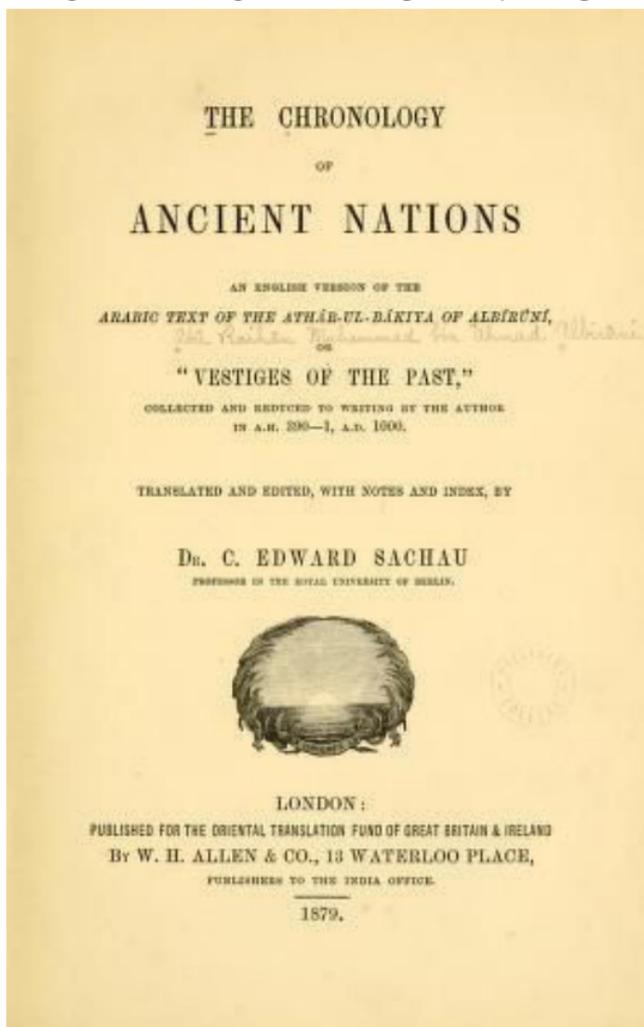
Figura 3 –Versão Inglesa de *História da Índia*



Fonte: Amazon<sup>54</sup>(2020).

54 AMAZON. **India abridged**. [S. l.]: Amazon, 2020. Disponível em: [https://www.amazon.com.br/Alberunis-India-Abridged-Al-Biruni/dp/0393005682/ref=sr\\_1\\_6?s=books&ie=UTF8&qid=1503668899&sr=1-6&keywords=al+Biruni](https://www.amazon.com.br/Alberunis-India-Abridged-Al-Biruni/dp/0393005682/ref=sr_1_6?s=books&ie=UTF8&qid=1503668899&sr=1-6&keywords=al+Biruni). Acesso em: 25 ago. 2017.

Figura 4 – Versão Inglesa de *A Cronologia das Nações Antigas*



Fonte: Internet Archive<sup>55</sup>(2020).

55 INTERNET ARCHIVE. **The chronology of ancient nations.** [S. l.]: Internet Archive, 2017.  
Disponível em: <https://archive.org/details/chronologyofanci00biru>. Acesso em: 25 ago. 2017.

Kennedy (2008) apresenta uma lista de outros trabalhos relevantes de al-Biruni e alerta que a classificação é aproximada, pois um livro colocado na categoria geográfica poderia, também, ser entendido geodésico e assim por diante. Optamos por listar conforme a exposição do referido autor e comentar alguns cujo conteúdo é igualmente abordado por outros pesquisadores, de modo a confrontar informações. Desse modo, acompanhamos adiante, sumariamente, uma lista de alguns trabalhos de al-Biruni, seguida de breve descrição.

- a) A cronologia das Nações Antigas ou Cronologia;
- b) O Astrolábio;
- c) O Sextante;
- d) O Tahaldīd;
- e) As Densidades;
- f) As Sombras;
- g) Os acordes;
- h) O Patañjali;
- i) O Tafhīm;
- j) A Índia;
- k) O Ghurra;
- l) O Canon;
- m) Os trânsitos;
- n) As gemas;
- o) A Farmacologia.

*Cronologia* foi um trabalho de al-Biruni publicado, por volta de 1003, com cerca de 21 capítulos. O livro foi dedicado a Qabus pelo apoio a al-Biruni quando este ainda estava em Gorgan. Na obra, al-Biruni alude a sete trabalhos anteriores que ele havia escrito: um sobre o sistema decimal, um sobre o astrolábio, um sobre a astronomia, três sobre a astrologia e dois sobre a história. Nessa obra, al-Biruni faz a primeira discussão científica existente sobre o calendário judaico, além da existente na obra de al-Khwarizmi.

O *Astrolábio* consiste em um tratado medieval sobre o instrumento a que o título do livro se refere. A obra descreve detalhes da construção do astrolábio, incluindo a apresentação de ferramentas especiais usadas, bem como os diferentes tipos do instrumento citado e a apresentação de tabelas numéricas que aludem à parte da matemática presente.

*Sextante* é um tratado curto de apenas duas páginas, que descreve o instrumento para observação dos meridianos.

O *Tabaldid* tem como tema central a determinação de coordenadas geográficas de locais e, em particular, a diferença de longitude entre Bagdá e Ghazna. São também relatadas técnicas de observação.

*Densidades* consiste em um trabalho em que al-Biruni apresenta uma técnica para determinar o centro de gravidade específico de um sólido de forma irregular.

As *Sombras* é uma obra de 30 capítulos de autoria de al-Biruni, com noções filosóficas sobre a natureza da luz, sombra e reflexão. Texto escrito por volta de 1021, cujo conteúdo inclui, ainda, nomenclatura árabe de sombras, fenômenos envolvendo sombras, história das funções tangente e secante, aplicações das funções de sombra ao astrolábio e outros instrumentos, observações de sombra para a solução de vários problemas astronômicos e tempos determinados pela sombra das orações muçulmanas. Dessa maneira, é, também, uma fonte importante para o nosso conhecimento da história da matemática, astronomia e física.

No trabalho intitulado *Acordes*, al-Biruni traz diversos teoremas atribuídos a vários matemáticos gregos e islâmicos. Além disso, há relações métricas entre acordes, bem como proposições úteis para o cálculo de uma tabela de senos.

*Patañjali* é um livro que trata de tópicos filosóficos e místicos, como a libertação da alma e seu desapareço do mundo externo, o poder do espírito sobre o corpo e a composição do universo. A escrita

se dá na forma de perguntas, que seriam feitas por um estudante e respondidas por um sábio.

O *Taffhim* é um manual de instruções em astrologia com cerca de 5 capítulos, igualmente organizado na forma de perguntas e respostas.

A *Índia* é considerada uma das principais obras, sendo uma fonte importante para indólogos modernos. Seu volume ultrapassa 59 capítulos. Nele, al-Biruni inicia com algumas ressalvas sobre a dificuldade com o sânscrito e as diferenças entre indianos e não indianos. É um exemplo de pesquisa histórica realizada por al-Biruni. Trata-se de um trabalho denso que aborda muitos aspectos diferentes do referido país. Nessa obra, al-Biruni reuniu informações sobre todos os aspectos da sociedade e da cultura indianas e, assim, descreve a religião e a filosofia da Índia, seu sistema de castas e costumes de casamento. Ele, então, estuda os sistemas indianos de escrita e de números antes de passar a examinar a geografia do país.

O *Ghurra* é um manual que permite ao usuário resolver todos os problemas astronômicos padrão de seu tempo, incluindo exemplos e conversões de calendários.

O *Canon ou cânon Masudic* contém uma tabela que dá as coordenadas de seiscentos lugares, dos quais ele tinha conhecimento direto de quase todos (alguns citados, aqui, como sua terra natal). No entanto, nem todos foram medidos pelo próprio al-Biruni, sendo alguns retirados de uma tabela semelhante dada por al-Khwarizmi<sup>56</sup>. Desse modo, é um dos mais abrangentes trabalhos astronômicos de al-Biruni, organizado em 11 tratados.

Os *trânsitos* é um livro que descreve as várias categorias de fenômenos astrológicos em que se cunhou o termo *mamarr* (trânsito ou passagem). Dessa forma, um planeta transita por outro se passar o outro planeta em longitude celestial ou em latitude celestial ou em sua distância relativa da terra.

<sup>56</sup> Al-Khwarizmi foi um matemático islâmico que escreveu algarismos hindu-árabes e estava entre os primeiros a usar zero como um titular em notação de base posicional. A palavra algoritmo deriva do seu nome. O tratado de álgebra *Hisab al-jabr w'al-muqabala* nos dá a palavra álgebra e pode ser considerado o primeiro livro a ser escrito na álgebra (CONNOR; ROBERTSON, 1999). Para mais detalhes, ver capítulo 2 deste livro.

As *gemas ou Gems* é um trabalho organizado em duas partes, que foi escrito depois de 1040. A primeira parte trata de pedras preciosas e semipreciosas e a segunda, de metais. Nele, al-Biruni informa as descrições das propriedades físicas das várias substâncias, incluindo os pesos relativos dos metais em relação ao ouro e, além disso, tabelas que mostram os preços das pérolas e esmeraldas como funções de tamanho. Também são citadas as principais minas e fontes de abastecimento. Tais informações foram reunidas por al-Biruni por meio de fontes helenísticas, romanas, siríacas, indianas e islâmicas e, ainda, pelos resultados de suas próprias experiências. Grande parte desse material foi usada por al-Khazini<sup>57</sup> que, no século posterior, descreveu a construção e a operação de um balanço hidrostático muito preciso.

A obra *Farmacologia* foi escrita quando al-Biruni tinha cerca de oitenta anos, mesmo já estando com a visão e a audição comprometidas. A maior parte do trabalho traz uma lista alfabética de cerca de 720 medicamentos, juntamente com informações sobre fonte e valor terapêutico de cada um, nomes comuns para a droga em árabe, grego, siríaco, persa, uma das línguas indianas e, às vezes, também, em outras línguas. Além disso, apresenta, no início, uma etimologia da palavra árabe para farmacêutico.

Connor e Robertson (1999) comentam que Rozenfeld, Rojanskaya e Skolovskaya, em seu livro de 1973, detalham as contribuições matemáticas de al-Biruni, as quais envolveriam aritmética teórica e prática, soma de séries, análise combinatória, regra de três, números irracionais, definições algébricas, método de resolução de equações algébricas, geometria, teoremas de Arquimedes (287 – 212 a.C.), trisseção do ângulo e outros problemas que não podem ser resolvidos com régua e compasso sozinhos, seções cônicas, projeção

---

57 Há informações da existência de um *Abū al-Fath Abd al-Rahman Mansūr al-Khāzini* ou *al-Khāzini*, que viveu entre 1115-1130 (século 12) e foi um astrônomo de origem bizantina de Seljuk Persia. E, ainda, um outro *al-Khāzini*, do século 10, conhecido como *Abu Jafar Muhammad ibn Hasan Khazini* (900-971), que também era um astrônomo e matemático mulçumano iraniano de Khorasan, que trabalhou com teoria dos números e astronomia.

estereográfica, trigonometria, teorema do seno no plano e esférico, entre outros. Ademais, como posto, al-Biruni estudou literatura indiana no original, traduzindo vários textos em sânscrito para o árabe. Avaliando, ainda, a produção de al-Biruni, Connor e Robertson (1999a) colocam que importantes contribuições para geodesia e geografia foram feitas por ele, tendo introduzido técnicas para medir a terra e distâncias relativas a ela usando triangulação. Segundo o autor supracitado, al-Biruni descobriu que o raio da Terra era de 6339,6 km, valor não obtido no Ocidente até o século XVI.

Realmente, pode-se observar, a partir da produção de al-Biruni, que a astronomia é um tema que inspirou diversas de suas pesquisas e perdurou em suas investigações e trabalhos ao longo de sua vida. Sua relação com a matemática acaba sendo consequência desse envolvimento com a astronomia, já que esta está carregada do que entendemos por matemática. De fato, al-Biruni teve que estudar e usar o que hoje consideramos como aritmética, álgebra e geometria para começar a entender a astronomia. Entretanto, como visto, há outros trabalhos mais teóricos aos quais al-Biruni empreendeu seus esforços, o que lhe atribui volumosa produção científica.

## **Personalidade e curiosidades**

Por meio da produção de al-Biruni, sabemos mais ainda de seus dados biográficos e de sua personalidade. Realmente, Connor e Robertson (1999a) afirmam que conhecemos algumas datas da vida de al-Biruni, com certa precisão, em função do fato de ele mesmo descrever eventos astronômicos, em suas obras, que permitem que datas e lugares precisos sejam determinados. Assim, além das relações com outros personagens, encontramos descrições desses encontros e pesquisas realizadas em seus trabalhos. Apesar do fato de que não mais de um quinto de suas obras ter sobrevivido, temos, a partir das existentes, uma imagem clara de sua contribuição.

Certamente, os lugares onde viveu e as relações pessoais que teve influenciaram suas produções e a formação de sua personalidade. A este respeito, alguns fatos são interessantes de relatar. Por exemplo, segundo Scheppler (2006), al-Biruni teve uma natureza competitiva, que até mesmo pode ser notada no volume de suas produções e em sua escrita. O fato é que ele queria se destacar e, de acordo com o referido autor, al-Biruni acreditava ser o estudioso mais importante de sua geração, tanto que, quando al-Hasan Ali o recrutou para se juntar à corte de estudiosos proeminentes, al-Biruni aceitou sem relutar.

Ainda conforme Scheppler (2006), al-Biruni estudou as obras de dezenas de estudiosos, de Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.) a Al-Razi (854 — 935)<sup>58</sup>, entretanto, não necessariamente aceitou suas conclusões como definitivas ou prontas e acabadas. Além disso, discutiu com seus contemporâneos a respeito até com arrogância, que, para Scheppler (2006), às vezes, beirava o confronto. Nessa direção, Connor e Robertson (1999a) colocam que ele não era um grande inovador no sentido de teorias originais, matemáticas ou não, mas sim um observador cuidadoso, que foi um dos principais expoentes do método experimental. Al-Biruni realizou seus próprios experimentos exaustivos para provar ou refutar as teorias existentes e produzir novos conhecimentos, aproveitando o trabalho realizado por seus precedentes, porém acrescentando outros. Uma de suas vantagens está no fato de ser um linguista de destaque, capaz de ler, em primeira mão, um grande número dos tratados que existiam.

Outro fato relevante, para mencionar, sobre al-Biruni é que ele não mostra preconceito contra diferentes seitas religiosas ou raças, mas criticava alguns atos cometidos. Por exemplo, quando os conquistadores árabes de Khwarazm destruíram textos antigos. Nessa perspectiva, Connor e Robertson (1999a) afirmam que faz sentido

<sup>58</sup> Abū Bakr Muhammad ibn Zakariya al-Rāzi é conhecido pelo nome latino de Rasis (e também Rhazes ou al-Razi) e foi alquimista, médico e filósofo persa, com trabalhos de grande influência no mundo medieval (BIBLIOTECA DIGITAL MUNDIAL, 2020).

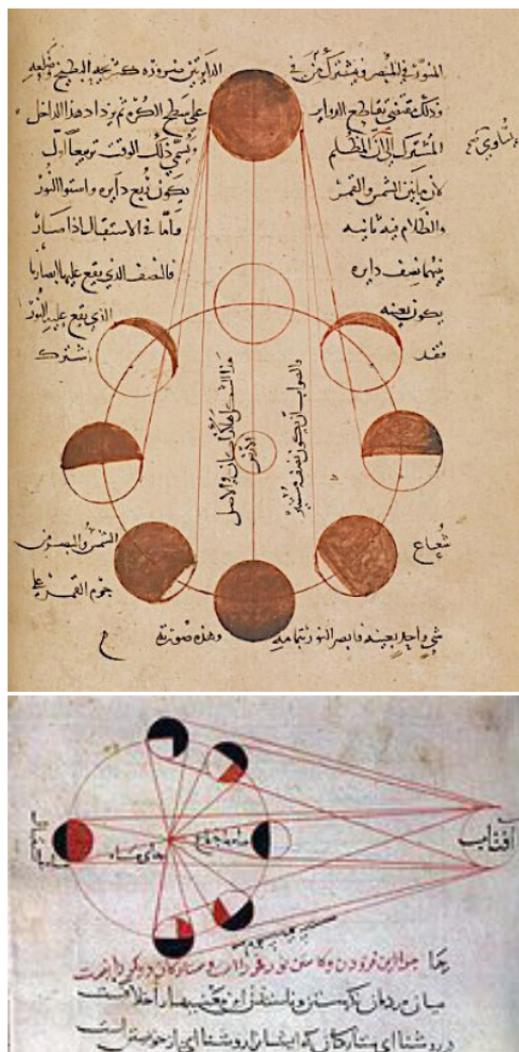
tal pensamento de al-Biruni em considerar um pecado grave a eliminação de textos, já que ele mesmo os considerava extremamente relevantes por ser um erudito dedicado à aprendizagem e à história. Al-Biruni trata de aspectos como perdão em sua obra *A Índia*, ao mencionar, conforme Kennedy (s/d, s/p), que “upon my life, this is a noble philosophy, but the people of this world are not all philosophers [...] And indeed, ever since Constantine the Victorious became a Christian, both sword and whip have been ever employed”<sup>59</sup>. Desse modo, perdoar seria uma filosofia nobre, todavia lamenta que nem todos são nobres e, por isso, nem sempre o perdão e a tolerância prevalecem. Em outras obras, como em *Shadows*, al-Biruni, também, menciona a necessidade de tolerância cristã, até mesmo empregada a descobertas científicas, criticando a opinião de um homem religioso a um instrumento que al-Biruni teria criado e usado para determinar o tempo de orações, que tinha meses bizantinos gravados nele (CONNOR; ROBERTSON, 1999a).

Surge desses fatos indícios de relações entre sua religiosidade e ciência. Com efeito, Schepler (2006) afirma que al-Biruni realizou todos os seus estudos em nome do Islã, em busca constante da verdade e de uma conexão mais profunda com o Criador. Al-Biruni teria apontado argumentos religiosos para o estudo da astronomia, pois seria o pináculo da ciência, reunindo disciplinas para explicar a harmonia universal da natureza. Logo, referenciava passagens do Alcorão, como pedidos de Deus para que as pessoas contemplem as maravilhas da terra e dos céus. Al-Biruni escreveu seu livro *Tratado sobre a Direção de Oração* para demonstrar como a astronomia pode ser usada para ajudar os muçulmanos a localizar a cidade de Meca e com informações importantes para a construção de mesquitas.

---

59 “Em minha vida, esta é uma filosofia nobre, mas as pessoas deste mundo não são todos filósofos [...] E, de fato, desde que Constantino, o Vitorioso, tornou-se cristão, tanto a espada quanto o chicote foram empregados”.

Figura 5 – Ilustrações de obras astronômicas de al-Biruni explicando fases diferentes da lua



Fonte: Pinterest (2017a)<sup>60</sup>.

60 Disponível em: <https://br.pinterest.com/explore/al-biruni/>. Acesso em: 24 ago. 2017.

Nem todas as suas ideias eram precisas, mas os resultados eram relevantes para a época. Por exemplo, al-Biruni identificou os seguintes corpos: Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno. Al-Biruni alegou que os planetas geram sua própria luz, assim como o Sol e as estrelas fazem. Scheppler (2006) alega que a teoria geocêntrica do universo de al-Biruni foi lógica e serviu bem para suas medidas e experimentos astronômicos, porém não foi completamente precisa, porque foi fruto da pesquisa que usava ferramentas brutas.

Outro fato curioso, que condiz com os traços de personalidade de al-Biruni que estamos delineando, é que ele teve um grande respeito por al-Sijzi<sup>61</sup> (945 – 1020) e pela precisão de seu astrolábio heliocêntrico, mas ele sentiu que era necessário desenvolver seu próprio instrumento, a que ele chamou de al-Ustawani.

Al-Biruni tinha verdadeira paixão pelo conhecimento, tanto que teria lido todos os livros relevantes a que teve acesso. De acordo com Scheppler (2006), ele devia se orgulhar muito de sua capacidade de escrever livros próprios, o que, por sua vez, influenciou muitos de seus pares e seguidores. De fato, seu livro *Instrução nos Elementos na Arte da Astrologia* foi uma fonte importante de obras de Yaqut ibn Abdallah al-Hamawi<sup>62</sup> (1179–1229) e Mazhar al-Din Muhammad al-Lara<sup>63</sup>, que viveram e trabalharam após al-Biruni.

---

61 Seu nome completo era *Abu Said Ahmad ibn Muhammad ibn Abd al-Jalil al-Sijzi*. Foi astrônomo e matemático islâmico que escreveu sobre a geometria das esferas. Muito que se sabe sobre sua vida é decorrente das correspondências com al-Biruni.

62 Biógrafo e geógrafo árabe de origem grega conhecido por seus escritos enciclopédicos no mundo islâmico.

63 Biógrafo e historiador iraniano que viveu e trabalhou cerca de 500 anos após a morte de al-Biruni.

**Figura 6 – Estátua de al-Biruni no escritório das nações unidas em Viena**



Fonte: Pinterest (2017b)<sup>64</sup>.

Muitas das ideias de al-Biruni foram elaboradas em discussões com outros estudiosos. Como dito, ele tinha uma colaboração de longa data com seu professor Abu Nasr Mansur, cada um pedindo ao outro para empreender peças específicas de trabalho para apoiar o do outro. Correspondeu-se, ainda, com Avicena (980 – 1037) sobre a natureza do calor e da luz em cartas que abrangem tópicos como filosofia, astronomia e física. Al-Biruni, também, corres-

---

<sup>64</sup> Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/436427020124988916/?lp=true>. Acesso em: 14 ago. 2017.

pondia-se com al-Sijzi<sup>65</sup> (945 – 1020) em cartas, que contêm, por exemplo, provas das versões plana e esférica do teorema do seno.

**Figura 7 – Estátua de al-Biruni em Tehram, Irã**



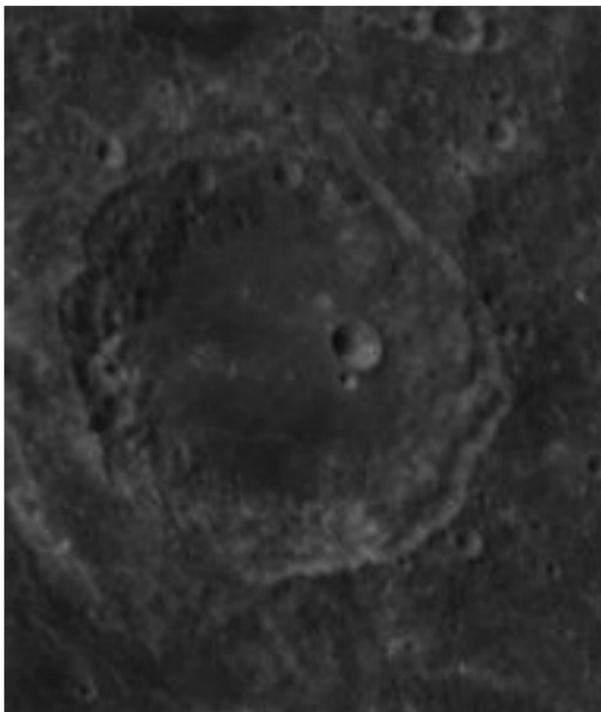
Fonte: Pinterest (2017c)<sup>66</sup>.

Considera-se que al-Biruni escreveu de modo claro, organizando seus dados logicamente na tentativa de manter o interesse do seu leitor. Conforme Scheppler (2006), al-Biruni se referiu ao instrumento de escrita como o eterno monumento da história.

<sup>65</sup> Al-Sijzi, cujo nome completo é Abu Said Ahmad ibn Muhammad ibn Abd al-Jalil al-Sijzi, foi um astrônomo e matemático islâmico que escreveu sobre a geometria das esferas (CONNOR; ROBERTSON, 1999d).

<sup>66</sup> Disponível em: <https://i.pinimg.com/236x/47/97/e9/4797e9dbe5a1dc6de7a90d6bf12f74b6.jpg>. Acesso em: 24 ago. 2017.

**Figura 8 – Cratera lunar<sup>67</sup> al-Biruni**



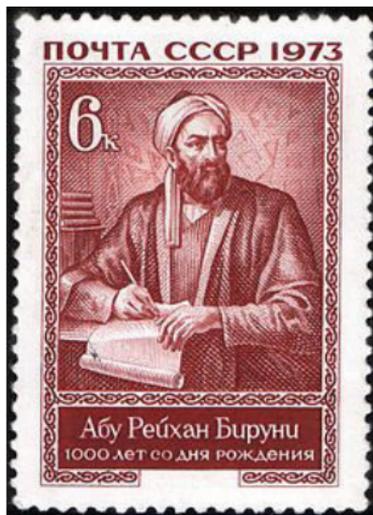
Fonte: Pinterest (2017d)<sup>68</sup>.

---

67 As crateras lunares têm o nome definido pelo IAU (*International Astronomical Union*), que tem sede em Paris e foi fundada em 1919. Segundo a instituição, há 810 crateras com nomes oficiais que são atribuídos a personalidades importantes. Essas são as maiores. As menores, normalmente, têm o nome da cratera maior vizinha acrescido de uma letra e compõem em torno de 5425 ao todo (INTERNATIONAL, ...2020).

68 Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/508766089139883149/?lp=true>. Acesso em: 24 ago. 2017.

Figura 9 – Selos comemorativos ao milésimo aniversário de al-Biruni



Fonte: Gafurov (1975).

Uma última, mas não menos interessante, curiosidade colocada por Schepppler (2006) sobre a morte de al-Biruni, que, como dito, ocorreu em Ghaznah, em 1048. O autor supracitado afirma que al-Biruni viveu os últimos anos de sua vida com medo de não completar seus trabalhos e, de fato, ele continuou estudando até seu último suspiro. Um ato final ilustra bem a paixão de al-Biruni pelo conhecimento. Segundo Schepppler (2006), em seu leito de morte, al-Biruni pediu para Faqih Abu al-Hasan<sup>69</sup>, especialista em direito islâmico, para ensinar-lhe algo. Este, por sua vez, descreveu uma conta e al-Biruni memorizou, repetindo-a de volta. Pouco tempo depois, o estudioso islâmico al-Biruni faleceu em 13 de dezembro de 1048.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. S.; ROMEIRO, C. **Astrolábios e sextantes**: da coleção astronômica. [S. l.]: MAT, 2020. Disponível em: [http://www.mat.uc.pt/~helios/Mestre/Julho00/H42\\_astr.htm](http://www.mat.uc.pt/~helios/Mestre/Julho00/H42_astr.htm). Acesso em: 14 fev. 2018.

AMAZON. **India abridged**. [S. l.]: Amazon, 2020. Disponível em: [https://www.amazon.com.br/Alberunis-India-Abridged-Al-Biruni/dp/0393005682/ref=sr\\_1\\_6?s=books&ie=UTF8&qid=1503668899&csr=1-6&keywords=al+Biruni](https://www.amazon.com.br/Alberunis-India-Abridged-Al-Biruni/dp/0393005682/ref=sr_1_6?s=books&ie=UTF8&qid=1503668899&csr=1-6&keywords=al+Biruni). Acesso em: 25 ago. 2017.

ANDRADE, Joaquim Marçal Ferreira de. **A fotografia no século XIX**. Rio de Janeiro: Biblioteca Nacional, 2020. Disponível em: <https://bndigital.bn.gov.br/dossies/colecao-d-thereza-christina-maria-albuns-fotograficos/a-fotografia-no-seculo-xix/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

BERGGREN, J. L. **Episodes in the Mathematics of medieval Islam**. Ontario: Springer, 2003.

BIBLIOTECA DIGITAL MUNDIAL. **O livro abrangente sobre a medicina**. [S. l.]: Library of Congress, 2020. Disponível em: <https://www.wdl.org/pt/item/9553/>. Acesso em: 10 dez. 2020.

---

69 Fagih quer dizer jurista islâmico perito em *Fiqh*, que quer dizer jurisprudência islâmica. *Abu Al-Hasan 'Ali ibn' Othman* (1297 - 1351) seria um sultão da dinastia dos *Marínídeos*, que reinou, em Marrocos, entre 1331 e 1348.

ELEKTRONSKE NOVINE SANDZAK PRESS. **al-Biruni (973 – 1048)**. [S. l.]: Sandzak press, 2015. Disponível em: <http://sandzakpress.net/islamski-ucenjak-otkriro-ameriku-500-godina-prije-kolumba>. Acesso em: 10 jan. 2018.

ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA. **Abu al-Hasan 'Ali**. London: Encyclopedia Britannica, 1998. Disponível em: <https://britannica.com/biography/Abu-al-Hasan-Ali-Marinid-sultan>. Acesso em: 24 ago. 2017.

ENCYCLOPAEDIA IRANICA. **Al-E Afrig**. [S. l.]: Encyclopædia Iranica, 2014. Disponível em: <http://www.iranicaonline.org/articles/al-e-afrig>. Acesso em: 10 jan. 2018.

GAFUROV, BoboJan. **Al-Biruni**: um gênio universal na Ásia Central há mil anos. Curitiba: Diário do Paraná, 1975. Disponível em: [http://memoria.bn.br/pdf/761672/per761672\\_1976\\_06423.pdf](http://memoria.bn.br/pdf/761672/per761672_1976_06423.pdf). Acesso em: 10 dez. 2020.

GOOGLE MAPS. **Biruni**. [S. l.]: Google maps, 2018. Disponível em: [https://www.google.com.br/maps?rlz=1C1NHXL\\_pt-BRBR733BR733&cq=Biruni&um=1&ie=UTF8&sa=X&ved=0ahUKEwjVqI-vFx83YAhXIFZAKHZ1OCDAQ\\_AUICygC](https://www.google.com.br/maps?rlz=1C1NHXL_pt-BRBR733BR733&cq=Biruni&um=1&ie=UTF8&sa=X&ved=0ahUKEwjVqI-vFx83YAhXIFZAKHZ1OCDAQ_AUICygC). Acesso em: 10 jan. 2018.

INTERNATIONAL ASTRONOMICAL UNION. **Technology**. [S. l.]: IAU, 2020. Disponível em: <https://www.iau.org/technology/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

INTERNET ARCHIVE. **The chronology of ancient nations**. [S. l.]: Internet Archive, 2017. Disponível em: <https://archive.org/details/chronologyofanci00biru>. Acesso em: 25 ago. 2017.

KAMIAR, M. **Brilliant Biruni**: a life story of Abu Rayhan Mohammad Ibn Ahmad. Toronto: The Scarecrow Press, 2009.

KATZ, V. J. **A history of Mathematics**: an introduction. 3. ed. Boston: Pearson Education, 2009.

KATZ, V. J.; PARSHALL, K. H. **Taming the unknown**: a history of Algebra from antiquity to the early twentieth century. New Jersey: Princeton University Press, 2014.

KENNEDY, E. S. **Biography in Dictionary of Scientific Biography (New York 1970-1990)**. [S. l.]: Encyclopedia.com, 2008. Disponível em: <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-2830900460.html>. Acesso em: 25 ago. 2017.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. Mactutor History of Mathematics archive. **Abu Nasr Mansur ibn Ali ibn Iraq**. [S. l.]: Mactutor, 1999b. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Mansur/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. Mactutor History of Mathematics archive. **Abu Ali al-Husain ibn Abdallah ibn Sina (Avicenna)**. [S. l.]: Mactutor, 1999c. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Avicenna/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. Mactutor History of Mathematics archive. **Abu Arrayhan Muhammad ibn Ahmad al-Biruni**. [S. l.]: Mactutor, 1999a. Disponível em: <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Biruni.html>. Acesso em: 23 ago. 2017.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. Mactutor History of Mathematics archive. (1999d). **Abu Said Ahmad ibn Muhammad Al-Sijzi**. [S. l.]: Mactutor, 1999d. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Sijzi/>. Acesso em: 24 ago. 2020.

PINTEREST. **Cratera lunar Al-Biruni**. [S. l.]: Pinterest, 2017d. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/508766089139883149/?lp=true>. Acesso em: 24 ago. 2017.

PINTEREST. **Estátua de al-Biruni em Teheran, Irã**. [S. l.]: Pinterest, 2017c. Disponível em: <https://i.pinimg.com/236x/47/97/e9/4797e9dbe5a1dc6de7a90d6bf12f74b6.jpg>. Acesso em: 24 ago. 2017c.

PINTEREST. **Estátua de Al-Biruni no escritório das nações unidas em Viena**. [S. l.]: Pinterest, 2017b. Disponível em: <https://br.pinterest.com/pin/436427020124988916/?lp=true>. Acesso em: 24 ago. 2017b.

PINTEREST. **Obras astronômicas de Al-Biruni**. [S. l.]: Pinterest, 2017a. Disponível em: <https://br.pinterest.com/explore/al-biruni/>. Acesso em: 24 ago. 2017.

SCHEPPLER, Bill. **Al-Biruni**: master astronomer and Muslim scholar of the eleventh century. New York: The Rosen Publishing Group, 2006.

MICHAELIS. **Sextante**. [S. l.]: Dicionário Michaelis, 2018. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/sextante/>. Acesso em: 10 jan. 2018.

WIKIPEDIA. **Beruniy**. [S. l.]: Wikipedia, 2017. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Beruniy>. Acesso em: 10 jan. 2018.

**GHIYĀTH AL-DĪN ABŪ'L-FATH 'UMAR IBN  
IBRĀHĪM AL-NAYSĀBŪRĪ AL-KHAYYĀM  
(1048-1131)**

*Francisco de Assis Bandeira*

## **INTRODUÇÃO**

Este artigo tem como objetivo narrar uma breve história do matemático, filósofo e poeta persa Omar Khayyam (1048-1131). Antes, porém, faz-se necessário realizar uma exposição do período histórico em que ele viveu e quais funções desempenhou na sociedade da época. Relatarei, também, o cenário político e social, e como os acontecimentos influenciaram sua vida e o quanto refletiu em suas obras.

Nesse sentido, organizei este texto em três seções. A primeira é esta introdução, que esclarece o leitor sobre os objetivos do presente artigo e de sua estrutura. A segunda seção levará o leitor aos contextos histórico e geográfico de Nishapur, cidade localizada ao nordeste do Irã, terra natal de Omar Khayyam e de outras cidades por onde ele passou, em especial, a de Samarcanda. Ela é uma cidade muito antiga, fundada no século VIII a. C. Hoje, é a segunda maior de cidade do Uzbequistão.

Na terceira seção, farei uma breve biografia de Omar Khayyam, tanto no campo da poesia, expresso no Rubaiyat, que o levou a ficar conhecido no mundo Ocidental, quanto nos campos do conhecimento por ele dominado, tais como a filosofia, a matemática, a astronomia, a jurisprudência, a história e a medicina, todavia, destacarei o campo do conhecimento matemática. Por fim, as considerações finais e as referências.

## **Nishapur, cidade natal de Omar kayyam**

Omar Khayyam (1048-1131) nasceu na cidade de Nishapur, localizada no Nordeste da antiga Pérsia. No entanto, antes de detalhá-la, esboçarei uma breve história política da Pérsia, mais precisamente, do governo dos seljúcidas, período de existência desse matemático, astrônomo e poeta. Contudo, anterior a esse contexto, situarei o leitor no mundo atual da Pérsia, hoje denominada de República Islâmica do Irã.

A palavra “irá” significa, literalmente, “terra dos arianos”, no sentido étnico. Esse país asiático, localizado no Oriente Médio, limita-se ao norte com a Armênia, o Azerbaijão, o Turcomenistão e o Mar Cáspio; ao sul com o Golfo de Omã e com o Golfo Pérsio; a leste com o Afeganistão e o Paquistão; e a oeste com o Iraque e a Turquia (ver Figura 1). Sua capital é a cidade de Teerã, sendo que a língua oficial é o persa. É o segundo maior país do Oriente Médio, com uma população de, aproximadamente, 77 milhões de habitantes. O islamismo xiita é a religião oficial e compreende 89% da população. No entanto, a constituição iraniana reconhece três minorias religiosas: os zoroastrianos, os judeus e os cristãos (BERGMANN, 2009).

Para tornar esse texto uma leitura mais leve, vou esclarecer o leitor acerca dos significados dos termos: islamismo, xiita, sunita e muçulmano. O islã ou islamismo é uma religião monoteísta baseada no Alcorão, livro sagrado enviado por Deus (Allah) através do profeta Maomé (570-632). Os seguidores do islã acreditam que Maomé foi o último de uma série de profetas enviados por Deus, que inclui Abraão, Noé, Moisés e Jesus. A maioria considera o registro histórico das ações e ensinamentos desse profeta, relatadas na Sunna e no Hadiz, como meios indispensáveis para interpretar o Alcorão (COGGIOLA, 2007).

Xiita é uma seita do islamismo, que significa “partidários de Ali”. Os xiitas consideram Ali, primo e genro do profeta Maomé, o sucessor legítimo da autoridade islâmica. Essa seita considera ile-

gítimo os sunitas, outra seita do islã, que assumiram a liderança da comunidade muçulmana após a morte de Maomé. Os sunitas acreditam que Maomé não tinha herdeiro legítimo e que o sucessor deveria ser eleito com uma votação entre as pessoas da comunidade islâmica. Ressalta-se que os xiitas são o segundo maior ramo de crentes do Islão, constituindo 16% do total dos muçulmanos. O maior ramo é o dos sunitas, que são 84% da totalidade dos muçulmanos. Muçulmano é todo indivíduo que se converte e segue a doutrina do islamismo. Em outras palavras, muçulmanos são as pessoas praticantes do islamismo, que, também, é conhecido como doutrina muçulmana ou maometana (MARQUES, 2015).

**Figura 1 – Mapa do Irã**



Fonte: Portal São Francisco (2020).

Voltemos à história do Irã. Na verdade, a história moderna, desse país, começa em 1921, com o golpe militar liderado por Reza Khan Pahlevi (1878-1944) contra o governo da dinastia Qajar. Em

1925, foi proclamado Shah da Pérsia, denominando-se Shah Reza Pahlevi. Esse golpe foi realizado pelo próprio Pahlevi e obteve o apoio do governo britânico, que visava ter mais influência dentro do Irã e via, nesse governo, uma oportunidade de ter, indiretamente, poder sobre o país (KAPUSCINSKI, 2012).

Em 1935, Reza Pahlevi mudou o nome do país para Irã. Em 1941, o país foi ocupado por forças britânicas e soviéticas e ele abdicou do poder em nome de seu filho, Mohamed Reza Pahlevi (1919-1980), que se voltou para o Ocidente. Em 1953, sob influência dos Estados Unidos, o governo de Mohamed foi derrubado. Em 1975, instituiu-se o unipartidarismo no Irã, o que, somado às perseguições promovidas pelo governo, intensificou a oposição dos muçulmanos xiitas, que condenavam a ocidentalização do país. Em 1979, com a Revolução Islâmica, promovida pelo Aiatolá Khomeini, o país adotou a sua designação de República Islâmica do Irã. Os seus nacionais se chamam iranianos, embora o termo *persas* seja, ainda, utilizado (ZANONI, 2013).

Após esse percurso político, contextualizarei a Pérsia no tempo de Omar Khayyam. Na região da Pérsia, a principal e mais duradoura dinastia foi a dos Samânidas (875-999), cuja capital Bukhara, hoje, pertencente ao território do Uzbequistão, tornou-se um centro de restauração cultural iraniana. A dinastia seguinte, a governar essa região, foi a turca gaznávida (962-1186), que reinou de Khurasan ao Pendjabe, região do subcontinente indiano dividida entre a Índia e o Paquistão. Todavia, foi somente sob a dinastia dos seljúcidas que, pela primeira vez, a maior parte do Oriente Médio passou a estar unificada sob uma única autoridade, a de Tughril Beg (990-1063), o primeiro sultão dessa dinastia (LEWIS, 1996).

Os seljúcidas eram governantes de origem turca, cujo nome deriva da família que os liderava: os Seljuk. Essa família emigrou para o território islâmico em meados do século XI e se estabeleceu

na província de Bukhara, adotando, nela, o islã. Os filhos da Casa de Seljuk, no comando dos exércitos por eles mobilizados, serviram a muitas dinastias mulçumanas, a dos gaznávidas fora a última. Os netos de Seljuk, Tughril Beg (990-1063) e Chaghri Beg (989-1060) entraram em Khurasan com seus exércitos e destruíram os gaznávidas, apoderando-se de suas principais cidades (LEWIS, 1996).

Em 1055, Tughril Beg conquistou a cidade de Bagdá, surgindo, então, um novo império. O poder dessa dinastia perdurou por um longo período sob os reinados desse sultão (990-1063), de Alp Arslan (1063-1073) e de Seyuk Malik Shah (1073-1092). Após a morte desse último, seus filhos, lutando pelo poder, deflagraram uma guerra civil e o processo de fragmentação política, que fora interrompido pelos seljúcidas, reiniciou-se, dessa vez, sob diferentes ramos da família, até então, reinante. Apesar desse desmembramento, os seljúcidas, mesmo já não sendo mais um império, mantiveram-se no governo até, aproximadamente, 1194. “As mais importantes foram as monarquias seljúcidas de Kirman, Iraque, Síria e Anatólia, todas elas ligadas por uma tênue lealdade ao Grande Sultão, que residia em Khurasan” (LEWIS, 1996, p. 91).

Omar Khayyam participou dos reinados de Alp Arslan (1063-1073) e de Seyuk Malik Shah (1073-1092). Todavia, priorizarei o governo desse segundo sultão, período mais importante na vida desse matemático, astrônomo e poeta, em especial, do seu notável ministro ou vizir, Nizam al-Mulk (1018-1092). Na verdade, Nizam al-Mulk ocupou o posto de ministro entre os anos de 1063 e 1092, ou seja, dos dois governos dos principais sultões da dinastia dos seljúcidas. Nesse período, Nizam al-Mulk foi o responsável, do ponto de vista político, pela construção dessa dinastia. Uma das primeiras incumbências dele foi restaurar os sunitas. Para isso, ele tinha que eliminar os dogmatismos xiitas e integrar a instituição religiosa na vida política do islã, além disso, reformular e disseminar a sua resposta ao desafio desses dogmatismos.

A eliminação dos dogmas xiitas foi quase completa, devido, em grande parte, à força militar e à seriedade religiosa dos seljúcidas. A resposta sunita, aos ideários xiitas, veio por meio das *madrastas*. Argumenta Lewis (1996, p. 95) que “uma nova burocracia sunita, treinada na madrasa, com sua própria hierarquia reconhecida e seus privilégios zelosamente guardados, adquiriu, pela primeira vez, posição forte e oficial como um dos pilares da ordem social e política”. Na verdade, ressalta esse autor que essas instituições de ensino garantiram o domínio da ortodoxia sunita. Além disso, no nível da teologia dogmática, as formulações sunitas finais e autorizadas por essas madrasas expulsaram o dogmatismo xiita de, praticamente, todas elas.

Nesse ínterim, faz-se necessário esclarecer o leitor sobre como surgiu a madrasa. Vejamos, então, esse contexto. No mundo árabe, a escola nasceu com mesquita de Medina, na Arábia Saudita, construída no século VII pelo profeta Maomé (571-632). Desde então e até o século X, todas as mesquitas foram centros onde se instruíam os crentes da nova religião, a de Maomé. Entretanto, devido à progressiva complexidade das estruturas da vida social e dos valores e regras que o governavam, a comunidade teve que enfrentar novos problemas. Um século depois da morte desse profeta, novas formas de ensino se tornaram necessárias e foram criados círculos de estudo nas mesquitas, nos palácios, nas ruas e nas praças públicas. Essa transmissão de conhecimentos não se limitava ao ensino do Corão, mas incluía literatura, poesia, gramática, jurisprudência etc.

Durante o reinado dos califas abássidas (do ano 750 até fins do século XIII), o ensino religioso se tornou disciplina independente; alguns mestres se ocupavam do Corão, Tradições do Profeta Maomé (Hadith) e da jurisprudência, enquanto outros estudavam a língua, a literatura e a história. Nesse período, os círculos de estudos se multiplicaram e se aprimoraram, formando núcleos do que viria a ser a madrasa, destinada aos adultos que já haviam recebido o ensino primário em escolas particulares ou em mesquitas.

A partir do século X, a madrasa surge como instituição independente e distinta da mesquita, embora sua criação, pelo menos no início, estivesse reservada a um jurista ou ao ensino, de acordo com uma escola jurídica específica. Em pouco tempo, esses estabelecimentos de ensino passaram a ser controlados pelo poder público e a obedecer a seu planejamento. O grau de controle e conteúdo do planejamento foram impostos pela própria natureza dos conflitos surgidos entre a dinastia dos fatímitas e os califas abássidas (750-1258) (LEWIS, 1996).

**Figura 2 – Madrasa al-Nizamiyya em Bagdá – 1091**



Fonte: Wikipedia (2020).

Os fatímitas dominavam o Egito e a Síria desde 1069 e tentavam tomar o poder do sultão Malik Shah da dinastia dos seljúcidas. Nizam al-mulk (1018-1092), grão-vizir desse califado, expressou sua reação elaborando uma política pedagógica, que tinha como objetivo conter e depois destruir o avanço fatímida. A primeira aplicação prática dessa política foi a criação da madrasa al-Nizamiyya (derivado de seu nome) (ver Figura 2), a primeira univer-

cidade do mundo árabe fundada pelos poderes públicos. Erguida em Bagdá (Iraque), essa madrasa representava muito mais do que a primeira universidade pública. Desde a sua inauguração oficial, em 1065, essa instituição seria, durante dois séculos, o modelo de todas as madrasas do mundo muçulmano. Ela não ensinava apenas disciplinas religiosas (ciências corânicas, jurisprudência, etc), mas também a língua árabe, a literatura, a poesia, a aritmética, a filosofia, a astronomia, entre outras (BRANDÃO, 2007).

Voltemos ao contexto de participação de Omar Khayyam no governo da dinastia dos seljúcidas. Ele vivenciou quase todo o período no qual os seljúcidas governaram, testemunhando o seu apogeu e a sua fragmentação, pois ele participou, como já mencionei, dos reinados de Alp Arslan (1063-1073) e de Malik Shah (1073-1092). Nesse último reinado, ele ocupou o posto de diretor do observatório astronômico da cidade de Merv. Hoje, denominada de Mary, uma das cidades do Turquemenistão. Durante o período em que esteve à frente desse observatório, Omar Khayyam fez parte de uma comissão de astrônomos encarregada de reformular o calendário muçulmano, denominado de calendário Jalali, o qual entrou em vigor em 1079. Embora esse calendário tenha sido abolido após a morte de Malik Shah, em 1092, ele ainda é utilizado em algumas partes do Irã e do Afeganistão (SOUZA, 2001).

Omar Khayyam permaneceu, nesse observatório, por 18 anos, produzindo, cientificamente, ao lado de outros astrônomos. Na verdade, até 1092, quando Malik-Shah morreu, ele pôde desenvolver seus estudos em matemática e astronomia em um dos raros períodos de tranquilidade política na região. Ele estudou profundamente os postulados de Euclides e criou formas de resolver equações cúbicas. Sua produção foi tamanha que se chegou até a acreditar que ele havia demonstrado uma teoria heliocêntrica séculos antes de Galileu (1564-1642). No entanto, não irei entrar

no mérito dessas produções, elas serão tema de um próximo texto, além de outros conhecimentos matemáticos por ele produzido.

Foi, também, durante esse terceiro reinado da dinastia dos seljúcidas, que Omar Khayyam escreveu uma seleção de poemas. Na verdade, ele era considerado como um cientista árabe pelo mundo oriental e como um importante poeta persa pelo mundo ocidental (BOYER, 1996). O motivo, que o levou a ser conhecido no Ocidente como poeta, deve-se ao inglês Edward Fitzgerald (1809-1883), um estudioso da cultura oriental, por ter traduzido uma seleção de poemas, em 1859, da língua persa para o inglês, de autoria de Omar Khayyam. Rubaiyat é o título dado por esse inglês para a seleção desses poemas. Rubaiyat é o plural da palavra persa rubai e quer dizer quadras, quartetos. No rubai, o primeiro, o segundo e o quarto versos são rimados, o terceiro é branco (KHAYYAM, 2003). Esse lado poético de Omar Khayyam será enfatizado, com mais detalhes, em um futuro texto.

Voltemos à cidade de Nishapur, também conhecida como Nishabur, Nixapur. Sua população atual é de, aproximadamente, 230.000 habitantes. Ela está localizada no nordeste do Irã (ver Figura 3). Essa cidade se situa na província de Razavi Khorasan, nas proximidades de Mashed e sua principal atividade econômica é a agricultura, propiciada pela fertilidade dos vales do Monte Binalub.

Nixapur era uma cidade importante na Rota da Seda. Essa expressão é, habitualmente, utilizada para designar um conjunto de itinerários terrestres e marítimos que ligaram, desde tempos remotos, a China ao Ocidente. A Rota da Seda é uma designação moderna que não se encontra nas descrições escritas, quer na Antiguidade, quer na Idade Média (Sec. V-XV), ela foi criada, em finais do século XIX, pelo geógrafo alemão Ferdinand von Richthofen (LOURIDO, 2006).

Nixapur atingiu seu ápice, como capital do Império Taárida, no século IX. No ano 1000, era uma das dez maiores cidades do mundo. Essa cidade foi arrasada pelas invasões mongóis, sofrendo o pior

ataque em 1221, quando uma filha de Gêngis Khan (1162-1227) ordenou o massacre de seus moradores, tema que não é, no momento, foco de meu interesse. O nome Nishapur se deve ao Shah Sapor I, o provável fundador dessa cidade (JAGUARIBE, 2001).

Outra cidade importante, na vida de Omar Khayyam, foi Samarcanda, por isso, faz-se necessário contextualizá-la. Essa cidade, cujo nome significa *Forte de Pedra* ou *Cidade de Pedra*, foi, entre 1925 e 1930, a capital da República Soviética do Uzbequistão. Situada no sudeste desse país (ver Figura 4), Samarcanda é uma cidade muito antiga, fundada no século VIII a. C. e foi, por muito tempo, a exemplo de Nishapur, uma cidade importante na Rota da Seda entre a China e a Europa. Hoje, ela é a segunda maior cidade do Uzbequistão e a capital da província de Samarcanda. Além disso, é famosa por ser um centro de estudos islâmicos de grande importância (SANTOS, 2009).

Figura 3 – Localização de Nishapur no Nordeste do Irã



Fonte: Bourse des voyages (2020).

Figura 4 – Localização de Samarcada no Sudeste do Uzbequistão



Fonte: Portal São Francisco (2020).

Samarcanda viveu a influência de inúmeros povos e estados, uma vez que foi conquistada por persas, gregos, mongóis, árabes, turcos e russos no decorrer de sua história. Uma das suas eras de ouro se deu com a capital do império de Tamerlão, um dos maiores e mais sanguinários conquistadores de toda a história, mas também um grande patrono das artes e poesia. Para mais detalhes sobre esse império ou período dos Timuridas (1370-1499), ver Bernadete Morey (no prelo). Meu interesse sobre essa cidade terá como foco o período de existência de Omar Khayyam (1048-1131).

Omar Khayyam, antes de residir na cidade de Isfahan, a capital da dinastia seljúcida, permaneceu na cidade de Samarcanda, de 1072 a 1074, a convite do sultão seljúcida Malik Shah. Foi durante a sua permanência, nessa cidade, que ele escreveu um tratado sobre

álgebra, intitulado: *Tratado sobre a Demonstração dos Problemas de Álgebra*, considerado um dos mais importantes tratados anteriores à Era Moderna. Nessa época, ele era bastante jovem, tinha apenas 24 anos. Na verdade, antes mesmo dessa idade, ele já se mostrava um exímio pensador, tendo escrito, além desse Tratado, outras tantas obras relacionadas à matemática e à astronomia. Temas de um próximo texto, como já mencionei. A seguir, descreverei uma breve biografia desse matemático, astrônomo, filósofo e poeta.

### **Breve biografia de Omar Khayyam**

De acordo com O'Connor e Robertson (1999) e Berggren (2016), Omar Khayyam (ver Figura 5 ) nasceu em 18 de maio de 1048, na cidade de Nishapur, no nordeste da antiga Pérsia, atual Irã. Ghiyath al-Din Abu'l-Fath Umar Ibn Ibrahim Al-Nisaburi al-Khayyami, seu nome completo, era filho de fabricantes de tendas, pois Khayyam é uma derivação da palavra árabe para essa função. Seu falecimento ocorreu em quatro de dezembro de 1131, em sua terra natal.

**Figura 5 – Omar Khayyam**



Fonte: Grizzo (2015).

**Figura 6 – Túmulo de Omar Khyyam em sua terra natal, Nishapur**



Fonte: Islamic history and travel (2020).

No entanto, há divergências sobre as datas de nascimento e morte dele, conforme se pode ver em alguns historiadores, tais como Boyer (1996), ao afirmar que Khayyam nasceu e faleceu, aproximadamente, em 1050 e em 1122. Para Cajori (2007), ele nasceu e faleceu por volta de 1045 e 1123, respectivamente e, para Struik (1997), esse matemático, astrônomo e poeta nasceu entre 1038/48 e faleceu entre 1123/24. Como se percebe, a maior discordância se encontra em Struik (1997), ao mencionar que a data de nascimento desse matemático varia entre 1038 e 1048 e a de óbito entre 1123 e 1124. Na verdade, a única certeza que se tem é o local de sua morte, que foi em sua terra natal, Nishapur, como se pode ver, na Figura 6, a sua estátua ao lado da passarela para o seu túmulo.

Omar Khayyam não seguiu o ofício dos pais, entretanto, recebeu uma boa educação em ciências e filosofia em sua terra natal, Samarcanda e em Balkh, outra cidade da Pérsia. Entre os campos

do conhecimento, por ele dominado, achavam-se a jurisprudência, a história, a medicina, a astronomia, a filosofia e a matemática (KATZ, 2010). Além de seus tratados matemáticos, ele, também, escreveu obras de cunho filosófico, apesar de ter estudado e ensinado até o fim da vida os pensamentos do mais conhecido filósofo do islã, Avicena (980-1037). Abu Ali al-Ḥusayn ibn Abd Allah ibn Sina, nascido em 22 de agosto de 980 d. C., em Bukara, uma das cidades do Uzbequistão, conhecido pelos ocidentais como Avicena, escreveu mais de cem livros, nos quais versou sobre lógica, ciências naturais, matemática, metafísica, filosofia, teologia e medicina. É um dos pais da filosofia medieval. Seus textos foram lidos no Ocidente antes mesmo dos de Aristóteles. Um estudo mais detalhado sobre esse filósofo, consultar, neste livro, o texto de Gabriela Lucheze de Oliveira Lopes.

Omar Khayyam se destacou por seu extraordinário senso poético, expresso no *Rubaiyat*, como já mencionei. O lado poético dele, desde que foi redescoberto por Edward FitzGerald, por volta de 1859, é o mais conhecido hoje em dia, tendo sido objeto de inspiração para muitos poetas de nossa época. Edward FitzGerald (1809-1883) foi um poeta inglês, de ascendência irlandesa, que se notabilizou como o primeiro tradutor para uma língua europeia da obra *Rubaiyat*, desse poeta e matemático persa.

Dando continuidade a essa biografia, vou fazer uma rápida exposição do campo do conhecimento matemático dominado por esse filósofo, todavia, lembro que, em breve, colocarei à disposição dos leitores um texto que falarei, exclusivamente, com mais detalhes, desses conhecimentos matemáticos.

É preciso ressaltar que um estudo histórico da álgebra inclui um olhar sobre matemáticos do mundo islâmico, como al-Khwarizmi<sup>70</sup>

---

<sup>70</sup> Abū ' Abd Allah Muḥammad ibn Mūsā al-Khwārizmī foi um matemático, astrônomo, astrólogo, geógrafo e autor persa. A álgebra desse matemático era retórica, na verdade, uma espécie de cálculo aplicado, em que os conceitos eram seguidos de numerosos exemplos. Somente as raízes positivas eram consideradas, apesar de ter admitido a existência de duas raízes. Mais detalhes

e Omar Khayyam. Segundo Berlingoff e Gouvêa (2008, p. 30), “depois de Al-Khwarizmi, a álgebra tornou-se parte importante da matemática árabe”. Contudo, a denominação mais correta para a álgebra estudada por ele e por outros matemáticos, dessa época, é álgebra geométrica, já que eles faziam demonstrações dos resultados algébricos utilizando processos geométricos. É, nesse contexto, que se insere Omar Khayyam, que, de acordo com Eves (2004, p. 261), foi o responsável pela “mais profunda e original contribuição algébrica árabe”, a resolução geométrica de uma equação cúbica.

O seu trabalho mais famoso, em álgebra, foi o *Tratado sobre a Demonstração de Problemas de Álgebra*, como já foi mencionado, no qual ele classifica as equações cúbicas em 14 tipos e as resolve, geometricamente, utilizando interseção de seções cônicas (O’CONNOR; ROBERTSON, 1999). Para tais equações, ele obteve somente soluções geométricas, pois acreditava que eram impossíveis resoluções aritméticas (BOYER, 1996). Omar Khayyam (1048-1131) não trabalhava, diretamente, com grandezas negativas, pois os matemáticos árabes, ainda, não as reconheciam.

Alguns aspectos ligados ao método geométrico de solução de equações cúbicas dele, tais como a existência de interseção, continuidade, convexidade e propriedades assintóticas, seriam abordados por seu sucessor, Sharaf al-Din al-Tusi (1135-1213), matemático e astrônomo persa, que desenvolveu métodos de natureza numérica para a extração de raízes  $n$ -ésimas de um número (ou seja, a solução da equação  $x^n = a$ ) e para a obtenção de raízes de certas equações cúbicas. Mais detalhes sobre al-Tusi ver, nesta obra, o texto de Severino Carlos Gomes.

---

sobre esse matemático ver, nesta obra, o texto de Fabian Arley Posada Balvin.

O triângulo de Pascal<sup>71</sup> é um triângulo numérico infinito, definido a partir do número um e através de somas sucessivas. Índícios, desse triângulo, aparecem 2.000 anos antes do seu nascimento (1623), contudo, ele leva seu nome pela sua maior contribuição ao estudo de suas propriedades. Na verdade, antes dessa nomeação, ele era conhecido como triângulo aritmético, mencionado por Omar khayyam em alguns de seus trabalhos. Ressalta Eves (2004, p. 262) que “Al-Kashi foi o primeiro autor árabe a lidar com o teorema binomial em sua forma de triângulo de Pascal”. Ghiyaseddin Jamsheed Kashani ou Al-Kashi (1380-1429) foi um matemático e astrônomo persa a quem é atribuído o desenvolvimento do teorema da lei dos cossenos e a realização do cálculo da constante  $2\pi$  com 9 dígitos sexagesimais de precisão, sendo equivalente a 16 dígitos decimais de precisão. Mais detalhes sobre esse matemático, consultar, neste livro, o capítulo da professora Kaline Andrade.

No Livro V dos Elementos (2009), Euclides registra de forma organizada a teoria das proporções de Eudoxo<sup>72</sup>. Expõe a definição de proporção como sendo a definição 5:

Diz-se que grandezas estão na mesma razão, a primeira para a segunda e a terceira para a quarta quando, tomando-se equimúltiplos quaisquer da primeira e da terceira e equimúltiplos quaisquer da segunda e da quarta, os primeiros equimúltiplos são ambos maiores que, ou ambos iguais a, ou ambos menores que os últimos equimúltiplos considerados em ordem correspondentes (EVES, 2004, p. 173).

71 Blaise Pascal foi um físico, matemático, filósofo e teólogo francês. Criador da Teoria das Probabilidades. Ele nasceu em Clermont-Ferrand, França, no dia 19 de junho de 1623. Recebeu uma boa educação, baseada em sólidos princípios morais, concomitante ao ensino da história e filosofia. Órfão de mãe aos três anos de idade, teve a sua educação aos cuidados do pai. Prodígio, aos 11 anos, escreveu um tratado sobre os sons, baseado nas suas experiências. Aos 17, inventou a “máquina aritmética”, que evoluiria para a máquina de calcular. Sua trajetória se deu, em boa parte, nos estudos do cálculo e das ciências. Seu falecimento ocorreu em Paris, França, no dia 19 de agosto de 1662 (LEBRUN, 1983).

72 Eudoxo de Cnido (408-355 a. C.) fundou uma escola em Cízico, ao norte da Ásia Menor. Apresentou sua teoria de proporção como uma maneira de contornar a crise surgida pela descoberta dos incomensuráveis. O método admite que uma grandeza possa ser subdividida indefinidamente (BOYER, 1996).

No entanto, ressalta Boyer (1996) que a teoria das proporções de Euclides foi substituída pela teoria de Omar Khayyam, ao propor um método numérico em substituição ao anterior. Na realidade, ele critica Euclides por não ter ajuizado com o verdadeiro significado de razão, que se encontra no processo de medida de uma grandeza por outra. Assim, Omar Khayyam define  $A:B = C:D$  como:

Todos os múltiplos da primeira são retirados da segunda, até que se tenha um resto menor do que a primeira e, igualmente, todos os múltiplos da terceira são retirados da quarta, até que se tenha um resto menor do que a terceira. E o número de múltiplos da primeira na segunda é igual ao número de múltiplos da terceira na quarta. E mais: extraímos da primeira, todos os múltiplos do resto da segunda, até obter um novo resto menor que o resto da segunda e igualmente, extraímos da terceira, todos os múltiplos do resto da quarta, até obter um novo resto menor que o resto da quarta. E o número de múltiplos do resto da segunda é igual ao número de múltiplos do resto da quarta. Etc. E, assim, ad infinitum. Então, a razão entre a primeira e a segunda é necessariamente a que se dá entre a terceira e a quarta. Esta é que é a verdadeira proporcionalidade a modo geométrico (KHAYYAM *apud* LAUAND, 2007, p. 99).

Esse processo é o que os gregos chamam de *antiphayresis*. Todavia, Omar Khayyam, após afirmar a excelência da *antiphayresis*, levanta a questão decisiva para o estabelecimento dos números irracionais: se a razão deve ser entendida como um tipo de número.

Além desses conhecimentos, para finalizar este artigo, vou elencar mais outros dois, ainda que brevemente, porém, como já mencionei, esses conhecimentos serão detalhados em um futuro texto. Durante os 18 anos que ficou à frente do observatório astronômico da dinastia dos seljúcidas, Omar Khayyam foi convidado a reformar o calendário persa. Ele e mais outros astrônomos, empenhados nessa tarefa,

criaram o calendário nomeado Jalali, que foi adotado pelos persas em 1079. Esse calendário era mais preciso do que o calendário gregoriano. O dele apresentava um erro de um dia em 3770 anos, enquanto que o gregoriano tinha um erro de um dia em 3330 anos. Embora esse calendário tenha sido abolido após a morte de Malik Shah, sultão da dinastia dos seljúcidas, em 1092, ele, ainda, é utilizado em algumas partes do Irã e do Afeganistão, como já foi mencionado.

Omar Khayyam deixou contribuições, também, à geometria não euclidiana, ao tentar demonstrar o quinto postulado das paralelas de Euclides (300 a. C. - morte não conhecida). Com efeito, ele não tinha dúvida sobre a demonstração desse postulado. Para ele, o quinto postulado, ainda, não estava provado por dois motivos: primeiro, os antigos o consideravam tão evidente, que omitiam a demonstração; já os modernos, como o matemático Abu Ali al-Hasan Ibn Al-Haitham (965-1040), conhecido pela forma latinizada por Alhazen, falharam em suas tentativas de prova, pois deixaram de levar em conta algumas premissas fundamentais. Omar Khayyam, então, criou oito novas proposições para provar esse postulado. Uma delas dizia que, se um quadrilátero simétrico possui dois ângulos retos, logo, os outros dois são, também, ângulos retos. O problema estava, justamente, nessa proposição: equivalente ao quinto postulado. Esse quadrilátero foi o ponto de partida para os estudos de Giovanni Girolamo Saccheri (1667-1733), no início do século XVIII (BARBOSA, 2016).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Para narrar uma breve história do matemático, astrônomo, filósofo e poeta persa Omar Khayyam (1048-1131), foi necessário realizar uma exposição dos períodos histórico e geográfico em que

viveu e quais funções desempenhou na sociedade da época. Relatei, também, os cenários político e social e como os acontecimentos influenciaram sua vida e o quanto refletiu em suas obras. As cidades principais, em que ele viveu, foram Nixapur e Samarcanda. A primeira foi sua cidade natal, localizada ao nordeste da Pérsia, atual Irã e a segunda, outra cidade da Pérsia, foi a que ele mais produziu conhecimentos matemáticos, principalmente, o *Tratado sobre a Demonstração de Problemas de Álgebra*, sua mais importante obra.

Também não deixei de comentar o seu lado poético expresso no Rubaiyat, que o levou a ficar conhecido no mundo Ocidental, desde que foi redescoberto pelo poeta inglês Edward FitzGerald (1809-1883), por volta de 1859, que, ainda, é objeto de inspiração para muitos poetas de nossa época.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, L. N. S. C. O quinto postulado de euclides como história de problemas. *Hipátia*, Campos do Jordão, v. 12, n. 1, p. 11-29, dez. 2016.

BERGGREN, J. L. *Episodes in the Mathematics of Medieval Islam*. 2. ed. New York: Springer, 2016.

BERGMANN, L. Oriente médio: o que é onde fica. *In*: COMISSÃO NACIONAL DE DIREITOS HUMANOS (Orgs.). **Solução para a paz**: entendendo o Oriente Médio. São Paulo: Associação Beneficente e Cultural B'nai B'rith do Brasil, 2009. cap. 1, p. 9-16.

BERLINGOFF, W. P.; GOUVÊA, F. Q. **A matemática através dos tempos**: um guia fácil e prático para professores e entusiastas. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.

BOURSE DES VOYAGES. **Lieu à visiter**: boukhara. Disponível em: <https://www.bourse-des-voyages.com/ouzbekistan/guide-culture-coups-de-coeur-boukhara.php>. Acesso em: 10 set. 2020.

BOYER, C. B. **História da matemática**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

BRANDÃO, L. O'R. O Sultão transfigurado - A saga de um herói na Rara e Excelente História de Saladino, de Ibn Shaddad. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, 24., 2007, São Leopoldo. **Anais** [...] São Leopoldo: ANPUH, 2007. Disponível em: [https://anpuh.org.br/uploads/anais-simposios/pdf/2019-01/1548210563\\_46ab40e14367ec71b29c169588b01707.pdf](https://anpuh.org.br/uploads/anais-simposios/pdf/2019-01/1548210563_46ab40e14367ec71b29c169588b01707.pdf). Acesso em: 10 dez. 2020.

CAJORI, F. **Uma história da matemática**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna Ltda., 2007.

COGGIOLA, Osvaldo. **O islã histórico e o islamismo político**. [S. l.]: Instituto de cultura árabe, 2007.

EUCLIDES. **Os elementos**. São Paulo: UNESP, 2009.

EVES, H. **Introdução à história da matemática**. 3. ed. Campinas: Unicamp, 2004.

FERREIRA, A. B. H. **Dicionário Aurélio escolar da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1988.

GRIZZO, Arnaldo. **O poeta do vinho: Omar Khayyam desafiou as leis islâmicas para celebrar o vinho e a vida**. [S. l.]: Revista Adega, 2015. Disponível em: [https://revistaadega.uol.com.br/artigo/o-poeta-do-vinho\\_9738.html](https://revistaadega.uol.com.br/artigo/o-poeta-do-vinho_9738.html). Acesso em: 15 set. 2020.

HOURANI, A. **Uma história dos povos árabes**. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

ISLAMIC HISTORY AND TRAVEL. **Tomb of Omar Khayyam – Nishapur**. [S. l.]: Islamic history and travel, 2020. Disponível em: <https://www.islamichistoryandtravel.com/tomb-of-omar-khayyam-in-nishapur/>. Acesso em: 10 set. 2020.

JAGUARIBE, H. **Um estudo crítico da história**. São Paulo: Paz e Terra, 2001.

KATZ, V. J. **História da Matemática**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkain, 2010.

KAPUSCINSKI, R. **O xá dos xás**. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

KHAYYAM, O. **Rubayat**. [S. l.]: Alfredo Braga, 2003. Disponível em: [www.alfredo-braga.pro.br](http://www.alfredo-braga.pro.br). Acesso em: 07 fev. 2018.

LAUAND, J. **Filosofia, linguagem, arte e educação: 20 conferências sobre Tomás de Aquino**. São Paulo: Factash, 2007.

LEBRUN, G. **Blaise Pascal**. São Paulo: Brasiliense, 1983.

LEWIS, B. **O Oriente Médio: do advento do cristianismo aos dias de hoje**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.

LOURIDO, R. D. F. A. Do Ocidente à China pelas rotas da seda. **Administração**, [s. l.], v. 19, n. 73, p. 1073-1094, jan. 2006.

MARQUES, F. H. J. S. **As tensões intra-islâmicas a oposição entre sunitas e xiitas no contexto geopolítico do médio oriente**. 2015. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Política e Relações Internacionais: Segurança e Defesa) – Instituto de Estudos Políticos, Universidade Católica Portuguesa, Lisboa, 2015.

MAN, J. **Gêngis Khan: a vida do guerreiro que virou mito**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

MOREY, B. B. **Princípio da historiografia em Russo sobre a matemática islâmica**. 2021, no prelo.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Omar Khayyam**. [S. L.]: Mac tutor, 1999. Disponível em: <http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/Biographies/Khayyam.html>. Acesso em: 25 jul. 2017.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Mapa do Irã**. [S. L.]: Portal São Francisco, 2020. Disponível em: <https://www.portalsaofrancisco.com.br/mapas-mundiais/mapa-do-ira>. Acesso em: 15 out. 2020.

SANTOS, A. T. A. **Das “trevas” à luz de fibonaccii: uma visão histórica**. 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

SOUZA, J. C. M. **Matemática divertida e curiosa**. 15. ed. Rio de Janeiro: Record, 2001.

STRUICK, D. J. **História concisa das matemáticas**. 3. ed. Lisboa: Gradiva, 1997.

ZANONI, D. A. Do Xá ao Aiatolá: as representações sobre a Revolução Iraniana através da Revista *Vêja* (1978-1979). **Revista Cantareira**, [s. L.], v. 1, n. 18, p. 41-52, jun. 2013.

WIKIPEDIA. **Mustansiriya madrash**. [s. L.]: Wikipedia, 2020. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Mustansiriya\\_Madrasah](https://en.wikipedia.org/wiki/Mustansiriya_Madrasah). Acesso em: 10 out. 2020.

# ABU ALI AL-HUSAIN IBN ABDALLAH IBN SINA

*Gabriela Lucheze de Oliveira Lopes*

## INTRODUÇÃO

A ciência e a matemática medievais no mundo islâmico são um tema muito interessante de diversas descobertas. Na realização de um estudo histórico-pedagógico sobre estudiosos desse período, foi possível ver emergir numerosas realizações da ciência e da matemática no mundo islâmico.

O personagem do qual trataremos, neste capítulo, é Abū ‘Alī al-Ḥusayn ibn ‘Abdillāh ibn al-Ḥasan ibn ‘Alī ibn Sīnā<sup>73</sup>, mais comumente conhecido pela latinização de seu nome, Avicena. Nós usaremos a versão ibn Sina na tentativa de seguir uma ideia coletiva mais generalizada ao se tratar de personagens islâmicos, considerando a terminação da transliteração do nome para uma língua ocidental. Ibn Sina é uma das figuras mais importantes da história do oriente. Na Figura 01, visualizamos uma imagem representativa de ibn Sina, disponível no MacTutor (1999).

---

73 Na literatura, é possível encontrar diversas formas de escrever o nome de ibn Sina.

**Figura 1 – Imagem de ibn Sina**



Fonte: McTutor (1999).

Pelos nossos estudos iniciais, foi rápida a constatação da posição central e dominante que ibn Sina ocupou na história da filosofia no mundo islâmico, já tendo sido reconhecido em vida por seus contemporâneos e, após sua morte, por vários historiadores e comentaristas sobre sua personalidade e suas obras. Nossos delineamentos da vida e da obra desse estudioso revelaram que ibn Sina foi uma pessoa com uma ampla gama de interesses e experiência. Muitos detalhes da vida desse estudioso mulçumano foram trazidos até nós, nos dias atuais, por meio de sua autobiografia e uma biografia, que foi escrita por um de seus alunos, Juzjani.

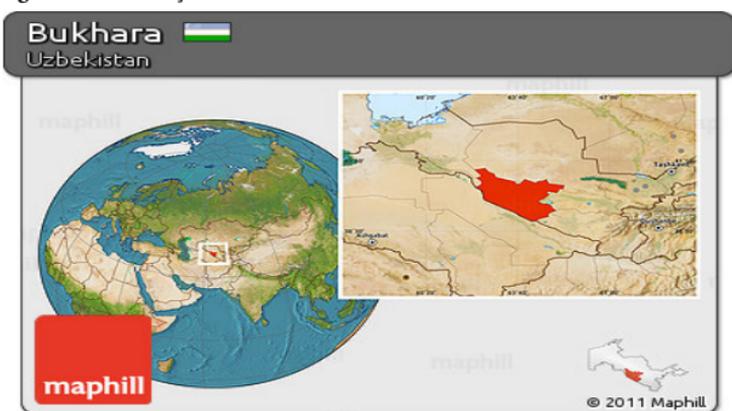
Naquela época, novos elementos turcos substituíram o domínio iraniano na Ásia Central e as dinastias iranianas locais tentavam obter independência política do califado abássida de Bagdá.

Ele foi autor de mais de cem livros, nos quais versou sobre lógica, ciências naturais, matemática, metafísica, teologia e medicina. Sua obra, o *Kitab al-Shifa* (O Livro da Cura), é uma enciclopédia constituída por livros que tratam das ciências fundamentais, da lógica, da matemática, da física e da astronomia. No *Al-Shifa*, as ciências matemáticas foram subdivididas em quatro áreas principais e quatro subáreas. Ibn Sina morreu em 1037, em Hamadá, na Pérsia, atual Irã.

## Origem de ibn Sina

A ciência e a matemática floresceram mais fortemente nos países islâmicos no período compreendido entre os séculos IX e XIV. Dentre muitos estudiosos islâmicos dessa época, destaca-se ibn Sina, nascido em 22 de agosto de 980 d.C., em uma vila de Bukhara, uma das cidades do atual Uzbequistão. Naquela época, Bukhara (Figura 2), junto com Samarcanda, eram centros culturais localizados na região central da Ásia, onde predominava a língua persa.

Figura 2 – Localização Bukhara no Mundo



Fonte: Maphill (2011).

O contexto político em que ibn Sina viveu foi um período dominado por uma grande instabilidade política, em que árabes, turcos e persas viviam em tensão. O controle central estava enfraquecendo e, com isso, houve o surgimento de dinastias locais em diversas regiões. Os persas, que haviam sido conquistados pelos árabes, estavam gradualmente se recuperando. Ele viveu em um período de domínio Abássida, em que os califas decidiam o ritmo e os propósitos dos avanços da sociedade islâmica. A prosperidade material possibilitou que as pessoas tivessem interesse em atividades culturais como literatura, entre outras.

Nesse período, várias obras gregas já haviam sido traduzidas para a língua árabe e o crescente interesse em filosofias estrangeiras, ainda, influenciavam o trabalho dos estudiosos. Havia uma dedicação dos homens em busca do conhecimento e muitos deles faziam viagens para encontrar instrução em várias terras, na maior parte das vezes, eles eram patrocinados por generosos califas que tinham amor pelo conhecimento. Existia um grande trânsito de ideias e aprendizados por toda extensão de terras que estava sob o domínio abássida. A religião islâmica unia as pessoas e dava uma direção para suas vidas. No caso de ibn Sina, a orientação escolhida por ele foi a busca por conhecimento.

A capital dos mulçumanos, naquela época, era Bagdá e ibn Sina viveu em uma época em que os governantes financiavam sábios e entusiastas das ciências, das artes e filósofos. Ele foi um dos sábios que usufruiu dessa situação, tendo diversos patronos que patrocinaram seus estudos, como muitos de seus contemporâneos.

Muitos detalhes da vida de ibn Sina chegaram até os dias atuais por meio de sua autobiografia. Essa composição está disponível em várias traduções e em muitos idiomas, muitas vezes, acompanhadas de comentários acrescidos pelos tradutores. Nosso estudo sobre a

biografia de ibn Sina se concentrou, basicamente, nos trabalhos de Guttas (20214) e Khan (2006) e no MacTutor.

O pai de ibn Sina foi um governador de uma aldeia da província de Bukhara. Ainda muito jovem, ele recebeu instruções de um professor sobre o Alcorão e a literatura e, aos dez anos de idade, ele já dominava o Alcorão. Após isso, ibn Sina começou a estudar filosofia, geometria e aritmética indiana. Nesse último caso, em sua autobiografia, ele relata que o seu pai o enviou para acompanhar o trabalho de um mercador<sup>74</sup>. O seu tutor de filosofia informou ao seu pai que ibn Sina deveria se dedicar apenas à filosofia, pois o jovem estudante apresentava grande proeminência nesse ramo do conhecimento.

Dentre os livros que foram estudados por ibn Sina, em sua autobiografia, ele destaca *Organon*, de Aristóteles; *Os Elementos*, de Euclides e *O Almagesto*, de Ptolomeu. Sobre medicina, nosso estudioso expôs que leu, por conta própria, os livros que queria e, não achando difícil esse conteúdo, aprendeu e começou a praticá-la, além disso, ele relata que, por meio da experiência, foi possível descrever terapias para curar doenças. A jurisprudência e a lógica, também, foram temas de estudo de ibn Sina.

Nosso personagem declarou que trabalhava de dia e se ocupava de seus estudos durante a noite e que, por muitas vezes, em seus sonhos, ele via os problemas que estava estudando e muitos deles ficavam claros para ele durante o sono. A vida de ibn Sina não era uma mera aprendizagem de livros.

Sobre a obra *Metafísica*, de Aristóteles, ibn Sina destaca que não compreendeu o seu conteúdo ao lê-la por conta própria. Mas que, ao ler *Os propósitos da Metafísica*, de al-Farabi, ele compreendeu a finalidade desse tema.

---

74 Gutas (2014) diz que esse mercador era um verdureiro local.

Ao curar o sultão de Bukhara, al-Mansur, de uma doença, ele obteve permissão para visitar a biblioteca desse nobre governante. Ibn Sina narra que a biblioteca era constituída de um prédio com muitos quartos e que cada um deles era reservado para um ramo da ciência, além disso, havia um catálogo que trazia o nome de cada uma das obras que se encontrava naquele lugar.

## Obras

Ibn Sina, assim como vários mulçumanos, seguiu o fluxo das ideias da ciência racional grega, tendo sido influenciado, principalmente, pelos princípios da filosofia de Aristóteles. Entretanto, a sua crença muçulmana em um Deus único e supremo interferiu em suas ações. Seus trabalhos são produtos do impacto do pensamento grego fundido à cultura islâmica. Nesse período, alguns estudiosos se dedicavam a criticar os trabalhos de origem estrangeira. No Mac-Tutor, é indicado que

Ibn Sina escreveu cerca de 450 obras, das quais cerca de 240 sobreviveram. Dos trabalhos que sobreviveram, 150 são sobre filosofia, enquanto 40 são dedicados à medicina, os dois campos em que ele mais contribuiu. Ele também escreveu sobre psicologia, geologia, matemática, astronomia e lógica (MAC TUTOR, 1999).

Mas a contribuição médica de ibn Sina é o ramo das ciências em que ele é mais reconhecido. Seu monumental *Kitab al-Qanun fi al-Tibb*, conhecido como Cânon da Medicina, é considerado, por muitos de seus comentadores, como sendo o mais influente trabalho médico de todos os tempos. Sendo renomado tanto no Oriente quanto no Ocidente, sua obra se trata de uma enciclopédia sobre o conhecimento médico daquela época. Após a morte de

ibn Sina, o Cânon da Medicina, ainda, continuou a ser utilizado por seis séculos. Ibn Sina praticava medicina e incorporou suas observações cotidianas em seu trabalho. Também sobre medicina, ele escreveu vários pequenos tratados dedicados a doenças específicas e seus tratamentos.

Segundo Afnan (1958, p. 124), o Cânon da Medicina é dividido em cinco livros, cujo primeiro trata de uma descrição geral do corpo humano. O segundo volume trata da matéria médica. Os livros três e quatro são dedicados a doenças. O quinto volume compreendia a farmacologia islâmica, grande parte desse livro foi composta por contribuições originais e que tratavam da introdução de muitas ervas na prática médica. Khan (2006) diz que, com um milhão de palavras, a enciclopédia não apenas apresentou sistematicamente todo o conhecimento médico conhecido naquela época, mas que também foram incorporadas experiências e descobertas como médico praticante.

Grande parte do conhecimento astronômico e matemático dos estudiosos islâmicos foram oriundos da Grécia e da Índia, entretanto, muitas contribuições foram acrescidas por esse povo. Livros gregos clássicos, como *Os Elementos*, de Euclides e *Almagesto*, de Ptolomeu foram traduzidos para o árabe várias vezes e se estabeleceram como livros-texto padrão.

Em seu relato de vida, ibn Sina destacou suas contribuições no campo da astronomia e matemática. Seus trabalhos mais importantes, no que diz respeito à matemática, são parte do *Kitab al-Shifa*, conhecido como o Livro da Cura. Esse livro é uma enciclopédia científica que abrange a lógica, as ciências naturais, a matemática e a metafísica. No *Shifa*, ele dedicou uma seção para comentar *Os Elementos*, de Euclides e outra para *Almagesto*, de Ptolomeu, além disso, fez observações que julgou serem necessárias para completar essas obras. Em uma outra seção, ibn Sina tratou da aritmética.

Nessa obra, ele seguiu a tradição da classificação da matemática em quatro partes: geometria, astronomia, aritmética e música. Os temas abordados, em geometria, foram geodésica, estática, cinemática, hidrostática e óptica; em astronomia, foram tabelas astronômicas e geográficas e o calendário; em aritmética, foram álgebra e adição e subtração indianas; em música, foram instrumentos musicais.

A seção de geometria foi baseada nos *Elementos*, de Euclides e, mais detalhadamente, os conteúdos tratados foram: linhas, ângulos e planos; paralelos; triângulos; construções com régua e compasso; áreas de paralelogramos e triângulos; álgebra geométrica; propriedades de círculos; proporções sem mencionar números irracionais; proporções relativas a áreas de polígonos; áreas de círculos; polígonos regulares; e volumes de poliedros e a esfera.

Sobre astronomia, ibn Sina baseou seus escritos no *Almagesto*, de Ptolomeu e, além disso, ele fez observações astronômicas em Isfahan e em Hamadan. Na biografia sobre ibn Sina, Juzjani relata que “no curso de suas observações astronômicas [em Işfahān], ele (Ibn Sina) inventou instrumentos que nunca existiam antes e escreveu um tratado sobre eles” (GUTAS, 2014).

A seção de aritmética foi embasada no texto de *Introdução à Aritmética*, de Nicômaco de Gerasa (60 a.C), as partes aritméticas de Euclides.

Ibn Sina trocou correspondências com outro importante estudioso islâmico, al-Biruni, segundo Afnan (1958, p. 31):

Das duas figuras intelectuais proeminentes no final do século X e no início do século XI, Biruni escolheu a ciência e a erudição e a medicina e a filosofia de Avicena. Eles compartilhavam uma quase total falta de preconceito racial, uma humanidade ampla, uma devoção destemida à verdade, uma curiosidade intelectual insaciável, bem como uma inquietação física que os mantinha continuamente em movimento (AFNAN, 1958, p. 31).

Conforme Gutas (2014, p. 433), ibn Sina escreveu três tipos de obras sobre lógica: obras gerais abordando a maioria das partes da lógica baseadas no Organon, obras que focaram assuntos específicos de lógica e respostas a questões lógicas colocadas a ele por vários correspondentes. Dentre esses correspondentes, está al-Biruni e o tema central discutido por esses dois estudiosos foi a tradição aristotélica.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ibn Sina é considerado um dos mais notáveis pensadores islâmicos da história das ciências. Suas contribuições contemplaram vários assuntos, tendo edificado o mais completo sistema filosófico do mundo islâmico ocidental. A quantidade e a qualidade das obras e ideias desse estudioso, ainda, são tema de pesquisa e a busca do entendimento dessas ideias se mostra em um volumoso número de trabalhos dedicados a esse fim.

Em sua obra, observa-se que ele escreveu poucos trabalhos sobre ciências matemáticas, refletindo acerca de aritmética, geometria, astronomia, música. Essa escassez é atribuída ao pensamento de ibn Sina de considerar esses assuntos um pouco controversos. Os relatos sobre a sua abordagem expõem que ele se interessou pelos conteúdos matemáticos e tentou aprimorar os conhecimentos encontrados nos livros com a intenção de transmitir um material mais refinado. As referências utilizadas na nossa pesquisa apontam que parece que ele trabalhou nos assuntos durante dois períodos de sua vida: primeiro, de 1012 a 1013, durante sua estada em Gorjan e, mais tarde, após 1024, em Işfahan, no decurso da composição do Livro da Cura.

Uma enorme quantidade de trabalhos foi atribuída a ibn Sina, que compreendem projetos particulares, encomendas e correspondências. No entanto, ele se mostrou imprudente quanto à preservação e à transmissão de seus registros escritos, não mantendo em sua

posse cópias de suas obras. Dentre alguns motivos apontados para essa desorganização e dispersão de suas obras, está o estilo de vida itinerante. Um de seus discípulos, al-Juzjani, esforçou-se em colocar alguma ordem em seus escritos, mas esse esforço não foi bem-sucedido e o que foi disseminado, após a morte de ibn Sina, foram, em sua maioria, trabalhos fragmentados ou, duvidosamente, atribuídos a ele. Atualmente, muitos pesquisadores vêm se empenhando em estabelecer um catálogo completo dos escritos autênticos.

A época em que ibn Sina viveu foi contemplada pelo movimento de tradução greco-árabe, que estava em andamento por mais de dois séculos, as obras traduzidas fomentaram e sustentaram as ideias em circulação entre os intelectuais daquela época. A maioria dos textos filosóficos e científicos gregos já havia sido traduzida para o árabe, por meio da patronagem e, em todos os campos intelectuais, produções originalmente compostas em árabe foram desenvolvidas. Esse talentoso estudioso do mundo medieval mulçumano soube tirar proveito desse contexto e contribuiu imensamente na construção do pensamento filosófico nos séculos posteriores.

## REFERÊNCIAS

AFNAN, S. M. **Avicenna [Ibn Sina]: his life (980-1037) and work**. London: Allen & Unwin, 1958. Disponível em: <http://alhassanain.org/english/?com=book&cid=1105>. Acesso em: 27 ago. 2020.

GUTAS, D. **Avicenna and the Aristotelian tradition: introduction to reading Avicenna's philosophical works**. Amsterdã: Brill, 2014.

KHAN, Aisha. **Avicenna (Ibn Sina): Muslim physician and philosopher of the eleventh century**. Rosen Publishing, 2006.

MAC TUTOR History of Mathematics archive. **Abu Ali al-Husain ibn Abdallah ibn Sina (Avicenna)** [S. l.]: Mac tutor, 1999. Disponível em: <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Avicenna.html>. Acesso em: 23 ago. 2020.

MAPHILL. **Bukhara location maps**. [S. l.]: Maphill, 2011. Disponível em: <http://www.maphill.com/uzbekistan/bukhara/location-maps/>. Acesso em: 10 set. 2020.

**SHARAF AL-DĪN AL-MUZAFFAR IBN  
MUHAMMAD IBN AL-MUZAFFAR AL-TŪSĪ  
(c. 1135 – c. 1213)**

*Severino Carlos Gomes  
Bernadete Morey*

## **INTRODUÇÃO**

O presente capítulo é dedicado a Sharaf al-Dīn al-Muzaffar ibn Muhammad ibn al-Muzaffar al-Tūsī (ou, abreviadamente, Sharaf al-Tūsī), personagem ligado à matemática islâmica medieval, cuja vida é situada pelos historiadores entre os séculos XII e XIII. Para estabelecer o ambiente do personagem principal, iniciaremos o capítulo com um breve relato dos acontecimentos do mundo islâmico por volta desse período.

De antemão, sabemos que sintetizar o contexto social da época não será uma tarefa trivial. O mundo islâmico não conservava mais a unidade política e territorial de outrora, como nos tempos entre o final da Dinastia Omíada<sup>75</sup> e da primeira metade da Dinastia Abássida. Vale ressaltar o fato de que, sob o reinado dos califas omíadas, o império islâmico se expandiu por parte da Europa Ibérica, Norte da África e parte da Ásia, atingindo sua máxima expansão territorial em 750 EC (Figura 1).

<sup>75</sup> Após a morte de Maomé, em 632, os árabes foram governados por 4 califas eleitos. A seguir, instalou-se, em 661, a dinastia dos omíadas, que ficou no poder até 750. O império islâmico teve continuidade com a dinastia abássida até a invasão mongol.

Durante os séculos X e XI, a chegada dos gaznavidas e dos seljúcidas sinalizou a primeira penetração em larga escala dos elementos turcos no Oriente Médio. Descendendo de um chefe tribal, chamado Seljuk, cuja pátria estava além do rio Oxus, perto do Mar de Aral, os turcos seljúcidas não só desenvolveram uma força de combate altamente efetiva, mas também um corpo de excelentes administradores através de seus contatos com a vida da corte persa em Khorasan e Transoxania<sup>76</sup>. Estendendo-se da Ásia Central para terras bizantinas na Ásia Menor, o estado seljúcida, sob seus três primeiros sultões, estabeleceu um estado sunita altamente coeso e bem administrado sob a autoridade nominal dos califas abássidas em Bagdá.

Figura 1 – A região do Império Islâmico entre 632 EC e 750 EC



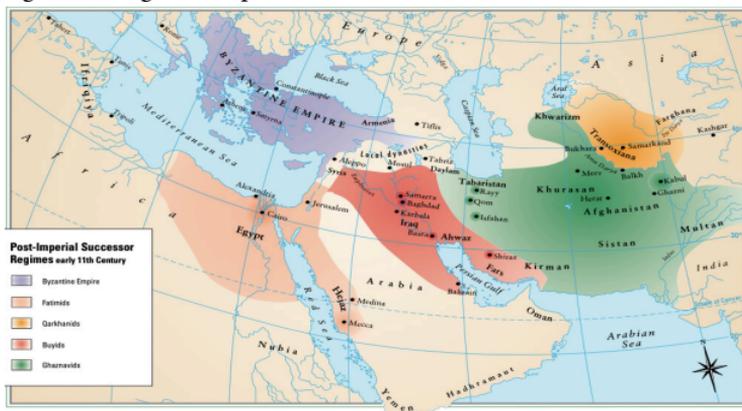
Fonte: Sill (2009).

<sup>76</sup> Atualmente, corresponde ao Uzbequistão e partes do Turcomenistão, Tadjiquistão e Cazaquistão.

O processo de islamização dos turcos foi gradual e variou de uma tribo para outra. Mesmo nos tempos dos omíadas, alguns turcos se tornaram muçulmanos e integraram os exércitos árabes. Sob a dinastia abássida, os turcos se tornaram numerosos e poderosos no governo. Ao final do século XI, os turcos seljúcidas constituíam um imenso império que compreendia a Palestina, a Síria, parte da Anatólia<sup>77</sup>, as Montanhas do Cáucaso<sup>78</sup>, todo o Iraque e a Pérsia, além de partes da Ásia Central até o Mar de Aral e além do rio Oxus<sup>79</sup>. O império seljúcida adicionou uma terceira nação, depois dos árabes e dos persas, aos povos dominantes do islamismo (GOLDSCHMIDT JUNIOR; DAVIDSON, 2006).

Por volta do século XI, o grande império islâmico se encontrava desmembrado em estados menores mais ou menos independentes e os árabes, cujo poder até o tempo dos abássidas se estendiam até os confins do império, já não eram o povo dominante (Figura 2).

**Figura 2 – A região do Império Islâmico no Séc. XI**



Fonte: Ruthven; Nanji. (2004, p. 42).

77 Região conhecida, atualmente, como Ásia Menor.

78 Cadeia de montanhas entre o Mar Negro e o Mar Cáspio.

79 Rio mais extenso da Ásia Central e, atualmente, conhecido como Rio Amudária.

Para os historiadores Arthur Goldschmidt Junior e Lawrence Davidson:

O período da história do Oriente Médio, do décimo ao décimo terceiro século, desafia-nos. Não há uma dinastia ou país para focar nossa atenção; nossa história salta por aí. Os árabes não eram mais dominantes em todos os lugares; eles deram lugar aos berberes no norte da África e aos persas e curdos nas terras a leste do rio Eufrates. Vários povos da Ásia Central, persas ou turcos, passaram a dominar os estados sucessores do califado abássida, que permaneceu em Bagdá, mas agora tinha que obedecer a outras dinastias. A maioria dos asiáticos centrais chegou como escravos ou como tropas contratadas pelos abássidas ou seus sucessores. Gradualmente, eles adotaram o islamismo, aprenderam árabe e persa e se tornaram parte da cultura do Oriente Médio. No final do século X, os turcos entraram em massa nas terras do Leste. Alguns, notavelmente, os gaznavidas e os seljúcidas, formaram grandes impérios (GOLDSCHMIDT JUNIOR; DAVIDSON, 2006, p. 87, tradução nossa)<sup>80</sup>.

Em síntese, a antiga unidade política dos tempos áureos da dinastia abássida já não existia. Além de vários problemas internos, que fragmentaram o império islâmico no período entre os séculos X e XIII, há fatores externos cruciais nesse declínio, principalmente, as cruzadas e a invasão mongol. Nesse sentido,

---

80 The period of Middle East history from the tenth through the thirteenth centuries challenges us. There is no one dynasty or country on which to focus our attention; our story jumps around. The Arabs were no longer dominant everywhere; they had given way to the Berbers in North Africa and to the Persians and Kurds in the lands east of the Euphrates River. Various Central Asian peoples, Persian or Turkic in culture, came to dominate the successor states to the Abbasid caliphate, which lingered on in Baghdad but now had to obey other dynasties. Most of the Central Asians came in as slaves or hired troops for the Abbasids or their successors. Gradually they adopted Islam, learned Arabic and Persian, and became part of the culture of the Middle East. By the late tenth century, Turks on horseback entered the eastern lands in droves. Some, notably the Gaznavids and the Seljuks, formed large empires.

Durante este tempo, os bizantinos retomaram brevemente a Síria. Os cristãos espanhóis começaram a reconquistar a península ibérica e (mais notoriamente) cristãos de várias terras europeias lançaram uma série de cruzadas para recapturar a “Terra Santa” dos muçulmanos. Nem todos os governantes muçulmanos ajudaram seus correligionários, pois alguns tinham razões ideológicas ou econômicas para não ajudar os estados muçulmanos rivais sob o ataque cristão. O efeito geral do massacre cristão, no entanto, era tornar o Islã mais militante até o século XII do que jamais fora antes. O poder bizantino em declínio no século XI permitiu que os turcos muçulmanos entrassem na Anatólia, que até então era uma terra de cristãos ortodoxos de língua grega. Assim, os cristãos estavam ganhando em algumas áreas e os muçulmanos em outras. Dois séculos depois, no entanto, o coração do Islã foi atingido por um desastre terrível - a invasão dos mongóis, que construíram um grande império sob o comando de Gengis Khan e seus herdeiros. Quase todos os estados muçulmanos da Ásia foram conquistados ou forçados a pagar tributo aos mongóis. Apenas uma vitória inesperada dos mamelucos do Egito salvou a África muçulmana do mesmo destino (GOLDSCHMIDT JUNIOR; DAVIDSON, 2006, p. 87-88, tradução nossa)<sup>81</sup>.

Ou seja, a região do império islâmico vivia sob constante tensão. Havia disputas territoriais com os bizantinos e com os cristãos europeus (as Cruzadas). Porém, além das Cruzadas, o Oriente Médio passava por uma violenta guerra civil motivada pela divisão da

81 During this time, the Byzantines briefly retook Syria, Spanish Christians began to win back the Iberian peninsula, and (most notoriously) Christians from various European lands launched a series of crusades to recapture the “Holy Land” from the Muslims. Not all Muslim rulers aided their coreligionists, for some had ideological or economic reasons not to help rival Muslim states under Christian attack. The general effect of the Christian onslaught, though, was to make Islam more militant by the twelfth century than it had ever been before. Declining Byzantine power in the eleventh century enabled the Muslim Turks to enter Anatolia, which had until then been a land of Greek-speaking, Orthodox Christians. Thus Christians were gaining in some areas and Muslims in others. Two centuries later, however, Islam’s heartland was hit by a dreadful disaster—the invasion of the Mongols, who had built up a great empire under Jenghiz Khan and his heirs. Nearly every Muslim state in Asia was conquered or forced to pay tribute to the Mongols. Only an unexpected victory by the Mamluks of Egypt saved Muslim Africa from the same fate.

religião islâmica em facções sunitas, xiitas e carijitas, esta em menor proporção. Nessa época, nasceu, na cidade de Tikrit, Iraque, o líder militar curdo Saladino (1138-1193), conhecido, no Oriente, como Salah al-Din Yusuf ibn Ayub. Dentre os importantes feitos de Saladino, para a manutenção do império islâmico, destaca-se o fato de ele ter assumido o controle do Egito e retomado, em 1118, Jerusalém do controle cristão. Além disso, ele capturou Damasco em 1174 e Allepo em 1183, com o objetivo de unificar, politicamente, Síria, Mesopotâmia, Palestina e Egito (LEWIS, 1996; DOAK, 2010; SAUNDERS, 2002).

Os feitos de Saladino, principalmente, na recuperação da hegemonia muçulmana sobre a Terra Santa, não foram suficientes para manter a unidade política do império islâmico. Durante o século XIII, a área oriental do, até então, império islâmico foi perturbada pela incursão no mundo muçulmano de uma dinastia mongol não muçulmana, vinda da Ásia Oriental, com um exército formado de tribos mongóis e turcas das estepes da Ásia Oriental. Eles conquistaram a Pérsia (o Irã e o Iraque) e puseram fim ao califado dos abássidas em Bagdá, em 1258. A cidade foi invadida, saqueada e queimada, marcando o fim do, até então, denominado império islâmico (DOAK, 2010; SAUNDERS, 2002).

Ainda, em tratando-se dos múltiplos fatores políticos, sociais e econômicos que marcaram a dinâmica do período entre os séculos X e XIII:

Você pode ser tentado a chamar este [período] de “Uma Condenada Dinastia Depois de Outra”, porque muitas famílias governantes vieram e foram embora, mas você logo verá que a civilização islâmica venceu as disputas sectárias, apesar da infiltração e dominação turca, expulsou os cristãos das cruzadas, e subverteu a visão mongol de um império universal. A civilização muçulmana sobreviveu porque uma crescente maioria das pessoas

queria manter o modo de vida coerente e abrangente tornado possível pelo Islã. Viveu porque, em tempos de crise, novos líderes tomaram o poder e guiaram os governos e os povos das várias terras do Oriente Médio. As dinastias fundadas por esses líderes foram submetidas a um ciclo de crescimento, florescimento e decadência, geralmente com duração de cerca de um século. Os nomes das dinastias mencionadas aqui podem ser esquecíveis, mas lembre-se da dinâmica desse período na história do Oriente Médio (GOLDSCHMIDT JUNIOR; DAVIDSON, 2006, p. 88, tradução nossa)<sup>82</sup>.

Ou seja, entre os séculos X e XIII houve muitas modificações sócio-políticas na região do Oriente Médio e em seu entorno. Uma época marcada por diversos conflitos. Entre estes: o império bizantino perdendo domínio, a luta pela terra santa entre cristãos e mulçumanos, a sucessão da supremacia turca pelo império mongol, além dos conflitos internos na própria região.

Logicamente, tais fatos são fundamentais para se compreender os motivos de tamanha efervescência cultural na época de existência do personagem principal deste capítulo: Sharaf al-Tūsī (1135-1213), suas influências na vida e nos estudos, as viagens e as cidades que marcaram sua passagem.

Portanto, para se conhecer Sharaf al-Tūsī e seus trabalhos, este capítulo está estruturado em quatro seções. Esta, a primeira, contextualiza alguns fatos ocorridos na região e na época do nosso biografado. A segunda trata da apresentação do Sharaf al-Tusi

82 You may be tempted to call this chapter “One Damned Dynasty After Another,” because so many ruling families came and went, but you will soon see that Islamic civilization overcame sectarian disputes, thrived despite Turkish infiltration and domination, drove out the Christian crusaders, and subverted the Mongol vision of a universal empire. Muslim civilization survived because a growing majority of the people wanted to keep the coherent and comprehensive way of life made possible by Islam. It lived on because, in times of crisis, new leaders seized power and guided the governments and peoples of the various Middle Eastern lands. The dynasties founded by these leaders each underwent a cycle of growth, flowering, and decay, usually lasting about one century. The names of the dynasties mentioned here may be forgettable, but please remember the dynamics of this period in Middle East history.

com explanação de evidências de sua vida e obra. A terceira versa sobre alguns dos seus estudos. A penúltima seção se refere à tese de Roshdi Rashed sobre indícios de conhecimento da derivada por Sharaf al-Tūsī. E a última seção traz algumas considerações sobre as possibilidades de disseminação do trabalho de Sharaf al-Tūsī e a controvérsia sobre a utilização de aspectos geométricos, algébricos ou qualquer outro na interpretação de sua obra algébrica.

## **Apresentando Sharaf al-Tūsī**

Em meio a tantos conflitos na época do império islâmico, nas grandes cidades, principalmente, nas capitais, surgiam novas escolas e bibliotecas, construía-se observatórios e muitos estudiosos se destacaram, inclusive no ramo da matemática. Dentre esses estudiosos do império islâmico medieval, estava Sharaf al-Tūsī.

Pouco se sabe sobre Sharaf al-Din al-Muzaffar ibn Muhammad ibn al-Muzaffar al-Tūsī. Tampouco, há informações exatas sobre seu período de vida. Para Brummelen (2007), Sharaf nasceu por volta de 1135 da Era Comum e faleceu por volta de 1213. Para Goretti (2010), Sharaf nasceu em 1156 e faleceu em Bagdá, no ano de 1242. Como os nomes árabes, em geral, têm significado, é certo que Sharaf significa Honestidade.

Embora grafado de várias maneiras, devido a transliteração do árabe para outras línguas – Scharaf al-Din al-Muzaffar ibn Muzaffar al-Tusi (MICHEL, 1943); Sharafeddin Mozaffar Tusi (HEYDARE-MALAYERI, 2013); Al-Muzaffar al-Tusi (SARTON, 1962) ou somente Sharaf al-Din (HOLME, 2010) –, podemos deduzir de seu nome que ele nasceu em Tus, cidade localizada no Irã, na província de Khorasan, próximo da fronteira com o Afeganistão e o Turquemenistão e cerca de 1000 km de Teerã (Figura 3).

Figura 3 – A província de Khorasan medieval



Fonte: Black flags from Khorasan (2020).

No período pré-islâmico persa, a província de Khorasan (Razavi Khorasan) incluía, dentre diversas cidades importantes, Tus, Mashhad (Mash'had ou Meshed), ambas no alto do vale do rio Kashafrud (Kashaf Rud) e, ainda, Nishapur, que está a 75 km a oeste de Tus, no nordeste do atual Irã. Com o passar dos tempos, a região de Tus foi envolvida por Mashhad, possivelmente, após a invasão mongol no século XIII. Atualmente, Mashhad é o centro administrativo da província de Khorasan e, em termos populacionais, a segunda cidade da região persa. Essa cidade se situa na latitude 16° 17' N. e longitude 59° 35' L. em uma altitude de 915 m.

Provavelmente, Sharaf al-Tūsī passou grande parte de sua vida ensinando matemática e astronomia em várias cidades da região do então império islâmico. Era tradição de estudiosos medievais percorrerem longas jornadas para algumas das principais cidades da época (FARNINI, 1998). Com a invasão turca, na Síria, em 1154 e a transformação de Damasco na capital do império turco, essa cidade muito prosperou atraindo diversas pessoas, inclusive Sharaf al-Tūsī.

Em torno de 1165, Sharaf al-Tūsī estava em Damasco, local no qual conheceu seu discípulo mais destacado até então, Abul Fadl (ou Abaal-Fadl) al-Harithi (?-1203). Além de dedicado aos escritos de Euclides e Ptolomeu, o médico e arquiteto Abu'l Fadl ajudou na construção dos painéis de madeira do Bimaristan al-Nuri. O Bimaristan era o hospital em Damasco, a escola de medicina da época. Foi, nesse período, que aconteceu a conexão de Sharaf al-Tūsī com as artes práticas no Islã (FARNINI, 1998; BERGGREN, 2016).

De Damasco, possivelmente, Sharaf al-Tūsī permaneceu na Síria, indo da maior para a segunda maior cidade, Aleppo. Ele deve ter ensinado, em Aleppo, por alguns anos. Além dos muçulmanos, Aleppo continha uma considerável comunidade judaica, que desempenhou importante papel na resistência muçulmana nas Cruzadas que, sem sucesso, sitiaram a cidade.

A partir de Aleppo, Sharaf al-Tūsī se deslocou para Mosul, uma cidade no noroeste do Iraque, situada na margem direita do rio Tigre. Nessa cidade, Sharaf al-Tūsī foi mestre de Kamal al-Din ibn Yunus (1156-1242), que, por sua vez, foi mestre de Nasir al-Tūsī (1201-1274), um dos mais famosos de todos os estudiosos islâmicos medievais. Por essa época, Sharaf al-Tūsī parece ter adquirido uma excelente reputação como professor de matemática, para que longas distâncias fossem percorridas, na esperança de alguns se tornarem seus alunos.

Talvez, Sharaf al-Tūsī ainda estava em Mosul quando Saladino moveu suas forças para a Síria, iniciando sua política de unir, em parte, pela força e, em parte, pela diplomacia, a área da Síria, Mesopotâmia, Palestina e Egito. Saladino capturou Damasco em 1174 e, nessa época, Sharaf al-Tūsī deixou Mosul e retornou ao Irã. Ele continuou ensinando, em Bagdá, no final de sua vida e, foi durante esse período, que ele escreveu sua importante obra sobre álgebra. Sobre seus estudos:

Temos vários trabalhos de al-Tūsī que são importantes no desenvolvimento da matemática. O mais importante é descrito por Sarton (1950) como: [...] *um tratado sobre álgebra ... [escrito] em 1209 [que] só é conhecido através de um comentário de um autor desconhecido*. O uso de Sarton da palavra “comentário” é um pouco enganador, uma vez que o autor desconhecido do manuscrito escreve (RASHED, 1986): *Neste trabalho, quis resumir a arte da álgebra e al-muqabala, adaptar o que sobreviveu ao grande filósofo Sharaf al-Din al-Muzaffar ibn al-Muzaffar ibn Muhammad al-Tusi e reduzir sua exposição prolongada a um tamanho moderado; Eu eliminei as tabelas que ele desenhou para fazer seus cálculos e resolver seus problemas* (O’CONNOR; ROBERTSON, 1999. Tradução nossa, grifos dos autores)<sup>83</sup>.

Ao final da década de 1970, o filósofo, matemático e historiador da ciência árabe medieval, Roshdi Rashed, descobriu esse manuscrito atribuído a Sharaf al-Tūsī. Além dessa importante descoberta, outras evidências de sua existência são citadas por Ibn Abi Usaibia (1203-1270), que o menciona em biografia do arquiteto e médico Abu al-Fadhl al-Harithi (?-1202) e, também, pelos discípulos de Kamal Yunus: o astrônomo e matemático Athir al-Din al-Abhari (?-1262/65), que utilizou o método de solução numérica de Sharaf al-Tūsī no estudo de equações algébricas; e o algebrista Al-Khilaṭī (possivelmente, Fakhreddin Abulfazl Khalati (1208 -1301)), que utilizava a expressão “o mestre de meu mestre” para se referir sobre Sharaf al-Tūsī (GILLISPIE, 1981). Ainda, Rashed (1994) afirma que Sharaf al-Tūsī é citado por Jamshid al-Kashi (1380-1429) em

---

83 We do have a number of works by al-Tusi which are important in the development of mathematics. The most important is described by Sarton (1950) as: [...] *a treatise on algebra ... [written] in 1209 [which] is only known through a commentary by an unknown author*. Sarton's use of the word “commentary” is a little misleading, since the unknown author of the manuscript writes (RASHED, 1986): *In this work I wanted to summarise the art of algebra and al-muqabala, adapt what has survived from the great philosopher Sharaf al-Din al-Muzaffar ibn al-Muzaffar ibn Muhammad al-Tusi, and reduce his over lengthy exposition to a moderate size; I eliminated the tables he drew up to make his computations and solve his problems*.

*The Key to Arithmetic* e por Kamal al-Din al-Farisi (1260-1320). Esse foi discípulo de Qutb al-Din al-Shirazi (1236 -1311), que, por sua vez, foi discípulo de Nasir al-Tūsī (1201-1274).

## **Alguns estudos de Sharaf al-Tūsī**

Embora não sejam muitos os trabalhos conhecidos de Sharaf al-Tūsī, é inegável sua contribuição em estudos algébricos, geométricos e astronômicos. Em *Letter on a Problem of Geometrical Construction*, um trabalho atribuído a ele no período de estudos de Abu'l Fadl, em Damasco, Sharaf al-Tūsī dividiu um quadrado ABCD, de lado AB, em um retângulo e três trapézios, de modo que os valores das áreas sejam proporcionais entre si. Apesar do caráter teórico envolvendo superfícies planas, sem maiores comentários, Berggren (2016) afirma que o problema era relevante para os artesãos islâmicos medievais.

Em outro trabalho intitulado *On Two Lines that Never Meet*, Sharaf al-Tūsī demonstra que uma hipérbole e suas assíntotas, por mais que sejam estendidas, nunca se encontram. Berggren (2016) comenta que essa propriedade era bem conhecida pelos geômetras islâmicos medievais, porém as razões, para Sharaf al-Tūsī escrevê-lo, não são claras.

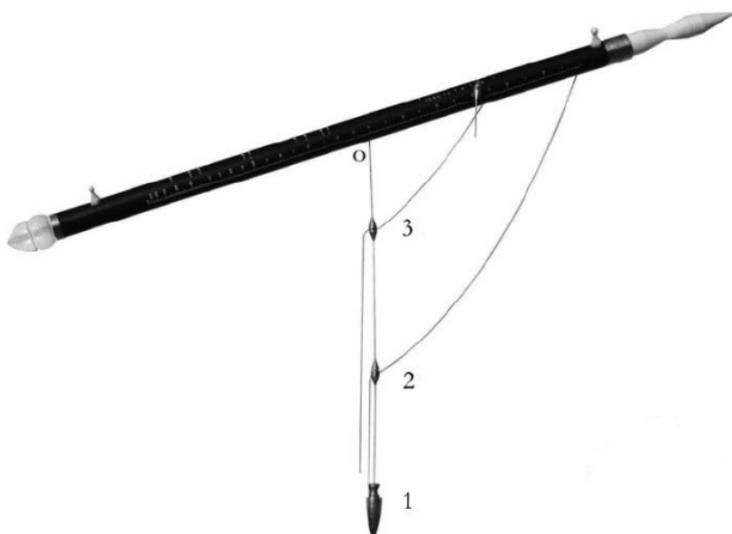
Com relação à astronomia, destaca-se o estudo sobre o astrolábio linear. Em síntese, o astrolábio é um instrumento astronômico muito antigo, utilizado para medir a altura dos astros acima do horizonte. Esse instrumento foi introduzido no mundo islâmico no meio do século VIII. Os tratados árabes sobre o astrolábio foram publicados no século IX e indicam uma longa familiaridade com o instrumento.

O astrolábio era, inerentemente, valioso no Islã devido a sua capacidade de determinar os tempos de oração, astronomicamente, definidos e como um auxílio para encontrar a direção de Meca.

Também, deve notar-se que, na astrologia, dava-se um dos principais usos do astrolábio e, naquela época, a astrologia era um elemento profundamente inserido na cultura islâmica.

Por muito tempo, o astrolábio foi utilizado como instrumento para a navegação marítima com base na determinação da posição das estrelas no céu. De longe, o tipo mais popular é o astrolábio planisférico, no qual a esfera celestrial é projetada no plano do equador. Porém, também, existe o astrolábio esférico e outro bem menos conhecido: o astrolábio linear de al-Tūsī (Figura 4).

**Figura 4 – Réplica do astrolábio linear**



Fonte: Goretti (2010, p. 32).

Sobre o astrolábio linear de al-Tūsī e seu funcionamento, sabe-se que

O instrumento consiste em uma série de escalas marcadas em um bastão que representa o meridiano para uma latitude específica. Duas das escalas representam as interseções dos círculos de declinação e os círculos almucântares com o meridiano. A ideia básica é que qualquer círculo no astrolábio planisférico padrão pode ser representado no bastão pela posição de seu centro e seu raio. Fios são presos ao bastão, e com estes e as várias escalas, é possível executar as operações padrão de um astrolábio. Os ângulos são medidos por meio de uma escala adicional de cordas. O dispositivo é impraticável, mas brilhante em sua concepção. Nenhum exemplar é conhecido por ter sobrevivido (KING, 2008, p. 329-330)<sup>84</sup>.

Esse instrumento astronômico era uma versão simplificada do astrolábio planisférico convencional, do qual o elemento essencial era a linha do meridiano. Essa linha é representada por uma haste graduada, que marca a posição do polo celestial, bem como os centros do equador, trópicos e paralelos, as interseções do zênite e cada uma das projeções estereográficas dos círculos paralelos ao horizonte, que são descritas na esfera celestial para determinar a altura das estrelas. O instrumento, melhorado mais tarde por seu discípulo, Kamal Yunus, incorpora um prumo e várias cordas suspensas da haste (Figura 4). Embora fosse conhecido na Andalusia, esse aparelho não alcançou o resto da Europa e seu uso diminuiu, progressivamente, ao longo do islamismo medieval (SIERRA; HERNANDO, 2017).

No estudo publicado sobre instrumentos astronômicos árabes, Sedillot (1844) atribui a criação do astrolábio linear ao astrônomo Nasir al-Tūsī. Porém, em nenhum momento, ele faz uma descrição

---

84 The instrument consists of a series of scales marked on a baton which represents the meridian for a specific latitude. Two of the scales represent the intersections of the declination circles and the almucantar circles with the meridian. The basic idea is that any circle on the standard planispheric astrolabe can be represented on the baton by the position of its centre and its radius. Threads are attached to the baton, and with these and the various scales one can perform the standard operations of an astrolabe. Angles are measured by means of an additional scale of chords. The device is impractical but brilliant in its conception. No examples are known to have survived.

do instrumento ou tece maiores informações. A clareza sobre esse tema foi adiada para a tradução de manuscrito árabe realizado pelo Barão Carra de Vaux, em 1895. Na tradução, surgiu importante esclarecimento. Para o Barão, Sedillot cometeu um erro na atribuição da criação do instrumento ao famoso Nasir al-Tūsī. O verdadeiro inventor seria Sharaf al-Tūsī (GORETTI, 2010).

A simplicidade do astrolábio linear facilitou sua construção, entretanto, ele não era tão durável nem tão preciso como um astrolábio planisférico. Talvez, esses sejam alguns dos motivos de nenhum exemplar do instrumento ter chegado aos dias atuais.

## **A álgebra de Sharaf al-Tūsī**

Como os matemáticos da tradição islâmica medieval reconheciam apenas equações com coeficientes e raízes positivos, eles precisavam distinguir diferentes tipos de equações cúbicas. A busca pela solução dessas equações, por vias aritméticas (radicais) ou geométricas, era um enorme desafio. No entanto, com Omar al-Khayyam (1048-1131), o tratamento de equações cúbicas tomou novos rumos: a resolução geométrica, utilizando-se de seções cônicas (YOUSCHKEVITCH, 1976).

Poucas décadas depois de sua morte, Omar Khayyam teve um sucessor inovador, na pessoa de Sharaf al-Tūsī, que adotou uma abordagem local e analítica. Essa mudança radical mostra que a teoria das equações acaba afastando-se da busca por soluções aritméticas (radicais), para, gradualmente, expandir-se para um campo muito mais amplo, que, mais tarde, incluiria análise e geometria analítica (AHMED, 2004), um marco para “o início da geometria algébrica” (RASHED, 1994, p. 103).

Provavelmente, em Bagdá, Sharaf al-Tūsī escreveu *Kitāb al-mu'ādalāt* (Tratado de equações)<sup>85</sup>. Basicamente, um tratado sobre equações cúbicas. Tal manuscrito foi descoberto pelo historiador da ciência árabe medieval, Roshdi Rashed, na década de 1970. Em meados da década de 1980, o tratado foi traduzido para a língua francesa e uma edição (RASHED, 1986) comentada sobre a obra foi publicada.

Em síntese, o seu tratamento sobre equações cúbicas se destaca, pois, como dito, os matemáticos da tradição islâmica medieval reconheciam apenas coeficientes e raízes positivos de equações polinomiais e as classificavam por tipos. Para algumas equações cúbicas, Omar al-Khayyam (1048-1131)<sup>86</sup> mostrou que os 5 tipos sem termo constante podem ser reduzidos a equações quadráticas e, para cada um dos 13 tipos restantes, ele apresentou uma construção geométrica de uma raiz por meio da interseção de duas seções cônicas ou por meio da interseção de uma seção cônica com um círculo (AL-KHAYYAM, 2004).

O trabalho de Sharaf al-Tūsī vai além. Dos 13 tipos de equações cúbicas, que Omar al-Khayyam resolveu geometricamente, para 8 desses, Sharaf al-Tūsī descreveu um procedimento numérico (por interações) para aproximar uma raiz positiva, caso ela exista. Tal procedimento se aproxima do método de Ruffini-Horner<sup>87</sup>, elaborado no século XIX, para resolução de equações cúbicas por processo iterativo (método numérico) (HOGENDIJK, 1989).

Para cada um dos 5 tipos de equações cúbicas restantes, Sharaf al-Tūsī estabeleceu condições sobre a existência de raízes positivas

---

85 Rashed (1994) e Gregersen (2011) apontam que sua obra sobre álgebra surgiu por volta de 1213 e Ahmed (2004) afirma que o manuscrito deve ter sido escrito por volta de 1170.

86 Protagonista do capítulo 5 desse livro.

87 O método foi elaborado, independentemente, por Paolo Ruffini (1765-1822) e William Horner (1786-1837). Mais informações em Houzel (1995).

(Quadro 1)<sup>88</sup> e determinou essas raízes transformando, por etapas, cada uma dessas equações. Ele recorria a equações lineares, quadráticas ou algum dos tipos de equações cúbicas com resoluções prontamente conhecidas.

**Quadro 1 – Condição de existência de raízes positivas**

EQUAÇÃO	CONDIÇÃO
$x^3 + c = ax^2$	$m = \frac{2}{3}a$
$x^3 + c = bx$	$m = \sqrt{\frac{b}{3}}$
$x^3 + ax^2 + c = bx$	$m^2 + \frac{2}{3}a \cdot m = \frac{b}{3}$
$x^3 + bx + c = ax^2$	$m^2 + \frac{2}{3} = \frac{b}{3}a \cdot m$
$x^3 + c = ax^2 + bx$	$m^2 = \frac{2}{3}a \cdot m + \frac{b}{3}$

Fonte: Hogendijk (1989, p. 72).

Mesmo sem indicar o processo analítico, argumenta Rashed (1994), o estudo sistemático da derivada de uma função<sup>89</sup> polinomial está presente. Para ele, Sharaf al-Tūsī se utiliza do argumento de que funções polinomiais  $f(x)$  possuem um máximo (ou mínimo), quando sua derivada se anula ( $f'(x) = 0$ ).

Por exemplo, para a equação do tipo  $x^3 + c = ax^2$ , que pode ser transformada em  $c = ax^2 - x^3$  (tipo que Omar Khayyam havia mostrado ser resolvido reduzindo-se a uma equação quadrática), a

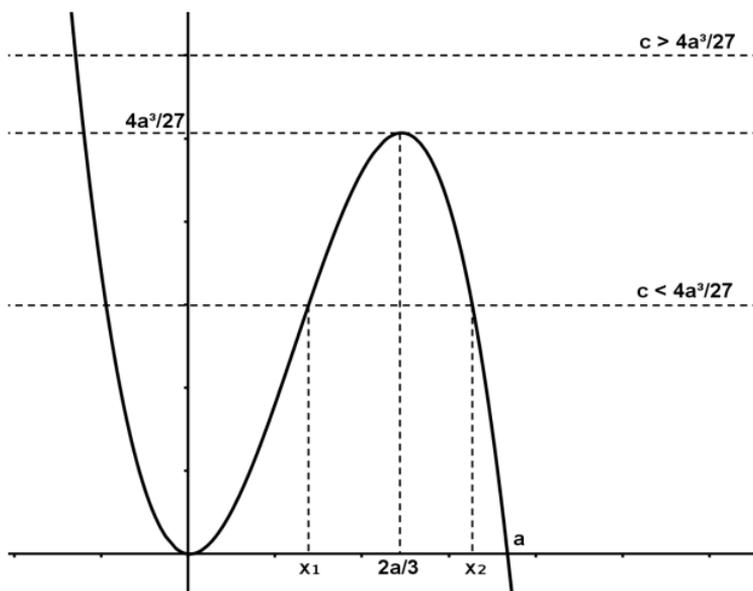
<sup>88</sup> Apesar de não existir, à época, usaremos a linguagem simbólica atual para dinamizar as explicações sobre os estudos de Sharaf al-Tūsī.

<sup>89</sup> Para Rashed (1994), o conceito de derivada de uma função ou de um polinômio está implícito no trabalho de Sharaf al-Tūsī.

condição estabelecida foi  $m = 2a/3$ . Esse é, exatamente, o valor da abscissa do ponto de máximo, no intervalo  $(0, a)$ , da função  $f$  dada por  $f(x) = ax^2 - x^3$ , pois a derivada de  $f$  é nula ( $f'(m) = 0$ ).

Nesse sentido, embora Sharaf al-Tūsī não apresente alguma explicação algébrica ou geométrica, para Rashed (1994), ele se utiliza do argumento de que o valor máximo da função  $f$  ocorre quando  $x = 2a/3$  e, conseqüentemente, tem-se o valor  $f(2a/3) = 4a^3/27$ . Assim, Sharaf al-Tūsī poderia agora alegar que, se esse  $4a^3/27$  for menor que  $c$ , não há soluções (positivas); se  $4a^3/27$  for igual a  $c$ , há uma solução em  $x = 2a/3$  e, se  $4a^3/27$  for maior que  $c$ , existem duas soluções  $x_1$  e  $x_2$ , uma entre  $0$  e  $2a/3$  e outra entre  $2a/3$  e  $a$  (Figura 5).

**Figura 5 – Estudo funcional**



Fonte: Katz; Barton (2007, p. 192).

Portanto, para Rashed (1994), não é estranho afirmar que Sharaf al-Tūsī introduziu uma técnica para encontrar as raízes de polinômios cúbicos, por um processo usando a derivada do polinômio ou algo similar. Entretanto essa não é a única interpretação para o trabalho de Sharaf al-Tūsī, como veremos adiante.

### Algumas considerações

Não há evidências de que Omar Khayyam, Sharaf al-Tūsī ou algum outro matemático da tradição algébrica islâmica medieval conseguiu resolver equações cúbicas usando radicais (meios aritméticos) ou através de relações entre raízes e coeficientes. Contudo, pelo menos, o estudo de Sharaf al-Tūsī apontava (e ainda aponta) para condições sobre a existência ou não de soluções positivas e, em último caso, um processo para conhecê-las por aproximação (processo iterativo).

No entanto, com relação à disseminação do estudo de Sharaf al-Tūsī,

Infelizmente, seu trabalho não foi seguido, seja no Islã ou mais tarde na Europa. Portanto, essa tentativa no Islã de mudar para “funções” acabou não chegando a lugar nenhum. Uma das razões, talvez, é que Sharaf não usou símbolos - e lidar com funções sem símbolos é muito difícil (KATZ; BARTON, 2007, p. 192, grifo do autor)<sup>90</sup>.

Ou seja, a linguagem retórica, usada pelos matemáticos da época, pode ter influenciado ou dificultado a consolidação e disseminação de estudos funcionais. Contudo, há indícios de que,

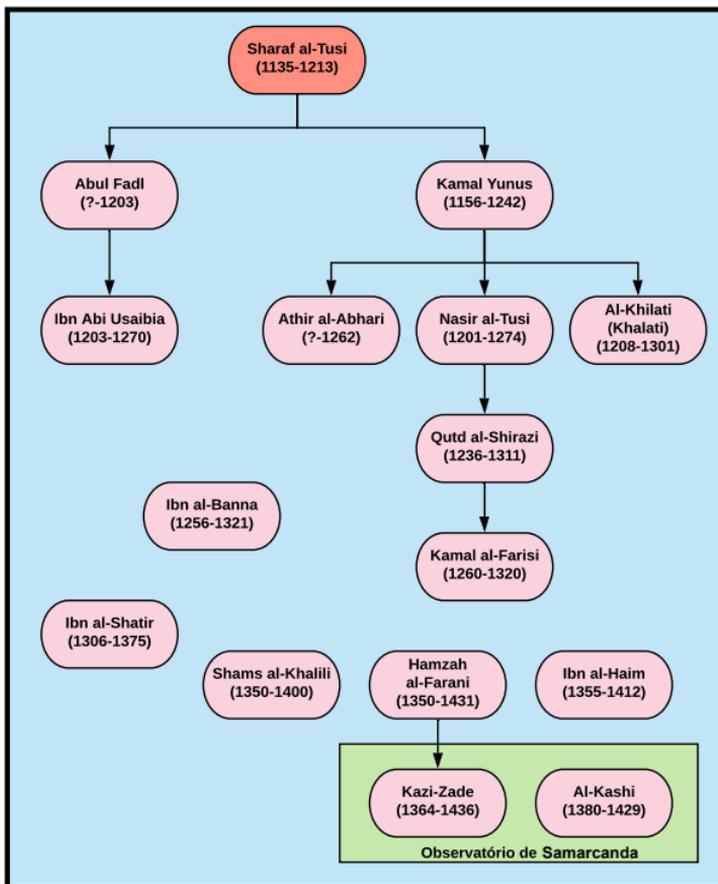
---

<sup>90</sup> Unfortunately, his work was not followed up, either in Islam or later in Europe. So this attempt in Islam to move to “functions” ultimately got nowhere. One of the reasons, perhaps, is that Sharaf used no symbols – and dealing with functions without symbols is very difficult.

pelo menos em parte, o trabalho de Sharaf al-Tūsī possa ter sido utilizado por um dos grandes matemáticos islâmicos do século XV, al-Khasi, na obra *The Key to Arithmetic*. Embora não faça citação direta ao trabalho de Sharaf al-Tūsī, afirmam Youschkevitch (1976) e Aydin e Hammoudi (2019) que al-Kashi usou um procedimento para determinar raízes positivas de equações cúbicas similar ao método de Ruffini-Horner. O diagrama da Figura 7 é uma tentativa de estabelecer alguma ligação entre Sharaf al-Tūsī e al-Kashi.

Esse mesmo diagrama mostra alguns estudiosos do mundo islâmico, entre os séculos XIII e XV, que, possivelmente, tiveram acesso, direta ou indiretamente, aos estudos de Sharaf al-Tūsī por intermédio de seus discípulos conhecidos, Abul Fadl al-Harithi e Kamal Yunus. Este foi mestre de Athir al-Abhari, Al-Khilati e Nasir al-Tūsī. Por sua vez, este foi mestre de Qutb al-Shirazi, que foi mestre de Kamal al-Farisi. Ainda, é possível que os conhecimentos de Sharaf al-Tūsī tenha sido objeto de estudo de outros sábios, como: Ibn al-Banna, Ibn al-Shatir, Shams Al-Khalili, Ibn al-Haiam e Hamzah al-Farani, que foi mestre de Kazi-Zade (Qadi Zada), um astrônomo e matemático contemporâneo de Al-Khasi no observatório de Ulugh Beg em Samarcanda.

Figura 7 – Possíveis disseminadores dos estudos de Sharaf al-Tūsī



Fonte: elaborada pelo autor.

Independentemente da disseminação dos estudos de Sharaf al-Tūsī, a descoberta de seu manuscrito levou à conclusão de que, pelo menos, um algebrista islâmico, antes do século XIV, resolvia equações cúbicas por métodos iterativos (por aproximação dos valores das raízes positivas). As ferramentas matemáticas ou seus

argumentos não são claros. Para o historiador Roshdi Rashed, o processo analítico implícito, no estudo de Sharaf al-Tūsī, inclui, necessariamente, o conhecimento de ideias sobre a derivada de funções polinomiais.

Em contrapartida, o pesquisador Jan Hogendijk vai em outra direção. Para ele, Sharaf al-Tūsī usava métodos matemáticos antigos e medievais para o tratamento de equações e, provavelmente, ele encontrou seus resultados por meio da manipulação de quadrados e retângulos com base no livro II dos Elementos de Euclides. Ainda, para Hogendijk (1989), Sharaf al-Tūsī descobriu algumas das ideias fundamentais da sua álgebra, quando procurava provas geométricas de algoritmos para a aproximação numérica da raiz positiva de determinadas equações cúbicas.

No entanto, a controvérsia vai além. Alguns acreditam que Sharaf al-Tūsī simplesmente adivinhou os resultados apresentados na Tabela 1, baseando-se, inicialmente, em um resultado nos Elementos de Euclides, em que um problema análogo para  $x(a - x)$  é resolvido: essa expressão atinge seu máximo para  $x$  positivo em  $x = (1/2)a$ . Outros acreditam que ele pode ter estudado, cuidadosamente, o famoso livro de Arquimedes, *On the Sphere and the Cylinder*, em que um problema semelhante é considerado (HOLME, 2010).

Portanto, se Sharaf al-Tūsī utilizou algum argumento analítico com indícios da derivada, algum procedimento estritamente geométrico ou outro qualquer não se sabe ao certo. O debate por trás das ideias de seus procedimentos, ainda, é uma questão aberta (SIDOLI; BRUMMELEN, 2014). Seu estilo sintético oferece algumas interpretações e conjecturas, necessitando, explicitamente, de mais pesquisa histórica para alcançar avanços na elucidação dos possíveis argumentos utilizados no tratado sobre equações de Sharaf al-Tūsī.

Por fim, vale destacar a importância de Sharaf al-Tūsī no rol dos estudiosos relevantes para o desenvolvimento da álgebra e entre os astrônomos da tradição islâmica medieval (SARTON, 1962) e, junto com Omar Khayyam, dentre os precursores da geometria algébrica (AHMED, 1980).

## REFERÊNCIAS

AHMED, D. *Enseignement et recherche mathématiques dans le Maghreb des XIII<sup>e</sup>-XIV<sup>e</sup> siècles*. Paris: Publications Mathématiques D'Orsay, 1980.

AHMED, S. O. M. *L'apport scientifique arabe à travers les grandes figures de l'époque classique*. Paris: UNESCO, 2004.

AL-KHAYYAM. O. *Algebra wa Al-Muqabala*: an essay by the uniquely wise 'Abel Fath Omar Bin Al-Khayyam on algebra and equations. Reading: Garnet Publishing Limited, 2004.

AYDIN, N.; HAMMOUDI, L. *Al-Kashi's Miftah al-Hisab*: volume I – Arithmetic. Cham: Birkhauser, 2019.

BERGGREN, J. L. *Episodes in the Mathematics of medieval Islam*. New York: Springer, 2016.

BLACK FLAGS FROM KHORASAN. *Khorasan*. [S. l.]: Blogspot, 2020. Disponível em: <http://blackflags1.blogspot.com/p/details.html>. Acesso em: 15 jul. 2020.

BRUMMELEN, G. Van. Sharaf al-Din al Tusi. In: HOCKEY, T. *et al.* (Eds.). *The biographical encyclopedia of astronomers*. New York: Springer, 2007. cap. 97, p. 654-659.

DOAK, R. S. *Great empires of the past*: empire of the Islamic World. New York: Chelsea House, 2010.

FARNINI, I. *A bibliography of scholars in medieval islam*. Abu Dhabi: Cultural Foundation, 1998.

GILLISPIE, C. C. (Ed.). *Dictionary of scientific biography*. New York: Charles Scribner's Sons, 1981.

GOLDSCHMIDT JUNIOR, A.; DAVIDSON, L. *A concise history of the Middle East*. 8. ed. Boulder: Westview Press, 2006.

GORETTI, M. L'astrolabio lineare di al-Tusi: Applicazioni gnomoniche. **Gnomonica Italiana**, [s. l.], v. 7, n. 20, p. 1-8, mar. 2010.

GREGERSEN, E. (Ed.). **The Britannica guide to the history of mathematics**. New York: Britannica Educational Publishing, 2011.

HEYDARE-MALAYERI, M. **Sharafeddin Tusi**: mathématicien et astronome. [S. l.]: L'astronomie, 2013. Disponível em: <http://aramis.obspm.fr/~heydari/divers/sharaf-astro.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2020.

HOGENDIJK, J. P. Sharaf al-Dīn al-Tūsī: on the number of positive roots of cubic equations. **Historia Mathematica**, [s. l.], v. 1, n. 16, p. 69-85, jan. 1989.

HOLME, A. **Geometry**: our cultural heritage. 2. ed. Berlin: Springer, 2010.

HOUZEL, C. Sharaf al-Dīn al-Tūsī et le polygone de Newton. **Arabic Sciences and Philosophy**, [s. l.], v. 5, n. 2, p. 239-262, fev. 1995.

KATZ, V. J.; BARTON, B. Stages in the history of algebra with implications for teaching. **Educational Studies in Mathematics**, [s. l.], v. 66, n. 2, p. 185-201, fev. 2007.

KING, D. A. Islamic astronomical instruments and some examples of transmission to europeu. In: CALVO, E. *et al.* (Eds.). **A shared legacy**: Islamic science east and west. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona, 2008. cap. 19, p. 322-362.

LEWIS, B. **The Middle East**: a brief history of the last 2,000 years. New York: SCRIBNER, 1996.

MICHEL, H. L'astrolabe linéaire d'al-Tusi. **Ciel et terre**, [s. l.], v. 1, n. 59, p. 101-107, jan. 1943.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Sharaf al-Din al-Muzaffar al-Tusi**. [S. l.]: Mac tutor, 1999. Disponível em: [http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Tusi\\_Sharaf.html](http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Tusi_Sharaf.html). Acesso em: 15 jul. 2020.

RASHED, R. **The development of Arabic mathematics**: between arithmetic and algebra. Boston: Springer, 1994.

RASHED, R. (Ed.). **Sharaf al-Din Al-Tusi, oeuvres mathématique**: algèbre et géométrie au XIIe siècle. Paris: Les Belles Lettres, 1986.

RUTHVEN, M.; NANJJI, A. **Historical atlas of the Islamic world**. London: Harvard University Press, 2004.

SARTON, G. **Introduction to the history of science**. Baltimore: Carnegie Institution of Washington, 1950. v. 1.

SARTON, G. **Introduction to the history of science**. Baltimore: Carnegie Institution of Washington, 1962. v. 2.

SAUNDERS, J. J. **A history of medieval Islam**. London: New York: Taylor & Francis e-Library, 2002.

SEDILLOT, L.A. **Mémoire sur les instruments astronomiques des arabes**. Paris: A l'Académie Royal des inscriptions at belles-lettres de l'Institute de France, 1844.

SIDOLI, N.; BRUMMELEN, G. V. (Eds.). **From Alexandria, through Baghdad: surveys and studies in the ancient greek and medieval Islamic mathematical sciences**. Berlin: Springer, 2014.

SILL, Greg. **Rise of Islam**. [S. l.]: Slideshare, 2009. Disponível em: <https://www.slideshare.net/gsill/rise-of-islam>. Acesso em: 15 jul. 2020.

SIERRA, C. H.; HERNANDO, S. S. **Ṭūsī, Sharaf al-Dīn al-**. [S. l.]: The Oxford Encyclopedia of Philosophy, Science, and Technology in Islam, 2020. Disponível em: [http://www.oxfordislamicstudies.com/article/opr/t445/e266?\\_hi=0&\\_pos=3338](http://www.oxfordislamicstudies.com/article/opr/t445/e266?_hi=0&_pos=3338) . Acesso em: 15 jul 2020.

YOUSCHKEVITCH, A. P. **Les Mathématiques Arabes: VIII<sup>e</sup> -XV<sup>e</sup> siècles**. Paris: VRIN, 1976.

## GHIYĀTH AL-DĪN JAMSHĪD MAS'ŪD AL-KĀSHĪ (1380-1429)

*Kaline Andreza de França Correia Andrade*

### INTRODUÇÃO

Falaremos, neste capítulo, sobre a vida e a obra do astrônomo e matemático **Ghiyāth al-Dīn Jamshīd Mas'ūd al-Kāshī** (1380-1429), mais conhecido por al- Kāshī (Figura 1). Seu nome está ligado ao nome de Ulugh Beg, governante de Samarcanda, na Ásia Central.

Figura 1 – Selo emitido pela República do Iran em 1979 em homenagem a al- Kāshī



Fonte: History of Science (2018).

Por isso, iniciaremos o capítulo por uma contextualização histórica que nos dê a compreensão de como esses nomes estão relacionados. No entanto, para chegar a al-Kāshī e Ulugh Beg, precisamos retornar a Timur ou Tamerlão, fundador do império timúrida. Em seguida, falaremos sobre a vida de al- Kāshī e sobre seus trabalhos em matemática e astronomia, destacando os considerados como os três principais.

## **O Timur (Tamerlão) e o império Timúrida**

O início da vida e a carreira de Timur são obscuros e cercados de lendas, mas é claro que ele demonstrou talentos militares no estágio inicial de sua vida e o tipo de carisma necessário para adquirir seguidores. Primeiramente, ele ganhou poder dentro de seu próprio povo, os Barlas e, então, de uma maneira típica das sociedades da estepe da época, cuidadosamente, começou a fazer aliados fora dela. O mais importante desses aliados foi Amir Husayn, descendente de uma guarnição nômade, colocada pelos mongóis no Afeganistão no início do século XIII. Ao contrário de Timur, Amir Husayn era uma parte importante do poder político de Chaghatay<sup>91</sup> na área, oferecendo a legitimidade muito procurada por Timur. Mesmo que essa aliança não tenha perdurado e que Timur, depois de uma desavença, tenha matado Husain, ele soube obter de tal aliança o necessário para sua coroação formal em Balkh, em 9 de abril de 1360.

---

91 Chagatai Khan foi o segundo filho de Gênghis Khan. Ele foi Khan do Canato Chagatai de 1226 a 1242 e, após a morte de seu pai, herdou a maior parte do que, agora, são os cinco estados da Ásia Central. O império, mais tarde, veio a ser conhecido como Canato Chagatai, o descendente do império mongol. Sendo assim, é compreensível por que Tamerlão precisava de proximidade com Husain.

Figura 2 – Império Timúrida



Fonte: Swan (2020).

Timur passou o resto de sua vida lutando contra seus inimigos, conquistando e reconquistando territórios, construindo e embelezando sua capital Samarcanda. Suas realizações militares mais duradouras foram sua vitória total sobre as forças da Horda Dourada, da qual nunca se recuperou e sua vitória sobre o poderoso sultão otomano Bayezid I (governou de 1389 a 1402) na Batalha de An-car, em 28 de julho de 1402, um evento que retardou, consideravelmente, o desenvolvimento do império otomano.

Após sua morte, o império de Timur desmoronou rapidamente e seus principais sucessores, Shah-Rukh (governou de 1404 a 1447) e Khalil-Sultan (governou de 1404 a 1409), não controlavam mais do que uma pequena parte do seu território original. Mais tarde, esse reino, em encolhimento, foi subdividido ainda mais. No entanto, apesar da crescente impotência política dos timúridas, cujo

governo foi finalmente extinto no início do século XVI, Herat e outros centros de poder timúrida, em Transoxiana<sup>92</sup>, testemunharam um desenvolvimento cultural sem paralelo. Essa foi a época de alguns dos melhores livros já produzidos no mundo islâmico e, durante esse período, as conquistas arquitetônicas já substanciais do reinado de Timur (seu mausoléu em Samarcanda e o santuário clássico de Ahmad Yasavi na cidade do Turquistão) foram aprimoradas com mais maravilhas, como o Registan, em Samarcanda.

O Registan é um complexo planejado, um dos primeiros do gênero no mundo islâmico. Ele se concentra em uma praça central e já foi composto por uma mesquita, um *caravançarai*<sup>93</sup> e uma *khanaqa* (convento sufi), além da madraça de Ulugh Beg ibn Shahrukh (1394-1449), neto de Timur, responsável pelos outros edifícios igualmente. Com o mausoléu de Tamerlane, Gur-e Amir, o complexo celebra não apenas o poder e a glória do governante timúrida, mas também a fusão artística alcançada sob Chaghatay e outros governantes mongóis. Os azulejos coloridos característicos da arquitetura da época derivam diretamente da porcelana chinesa em azul e branco, que representa uma resposta aos gostos dos conquistadores mongóis.

---

92 Corresponde, atualmente, à maior parte do Uzbequistão.

93 Tipo de hospedagem que se encontrava sobretudo no Médio Oriente, na Ásia Central e no Norte da África, mas que também existiu por todo o Mediterrâneo e na China, que se destinava a mercadores viajantes. Geralmente, esses estabelecimentos, ainda, tinham funções de armazém ou entreposto comercial e se situavam à beira de estradas, embora fosse comum existirem em áreas comerciais de cidades, sendo usual, nesses casos, que fossem igualmente mercados. Os caravançarais tinham uma função importante no apoio aos fluxos comerciais, proporcionando um local seguro, onde os comerciantes em viagem, frequentemente estrangeiros, podiam descansar, tendo as suas mercadorias e o seu gado em segurança, e eram uma peça fundamental da extensa rede de rotas comerciais que ligavam a Ásia com o Médio Oriente, sudeste da Europa e Norte da África, especialmente, ao longo da Rota da Seda.

Figura 3 – Praça Registan: à esquerda, a Madrassa de Ulugh Beg (1417-1420); à direita, a Madrassa de Shir-Dor (1619-1636) e, ao fundo, a Madrassa de Tilla-Kari (1646-1666?)



Fonte: Kazachevskaya (2018).

Seguindo o mesmo costume dos antigos mongóis, Timur, desde tenra idade, foi moldado pela cultura turco-mongol e, logo cedo, aprendeu a lidar com cavalos e arco e flecha. Mas, diferentemente dos antigos *khans*, ele cresceu em uma sociedade islâmica e falava turco. Tornou-se um habilidoso líder, afinado com questões políticas, zeloso das leis islâmicas, era carismático e, ao mesmo tempo, cruel e sanguinário.

Embora Timur fosse sangrento e cruel, ele também apoiava as artes e gostava de conversas estimulantes com os grandes pensadores de suas terras. Ele enviou artistas e artesãos de todos os territórios conquistados para Samarcanda, para embelezarem e glorificarem sua cidade natal. O governante também mostrou inteligência prática na forma como ele construiu seu exército e estrutura política, embora não tenha feito o controle das terras que ele conquistou (BURGAN, 2008, p. 73, tradução nossa).

Timur conseguia agradar diversos grupos: comerciantes, por ele permitir a fluência do comércio; chefes locais, por sua liderança no campo de batalha e muçumanos, por seu zelo pelo Islã. Ele não lutava para acumular riquezas somente para si, assim como Gengis Khan, ele dividia os despojos com seu exército composto por homens de várias religiões e lugares do mundo:

Para encorajar meus oficiais e soldados, eu não acumulei ouro ou jóias para mim. Eu admito meus homens na minha mesa e, em troca, eles me deram suas vidas na batalha. Dou generosamente e compartilho seus sofrimentos... (CONRAD, 2008, p. 72 *apud* NICOLLE, 1990).

Os soldados que se destacavam recebiam o título de *tarkhan*, segundo Conrad (2008, p. 72): “Como um tarkhan, um soldado não precisava pagar impostos e podia ver o imperador sem pedir permissão”. Ele instituiu, como capital do império, a cidade de Samarcanda, para onde ele mandava todos os sábios e artesãos que encontrava em suas conquistas para embelezarem sua cidade, os demais habitantes eram assassinados, sempre com requinte de crueldade, não importando se eram crianças, mulheres ou idosos, como, por exemplo, fazer várias pilhas com as cabeças dos mortos. Embora sanguinário, ele tinha apreço por conversas intelectuais.

Timur conquistou quase todos os antigos canados mongóis e o norte da Índia, faleceu em 19 de janeiro de 1405, durante os preparativos do seu objetivo de subjugar o império da China de Kublai Khan, então, agora, dominado pelo império chinês dos Ming. Após a morte de Tamerlão, começa uma disputa pelo poder, até que, em 1409, seu filho Shah Rukh (1377-1447) se sobrepõe aos demais pretendentes.

## Ulugh Beg

O filho de Shah Rukh, Ulugh Beg (1394-1449), governou a Transoxiana para seu pai e, depois da sua morte, Ulugh Beg assumiu o controle total do império. Eles não tinham o ímpeto de conquistador de Timur, interessando-se mais pelo conhecimento e por projetos de construção, principalmente, em Samarcanda, honrando sempre o Islã.

Os chagatais viram, sob o domínio timúrida, um grande florescer das artes e ciências e Ulugh Beg é tido como um dos principais patronos, dando ele próprio contribuições para o desenvolvimento de várias áreas, como astronomia, poesia e música. O seu irmão Baysunghur (1397-1433) teve uma influência semelhante em Herat, hoje Afeganistão. É, nesse contexto, que surge o astrônomo e matemático pelo qual estamos interessados, al-Kāshī.

## Al- Kāshī

A civilização islâmica foi berço de uma grande quantidade de matemáticos entre 750 e 1450, conforme Berggren (2003), dentre outras contribuições, eles completaram a aritmética por incluir um sistema de numeração decimal que continha frações decimais, criaram a álgebra e fizeram importantes descobertas na trigonometria plana e esférica. Também sistematizaram os conhecimentos de que dispunham e criaram procedimentos refinados para resolver equações.

Dentre esses sábios, destaca-se **Ghiyāth al-Dīn Jamshīd Mas'ūd al-Kāshī**<sup>94</sup>, ele nasceu por volta de 1380, em Kāshān, no Irã, e morreu em Samarcanda, no Uzbequistão, em 22 de junho de 1429. Kāshān fica em um deserto no pé oriental da Cordilheira Central Iraniana. Atualmente, Kāshān é uma cidade da província de Isfahan.

94 O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. *Ghiyath al-Din Jamshid Mas'ud al-Kashi*. Saint Andrews: Mac tutor, 1999. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Kashi/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

No lado oeste, está na vizinhança dos dois maiores picos da cadeia de Karkas: o Monte Gargash, a sudoeste (onde fica o Observatório Nacional do Irã, que abriga o maior telescópio astronômico deste país) e o Monte Ardehaal.

A origem do nome da cidade vem dos seus primeiros habitantes, os kasian, os vestígios desse povo, datando de 9000 anos atrás, têm sido encontrados no sítio arqueológico de Tapeh Sialk, localizado a quatro quilômetros a oeste de Kāshān, o que a faz ser considerada uma das primeiras civilizações da pré-história. Posteriormente, o nome da cidade foi modificado para Kashian, de onde vem o nome atual da cidade.

Entre os séculos XII e XIV, Kāshān foi um importante centro de produção de cerâmica e azulejos de alta qualidade, o nome azulejo, em persa moderno, é kashi, devido ao nome da cidade.

Detalhes da vida e do trabalho de Jamshid al- Kāshī, embora escassos, são bem mais conhecidos do que os de muitos de seus contemporâneos, isso se deve ao fato de que ele, a partir de 1406, datou, precisamente, a conclusão de muitos de seus trabalhos, além disso, cartas que ele escreveu para o pai resistiram ao tempo e nos fornecem muitas informações.

Enquanto al-Kāshī crescia, Timur conquistava vastas regiões, inclusive Kāshān. Ele se proclamou soberano e restaurador do império mongol, em Samarcanda, em 1370 e, em 1383, Timur começou suas conquistas na Pérsia com a captura de Herat. Timur morreu em 1405 e seu império foi dividido entre seus dois filhos, um dos quais era Shah Rukh.

No período em que Timur estava em suas campanhas militares, as condições de vida eram precárias e a pobreza era extrema. Al-Kāshī, como tantos outros nesse tempo, viveu essa situação e, apesar disso, ele dedicou-se à astronomia e à matemática e vivia

de cidade em cidade em busca de melhores condições de vida. A situação mudou, favoravelmente, quando Shah Rokh assumiu o império após a morte de seu pai. Ele trouxe prosperidade econômica para a região e apoiou fortemente a vida artística e intelectual. Com essas mudanças, a vida de al-Kāshī também melhorou.

O primeiro marco da vida científica de al-Kāshī, que podemos datar com precisão, de acordo com Dold-Samplonius (1992, p.194), foi em Kāshān, em 02 de junho de 1406, quando ele observou o primeiro de uma série de três eclipses da lua, segundo registro na sua obra *Khaqani zij*.

Em 1407, ainda em Kāshān, ele concluiu seu primeiro livro, um trabalho astronômico sobre a dimensão do cosmos, *Sullam al-samā' fi ḥall ishḳāl waqa'a li'l-muqaddimī fi'l-ab'ād waāl-ajrām* (“A Escada do Céu: A Resolução de Dificuldades Alcançadas por Predecessores na Determinação de Distâncias e Tamanhos”), que alcançou nossos dias, consiste em um tratado sobre a resolução de problemas encontrados por antecessores na determinação de distâncias e tamanhos dos corpos celestes, foi dedicado ao vizir<sup>95</sup> Kamāl al-Dīn Mahmūd.

Nessa época, era necessário que os cientistas tivessem o patrocínio de seus reis, príncipes ou governantes. O patrocínio das artes e das ciências era comum, o que não foi diferente com al-Kāshī, que soube muito bem usar isso a seu favor. Seu *Mukhtaṣar dar 'ilm-i hay'at* (“Compêndio da Ciência da Astronomia”), escrito durante 1410-1411, foi dedicado ao sultão Iskandar, que governou Fars e Iṣfahān e foi executado em 1414<sup>96</sup>.

Samarcanda, no Uzbequistão, é uma das cidades mais antigas da Ásia Central, tornou-se a capital do império de Timur e Shah

<sup>95</sup> Governador ou ministro nomeado por soberano de um reino muçulmano.

<sup>96</sup> ROSENFELD, B. A.; YOUSHKEVITCH, A. P. *Biography in Dictionary of Scientific Biography (New York 1970-1990)*. [S. l.]: Encyclopedia, 2020. Disponível em: <http://www.encyclopedia.com/topic/al-Kashi.aspx>. Acesso em: 20 ago. 2020.

Rukh colocou seu filho, Ulugh Beg, como governante da cidade. Ulugh Beg foi um grande cientista e começou a erguer a cidade em meio a um grande centro cultural, foi a ele a quem al-Kāshī dedicou, em 1414, seu segundo e importante livro de tabelas astronômicas, *Zij-i Khaqāni fī takmīl-i Zij-i Īlkhānī* ou, simplesmente, *Khaqāni Zij*, cujas informações detalhadas podem ser encontradas em Hamadanizadeh (1980, p. 38-45), foi baseado nas tabelas de Nasir Al-Tusi<sup>97</sup>, o *Īlkhānī Zij*, que, segundo Berggren (2003, p. 15), tinham sido escritas cento e cinquenta anos antes. Na introdução, al-Kāshī diz que, sem o apoio de Ulugh Beg, não seria capaz de completá-lo. Há, ainda, tabelas que dão transformações entre diferentes sistemas de coordenadas na esfera celeste, por exemplo, que coordenadas eclípticas sejam transformadas em coordenadas equatoriais.

Ressaltamos que Ulugh Beg, também, produziu tabelas astronômicas e tabelas de senos, supõe-se que essas tabelas foram baseadas nas tabelas de al-Kāshī e, muito provavelmente, com a ajuda de al-Kāshī.

Em 1416, al-Kāshī concluiu um pequeno trabalho, *Risāla dar sharḥ-i ālāt-i raṣd*, sobre instrumentos astronômicos em geral, que dedicou ao sultão Iskandar<sup>98</sup>, no qual, conforme Rosenfeld e Youshkevitch (1970-1990), ele cita seu *zij al-tashilāt* (“Zij de simplificações”) e um longo tratado sobre um instrumento conhecido como *Equatorium*, *Nuzha al-ḥadāiq fī kayfiyya ṣan‘a al-āla al-musammā bi ṭabaq al-manāṭiq* (“A excursão do jardim; Sobre o Método de Construção do Instrumento Chamado Placa dos Céus”), que, essencialmente, é um computador analógico usado para encontrar a posição dos planetas de acordo com os modelos

97 Estudioso persa que nasceu em 18 de fevereiro de 1201, em Tus, Khorasan (hoje Irã). Morreu dia 26 de junho de 1274, Kadhimain, próximo a Bagdá, no Iraque.

98 Identificado como um membro do Kārā Koyunlu, dinastia turcomana do Carneiro Negro, dinastia rival à de Timur.

geométricos contidos no *Almagesto*, de Ptolomeu, evitando-se os cálculos apenas pela manipulação física do instrumento. Segundo Berggren (2003, p.16), esse trabalho marca o fim da vida de al-Kāshī como um sábio nômade, logo em seguida, ele passou a fazer parte da equipe de Ulugh Beg na madraça.

Al-Kāshī, apesar de também ser médico, desejava trabalhar com matemática e astronomia, sendo assim, ele encontrou, em Ulugh Beg, o patrono ideal. Por volta de 1420, este fundou, em Samarcanda, um centro de estudos avançados em teologia e ciências, conhecido como **madrassa**, um dos ainda mais belos edifícios da Ásia Central. Ulugh Beg procurou os melhores cientistas para ajudá-lo nessa empreitada, de acordo com Bagheri (1997, p.242), em 1421, ele convidou al-Kāshī para juntar-se a ele na madrassa com cerca de sessenta outros cientistas, incluindo Qadi Zada (Qadi Zadeh al-Rumi). Mais tarde, no mesmo século, al-Kāshī foi chamado de o segundo Ptolomeu.

As cartas escritas, em persa, por al-Kāshī, de Samarcanda para seu pai em Kāshān, dão uma descrição precisa da vida científica de então. A primeira, traduzida e comentada por Kennedy (1960), traz a descrição do patrono real Ulugh Beg, dos feitos de al-Kāshī e um relatório do progresso da construção do observatório de Samarcanda, que veio corroborar as informações obtidas das escavações do sítio arqueológico nas ruínas do observatório. Ulugh Beg iniciou a construção desse observatório, em Samarcanda, em 1424 e, embora as cartas de al-Kāshī não tenham data, elas fornecem a descrição do período de construção do observatório.

Figura 4 – Ulugh Beg e seu observatório em corte transversal em um selo postal soviético de 1987



Fonte: Portal to the heritage of astronomy (2020).

O conteúdo de uma segunda carta, com importantes informações sobre o meio científico em que vivia Ulugh Beg, foi publicada por Bagheri (1997), contendo tradução e comentários. Conforme Bagheri (1997), a carta que ele publicou seria mais antiga que a publicada por Kennedy (1960), por conter mais detalhes e ter conteúdo semelhante; provavelmente, al-Kāshī teria escrito essa segunda carta por achar que a primeira teria se extraviado.

Em suas palavras, al-Kāshī elogia as habilidades matemáticas de Ulugh Beg e, dentre todos os outros cientistas em Samarcanda, apenas Qadi Zada ganhou seu respeito, sendo um dos principais critérios o seu conhecimento sobre o *Almagesto*, de Ptolomeu.

Ulugh Beg promovia encontros científicos em que problemas sobre astronomia eram livremente discutidos. Normalmente, esses

problemas eram muito difíceis para todos, excetuando-se al-Kāshī e Qadi Zada e, em algumas ocasiões, apenas al-Kāshī obteve sucesso. Conclui-se que al-Kāshī foi o melhor cientista e o mais próximo colaborador de Ulugh Beg em Samarcanda e, apesar do desconhecimento da correta maneira de comportamento na corte e da falta de boas maneiras, ele foi altamente respeitado por Ulugh Beg, que o descreveu da seguinte maneira após a sua morte:

(...) um cientista notável, um dos mais famosos do mundo, que tinha um perfeito domínio da ciência dos antigos, que contribuiu para o seu desenvolvimento, e que poderia resolver os problemas mais difíceis (ROSENFELD; YOUSCHKEVITCH, 2020).

Mesmo al-Kāshī tendo realizado um bom trabalho antes de se juntar a Ulugh Beg em Samarcanda, um dos mais importantes foi feito enquanto ele esteve naquela cidade: o *al-Risāla al-Mubītīyya* (“Tratado sobre a Circunferência”), são cinquenta e oito páginas escritas em árabe, concluído em julho de 1424. Tanto no árabe como no persa, de acordo com Azarian (2010), não há uma palavra específica para designar “circunferência”, então, eles usam a palavra *mubīt* para identificar tanto o círculo como a circunferência e também o perímetro de uma figura geométrica plana, vale salientar que outros estudiosos persas, como al-Biruni, utilizaram a palavra *dowr*, que significa “em torno”, para, do mesmo modo, designarem a circunferência.

Motivado por melhorar as aproximações antes realizadas por Arquimedes (287-217 A.C.), Abu'l Wafa' Al-Burjani<sup>99</sup> (940-998) e Abu Rayahan al-Biruni<sup>100</sup> (937-1050?), as quais ele considerava confusas e, possivelmente, pela necessidade de maior precisão das tabelas trigonométricas, devido aos avanços nos estudos da astro-

99 Ver neste mesmo livro.

100 Ver neste mesmo livro.

nomia, no *al-Risāla al-Mubītīyya*, al-Kāshī calculou uma aproximação para  $\pi$  com nove casas sexagesimais e, provavelmente, para tornar essa informação mais acessível aos não astrônomos, converteu isso em dezesseis casas decimais com uma precisão nunca antes vista no mundo.

Para conseguir essa aproximação, al-Kāshī utilizou um método semelhante ao usado por Arquimedes, mas calculando os perímetros de polígonos regulares inscritos e circunscritos, em um círculo dado com  $3 \times 2^{28} = 805.306.368$  lados, surpreendentemente, determinando, de forma antecipada, qual seria a margem de erro da sua aproximação em relação ao valor real, que seria inferior à largura do cabelo de cavalo (aprox. 0,6 mm) para uma circunferência seiscentas mil vezes maior que a maior circunferência da Terra e, para circunferências menores, a margem de erro seria menor ainda. Al-Kāshī utilizou, em seus cálculos, frações decimais e, embora alguns tenham acreditado que ele foi o primeiro a descobri-las, isso não é verdade, o que se pode dizer, segundo Azarian (2010), é que ele as descobriu e as utilizou pelos seus próprios méritos sem consultar trabalhos anteriores ao seu. De acordo com Berggren (2003, p. 20, tradução nossa):

O que torna a conquista impressionante é que al-Kāshī afirma antecipadamente o quão perto ele deseja que sua aproximação seja e, em seguida, planeja cuidadosamente a precisão de cada estágio, de tal forma que, o que chamaremos de erro de arredondamento, não se acumule ao passar pela série de extrações de raiz necessárias para chegar ao resultado final. Al-Kāshī explica seu requisito de precisão, afirmando que ele quer que o valor seja tão preciso que, quando for usado para calcular a circunferência do universo, de acordo com as dimensões antigas, o resultado não diferiria do valor verdadeiro em mais do que a largura de um cabelo de cavalo (BERGGREN, 2003, p. 20, tradução nossa).

Foi algo muito além de qualquer coisa que tinha sido obtida antes, quer pelos gregos antigos, quer pelos chineses (que chegaram a 6 casas decimais no século V). Seriam quase 200 anos, antes de Ludolph van Ceulen<sup>101</sup> ultrapassar a precisão de al-Kāshī com 20 casas decimais.

Outro trabalho matemático impressionante de al-Kāshī foi *Miftāḥ al-ḥisāb* (“A chave para a aritmética”), que ele concluiu em 2 de março de 1427. Conforme Taani (2014), trata-se de um texto em árabe formado por cinco tratados distribuídos em duzentas e setenta e seis páginas: aritmética dos números inteiros (tratado I), aritmética das frações (tratado II), aritmética dos sexagesimais (tratado III), geometria (tratado IV) e álgebra (tratado V).

O *Miftāḥ al-ḥisāb* era destinado ao uso no ensino de estudantes em Samarcanda, em particular, al-Kāshī tinha como objetivo ensinar a matemática necessária para aqueles que estudavam astronomia (tratado III), agrimensura e arquitetura (tratado IV), contabilidade e comércio (tratado I e II) e o tratado IV era ensinado para juízes, maiores detalhes podemos encontrar em Taani (2011).

**A chave para a aritmética** não tinha uma ênfase teórica, a qual ficava a cargo dos sábios estudiosos (pesquisadores). Esse texto influenciou até mesmo o ensino de matemática na Europa.

Rosenfeld e Youschkevitch (2020) descrevem o trabalho da seguinte forma:

Na riqueza de seus conteúdos e na aplicação de métodos aritméticos e algébricos à solução de vários problemas, incluindo vários geométricos, e na clareza e elegância da exposição, este livro volumoso é um dos melhores em toda a literatura medieval; atesta tanto a erudição do autor como sua capacidade pedagógica (ROSENFELD; YOUSCHKEVITCH, 2020).

---

101 Ludolph van Ceulen (1540-1610) foi um matemático alemão radicado nos Países Baixos. Fonte: O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Ludolph van Ceulen**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999. Disponível em: [https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Van\\_Ceulen/](https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Van_Ceulen/). Acesso em: 20 ago. 2020.

Em Dold-Samplonius (1992) e em outros trabalhos da autora, podemos ver vários outros aspectos d'**A chave para a aritmética**, como exemplo, a medição dos **muqarnas**, que se referem a um tipo de ornamento arquitetônico em forma de abóboda usada para esconder as arestas e juntas em edifícios como mesquitas e palácios, ela lembra uma estalactite e consiste em polígonos tridimensionais, alguns com superfícies planas e alguns com superfícies curvas. Al-Kāshī usou frações decimais no cálculo da área de superfície total dos tipos de **muqarnas**. Nessa obra, al-Kāshī encontra bons métodos para aproximar a área e o volume da superfície que forma a **qubba**, que consiste em uma cúpula de um monumento funerário para uma pessoa importante.

Contudo, foi pelo uso de frações decimais que al-Kāshī alcançou notoriedade considerável. A ideia de que Stevin<sup>102</sup> tinha sido o primeiro a introduzir frações decimais se comprovou falsa em 1948, quando Luckey (1951) mostrou que n'**A chave para a aritmética**, al-Kāshī dá uma descrição tão clara das frações decimais quanto Stevin. No entanto, afirmar que al-Kāshī é o inventor de frações decimais, como foi feito por muitos matemáticos após o trabalho de Luckey, estaria longe da verdade desde que a ideia estava presente no trabalho de vários matemáticos da escola de al-Karaji<sup>103</sup>, em particular, al-Samawal<sup>104</sup>.

Luckey (1951) indicou outros resultados importantes no trabalho de al-Kāshī, entre os quais, que ele dominava um algoritmo para calcular n-ésimas raízes que era um caso especial dos métodos

---

102 O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Simon Stevin**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Stevin>. Acesso em: 20 ago. 2020.

103 O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Abu Bekr ibn Muhammad ibn al-Husayn Al-Karaji**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Karaji/>. Acesso em: 23 mar. 2020.

104 O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Ibn Yahya al-Maghribi Al-Samawal**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Samawal/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

dados muitos séculos depois por Ruffini<sup>105</sup> e Horner<sup>106</sup>. Posteriormente, Rashed (1984) mostra que al-Kāshī estava novamente descrevendo métodos que estavam presentes no trabalho de matemáticos da escola de al-Karaji, em particular, al-Samawal.

O último trabalho de al-Kāshī foi *Risāla al-watar wa'l-jaib* (“O tratado sobre corda e seno”), que ficou incompleto devido à sua morte e que, mais tarde, foi completado por **Qadi Zada**<sup>107</sup>. Nesse trabalho, al-Kāshī calculou o seno de 1° com a mesma precisão que ele tinha calculado o  $\pi$  em um trabalho anterior. Ele, também, considerou a equação associada com o problema da trissecção do ângulo, ou seja, uma equação cúbica. Ele não foi o primeiro a trabalhar com soluções aproximadas para essa equação, al-Biruni<sup>108</sup> tinha trabalhado com esse tema anteriormente, porém o método interativo proposto por al-Kāshī, segundo Rosenfeld e Youschkevitch (1970-1990), foi:

(...) uma das melhores realizações na álgebra medieval  
(...) Mas todas essas descobertas de Al-Kashi foram por muito tempo desconhecidas na Europa e somente foram estudadas nos séculos XIX e XX por historiadores da ciência(...) (ROSENFELD; YOUSCHKEVITCH, 2020).

Outros trabalhos de al-Kāshī foram *Ilkahūt an-Nuzha* (“Suplemento à Excursão”), de 1427; *Talkhīs al-Miftāah* (“Compendio da Chave”); *Ta'rib al-zij* (“A arabização do zij”), em que

105 O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Paolo Ruffini**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Ruffini/>. Acesso em: 10 set. 2020.

106 O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **William George Horner**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Horner/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

107 O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Qadi Zada al-Rumi**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999. Disponível em: [https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Qadi\\_Zada/](https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Qadi_Zada/). Acesso em: 10 ago. 2020.

108 Ver neste mesmo livro.

al-Kāshī traduz a introdução do *zij* de Ulug Beg do persa para o árabe; *Wujūuh al-‘amal al-ḡarb fi l-takht wa l-turāb* (“Formas de multiplicação por meios de placa e poeira”); *Miftāḥ al-asbāb fi ‘ilm al-zij* (“A chave das causas na ciência das tabelas astronômicas”); *Risāla dar sakht-i asṭurlāb* (“Tratado sobre a construção do astrolábio”); *Natā’ij al-ḥaqā’iq* (“Resultados das Verdades”) e *Risāla fi ma’rifā samt al-qibla min dāira hindīyya ma’rūfa* (“Tratado sobre a determinação do azimute da Qibla por meio de um círculo indiano”). Sem dúvidas, um cientista de grande destaque na matemática islâmica medieval.

## REFERÊNCIAS

AZARIAN, Mohammad K. Al-Risala al-Muritiyya: a summary. *Missouri Journal of Mathematical Sciences*, Jefferson City, v. 22, n. 2, p. 64-85, fev. 2010.

BAGHERI M. A new found letter of Al-Kashi on Scientific Life in Samarkand. *Historia Mathematica*, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 241-256, jan. 1997.

BERGGREN, J. L. *Episodes in the Mathematics of medieval Islam*. New York: Springer-Verlag Inc., 2003.

BURGAN, Michael. *Great empires of the past: empire of the Mongols*. New York: Chelsea House, 2008.

DOLD-SAMPLONIUS, Y. Practical Arabic Mathematics: measurement the muqarnas by al-Kashi. *Centaurus*, [s. l.], v. 35, n. 4, p. 193-242, abr. 1992.

HAMADANIZADEH, J. The trigonometric tables of al-Kashi in his ‘Zij-i Khaqani’. *Historia Math.*, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 38-45, jan. 1980.

HISTORY OF SCIENCE. *The works of al-Kashi*. [s. l.]: History of Science, 2018. Disponível em: <https://historyofsciences.blogspot.com/2018/05/the-works-of-al-kashi.html>. Acesso em: 10 mar. 2018.

KAZACHEVSKAYA, Valentina. *Uzbekistan*. [s. l.]: Norwegian Helsinki Committee, 2018. Disponível em: <https://www.nhc.no/en/uzbekistan/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

KENNEDY, E.S. A letter of Jamshid alKashi to his father: scientific research and personalities at a fifteenth century court. **Orientalia**, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 191-213, jan. 1960.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Abu Bekr ibn Muhammad ibn al-Husayn Al-Karaji**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999a. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Karaji/>. Acesso em: 23 mar. 2020.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Ghiyath al-Din Jamshid Mas'ud al-Kashi**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999b. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Kashi/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Ibn Yahya al-Maghribi Al-Samawal**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999c. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Al-Samawal/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Paolo Ruffini**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999d. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Ruffini/>. Acesso em: 10 set. 2020.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Qadi Zada al-Rumi**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999e. Disponível em: [https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Qadi\\_Zada/](https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Qadi_Zada/). Acesso em: 10 ago. 2020.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Simon Stevin**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999f. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Stevin/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **William George Horner**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999g. Disponível em: <https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Horner/>. Acesso em: 20 ago. 2020.

O'CONNOR, J. J.; ROBERTSON, E. F. **Ludolph van Ceulen**. Saint Andrews: Mac tutor, 1999. Disponível em: [https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Van\\_Ceulen/](https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Van_Ceulen/). Acesso em: 20 ago. 2020.

PORTAL TO THE HERITAGE OF ASTRONOMY. **Ulegh Beg's observatory, Uzbekistan**. [S. l.]: UNESCO, 2020. Disponível em: <https://www3.astronomicalheritage.net/index.php/show-entity?idunescowhc=603>. Acesso em: 10 ago. 2020.

ROSENFELD, B. A.; YOUSCHKEVITCH, A. P. **Biography in Dictionary of Scientific Biography (New York 1970-1990)**. [S. l.]: Encyclopedia, 2020. Disponível em: <http://www.encyclopedia.com/topic/al-Kashi.aspx>. Acesso em: 20 ago. 2020.

SWAN, Thomas. **40 facts about Tamerlane: timur the lame**. [S. l.]: Owlcation, 2020. Disponível em: <https://owlcation.com/humanities/40-Facts-about-Tamerlane-Timur-the-Lame>. Acesso em: 10 dez. 2020.

**ABU JA<sup>C</sup>FAR MUHAMMAD B. MUHAMMAD B.  
AL-HASAN NASĪR AL-DĪN AL-TŪSĪ (1201-1274)**

*Ana Carolina Costa Pereira  
Bernadete Morey*

**INTRODUÇÃO**

O sábio islâmico do qual falaremos no presente capítulo é, geralmente, conhecido como Nasīr al-Dīn Al-Tūsī. Podemos encontrar seu nome escrito de diversas formas:

- a) Em Ragep (1993, p. 3), encontramos *Abu Ja'far Muhammad b. Muhammad b. al-Hasan Nasir al-Din Al-Tusi*;
- b) Em Hairi (1968, p. 1), podemos ler *Muhammad ibn Muhammad ibn Hasan Tusi*, frequentemente conhecido como *Khawajah Nasir*;
- c) Na capa de seu *Tratado sobre os Quadriláteros*, traduzido para o francês por Alexandre Pacha Karatheodory e publicado em 1891, encontramos seu nome como *Nassiruddin-el-Toussy*;
- d) Em Rozenfeld (1951), encontramos *Khodja Mohammed ibn Mohammed Abu Djafar Nasireddin Tusi*, também conhecido como *NasireddinTusi* (a forma arabizada de seu nome é Nasir-ad-dinat-Tusi) ou *Khodja Nasireddin*.

Convém, no entanto, dizer que, nesse caso, as discrepâncias no nome não se devem a alguma dúvida quanto à identidade da pessoa referida, mas antes às particularidades da língua árabe e às dificuldades de transliteração, assim como também à nossa pouca familiaridade com a cultura árabe medieval e seu modo de atribuir nomes às pessoas. Todos os autores citados, anteriormente, sabem bem a quem estão se referindo, ou seja, ao autor das obras, *Al-Risalah al-Asturlabiyah* (1235), *Hall-i Mushkilāt-i Muʿiniyya*<sup>109</sup> (1235-36), *Asās al-iqtibās*<sup>110</sup> (1244-45), *Sharhal-Ishārātwa-ʿl-tanbihāt* (1246), *Tābir Kitabusul al-Handasa li-Uqlidis* (1248), *Tajrid al-iʿtiqād (s/d)* e outras mais. No presente capítulo, nós o chamaremos apenas de Al-Tūsī.

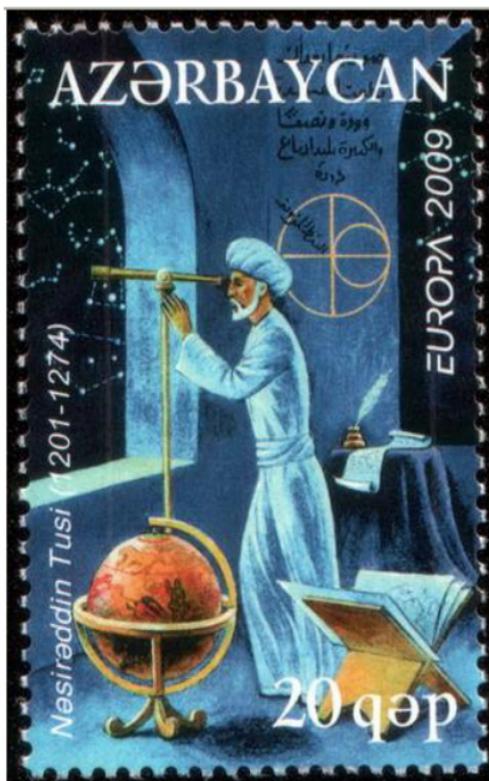
Al-Tūsī (Figura 1) viveu em uma época e em um território conturbados pelas conquistas mongóis, tendo vivido parte de sua vida sob a autoridade de Hulagu Khan. A proximidade com este chefe mongol rendeu a Al-Tūsī suspeitas à sua conduta como homem e como cientista. Hairi (1968) dedica seu trabalho à elucidação do caráter da relação de Al-Tūsī com os mongóis e seu papel na luta dos mongóis contra os Ismailis e na tomada de Bagdá. É, por esse motivo, que consideramos relevante, neste capítulo referente à vida e obra de Al-Tūsī, voltar um pouco nossa atenção sobre os mongóis. Faremos isso ainda no início do capítulo, evitando interromper o relato da vida de nosso personagem mais tarde.

---

109 Na obra *Hall-i Mushkilāt-i Muʿiniyya*, trabalho dedicado a Muʿin al-Dīn Shams, filho de Nāsir al-Dīn Muhtasham, al-Tūsī apresentou o primeiro de seus novos modelos lunares e planetários.

110 Tratado sobre lógica.

Figura 1 – Selo homenageando al-Tusi emitido pela República do Adzerbajão em 2009



Fonte: Images of mathematicians on postage stamps (2020).

Dessa forma, este capítulo está estruturado em seções: na primeira, faremos um relato sobre os mongóis no que tange à sua influência na vida de Nasir al-Din Al-Tusi; na segunda, apresentaremos nosso personagem, Nasir al-Din Al-Tusi, local de nascimento e contexto do mundo árabe na época. Em seguida, falaremos de seus primeiros estudos tutelados pelo seu pai, Wajih al-Din Muhammad ibs al-Hasan al-Tusi e complementados pelo tio materno de seu pai,

Nasīr al-Dīn Al-Tūsī ‘Abdallāibn Hamza al-Tūsī e por seu próprio tio materno, Nūr al-Dīn ‘Alīibn Muhammad al-Shī’ī. A sexta e última seção tratará da vida profissional de al-Tūsī e de seus trabalhos.

## Os mongóis

Nossa intenção, aqui, não é prover informação detalhada sobre os mongóis, mas procurar responder a algumas perguntas relacionadas ao contexto da vida de Al-Tūsī. Cremos ser de interesse saber quem eram os mongóis, de onde surgiu essa força militar que varreu, em algumas décadas, grandes extensões do território da Europa e da Ásia, quem eram os seus líderes, em especial, quem era Hulagu, que exerceu tamanha influência na vida de Al-Tūsī. A nossa fonte de consulta, a menos que explicitada ao contrário, é o livro, na versão digital, *The Mongols: A Very Short Introduction*, de Morris Rossabi.

Ainda no século XII d. C., os mongóis eram um povo nômade que praticava a atividade pastoril e que viviam nos confins do deserto de Gobi. Gobi, que cobre grande parte da Mongólia, é um deserto de estepe inóspito de tal maneira, que apenas o camelo, dos cinco animais que os mongóis criavam, podia sobreviver confortavelmente nesse ambiente.

Os animais criados pelos mongóis eram cinco: ovelhas, cabras, iaque, camelo e cavalo. As ovelhas, as mais numerosas e mais valiosas, forneceram comida, roupas e abrigo. A carne de carneiro era parte integrante da dieta mongol. Além disso, os pastores faziam da lã e da pele desses animais suas roupas, recolhiam estrume de ovelha como combustível e prensavam a lã em feltro, que era usado em roupas, tapetes e cobertores e, também, para as tendas em que residiam os mongóis. Embora menos abundantes do que as ovelhas, as cabras eram igualmente vitais. Os mongóis lhes consumiam

a carne, o leite e o queijo. As cabras não eram tão valiosas quanto as ovelhas por dois motivos: não eram resistentes quanto as ovelhas, precisando, portanto, de mais cuidados para sobreviver em terrenos mais pobres. Ademais, elas comiam não só a vegetação rasteira, como suas raízes, o que contribuía para a desertificação da região.

Os iaques e os bois exigiam excelentes campos de pastagem para sobrevivência e não podiam resistir no deserto ou em outras regiões fronteiriças. Sendo assim, eles eram criados apenas nas estepes ou nas montanhas; eram menos capazes de resistir do que as ovelhas ou as cabras. Os mongóis não só comiam carne de iaque e bebiam seu leite, mas também usavam iaques e bois para transportar seus pertences durante suas mudanças sazonais para novas áreas de pastagem. O camelo e o cavalo muito contribuíram para a sociedade mongol. O camelo de duas corcovas permitiu que os mongóis carregassem cargas pesadas através do deserto e outros terrenos inóspitos, porque poderia levar mais peso do que qualquer outro animal. Era ideal para terrenos em que água e grama nem sempre estavam disponíveis.

O cavalo tinha não só valor econômico na vida e subsistência dos mongóis, como era vital para as capacidades militares dos mongóis (sim, os clãs mongóis guerreavam entre si). Os mongóis comiam carne de cavalo e bebiam *koumiss* (leite de égua fermentado) e o empregavam em cerimônias e sacrifícios. O cavalo lhes ofereceu a mobilidade para deixar seus animais soltos para pastar durante o dia e reunir os rebanhos à noite. Talvez até mais importante, os cavalos de guerra e sua cavalaria lhes deram uma vantagem tática em conflitos com civilizações sedentárias.

Até o final do século XII, as práticas religiosas dos mongóis também eram simples. Como eles estavam frequentemente em movimento, não tinham edifícios para adoração ou estátuas grandiosas. Praticavam o xamanismo e seus lugares de adoração e sacri-

fícios eram colinas ou montanhas onde os *oboo* ou pilhas de pedras tinham sido cuidadosamente arranjadas. Sua conversão a outras religiões, como o budismo e o islamismo, deu-se, paulatinamente, no decorrer do século XIII.

A simplicidade, da mesma forma, caracterizou a organização política dos mongóis. Como eles viajavam em pequenos grupos, eles não precisavam de mais do que um sistema de administração rudimentar nem exigiam uma linguagem escrita. Organização centrada em torno de líderes, frequentemente, hereditários, com os mesmos sobrenomes, que tinham controle sobre pessoas e territórios. *Beki* ou *xamás* realizavam cerimônias religiosas e rituais, mas a liderança estava geralmente nas mãos do patriarca, uma das principais funções era determinar a água e os direitos de pastoreio para as famílias individuais sob seu comando. Seus outros deveres incluíam preservar a ordem e a estabilidade, levando seu povo na batalha e comandando homens na caça. Segundo Rossabi (2012):

Em 1206, os chefes dos principais grupos mongóis reuniram-se em um *khuriltai*, ou conjunto da nobreza, nas margens do rio Onon para endossar *Temüjin* como seu governante e conceder-lhe o título de Chinggis Khan (“governante feroz”)<sup>111</sup> (ROSSABI, 2012, p. 547-549, tradução nossa). (...)

Os biógrafos forneceram uma variedade de explicações para o sucesso de Chinggis em unificar os mongóis, talvez sua maior conquista. Sem dúvida, ele tinha um carisma extraordinário, o que atraiu muitos adeptos. Suas habilidades como comandante militar eram óbvias, mas seus acúmenes administrativos e políticos também eram vitais<sup>112</sup> (ROSSABI, 2012, p. 543-545, Tradução nossa).

111 In 1206 the chiefs of the leading Mongol groups gathered together at a *khuriltai*, or assemblage of the nobility, on the banks of the Onon River to endorse *Temüjin* as their ruler and to grant him the title of Chinggis Khan (“Fierce ruler”) (ROSSABI, 2012, p. 39).

112 Biographers have provided a variety of explanations for Chinggis’s success in unifying the Mongols, perhaps his greatest achievement. No doubt he had extraordinary charisma, which attracted many adherents. His skills as a military commander were obvious, but his administrative

Dessa organização política não complexa, surgiu, no início do século XIII, um líder capaz de juntar as tribos mongóis em uma única unidade política: era Temujin, que ficou conhecido como Gengis Khan e foi, a partir dele, que os mongóis iniciaram suas campanhas militares externas.

Assim, apresentamos, brevemente, os mongóis: seu modo de vida, sua organização social e política, sua economia de sobrevivência e sua religião, até a aclamação de Gengis Khan como líder único. Resta, ainda, uma questão relevante: como eles se tornaram, em poucas décadas, uma força militar tão formidável? Para isso, voltemos um pouco para o modo de vida original dos mongóis.

Os mongóis desenvolveram habilidades marciais e poderosas forças militares antes da ascensão de Gengis Khan. Uma vez que as mulheres poderiam, com pouco esforço, assumir os deveres de pastoreio dos homens, a maioria dos homens poderia ser mobilizada para a guerra. As mulheres desempenharam, portanto, um papel indireto crucial nos sucessos militares dos mongóis. Uma importância, ainda maior, para a criação de um poderoso exército mongol foi o contínuo treinamento oferecido e exigido de todos os jovens do sexo masculino. Meninos participavam de atletismo e de competições, que exigiam resistência e habilidades físicas e aprendiam a andar de cavalos e atirar com arco e flecha em uma idade muito precoce. Eles acompanhavam os mais velhos nas caças, que foram projetadas, pelo menos em parte, como exercícios militares e aprendiam a submeter-se ao controle cerrado e à obediência absoluta aos seus líderes.

Quando os mongóis atingiram a idade adulta e estavam prontos para participar do combate, eles estavam bem equipados com montarias, arcos, sabres, capacetes, revestimentos de placas de ferro, machados, armaduras e cordas. O arco composto mongol, com um alcance de 75 metros, dava-lhes uma vantagem sobre todos os

---

and political acumens were also vital (ROSSABI, 2012, p. 39).

seus rivais, cujos arcos alcançavam cerca de 40-50 metros. Por outro lado, os mongóis evitavam o combate corpo a corpo por não serem hábeis espadachins.

Durante a campanha militar, os alforjes continham vasos de cozinha, carne seca, iogurte, garrafas de água e outras coisas essenciais para longas expedições. Uma sela de madeira e couro, que fora untada com gordura de ovelha para evitar rachaduras e encolhimento, permitia que os cavalos suportassem o peso de seus cavaleiros e seus equipamentos por longos períodos e, também, permitia aos cavaleiros manter o assento firme. Um estribo resistente possibilitava que os cavaleiros mongóis fossem mais estáveis e, portanto, mais precisos em disparar flechas a cavalo.

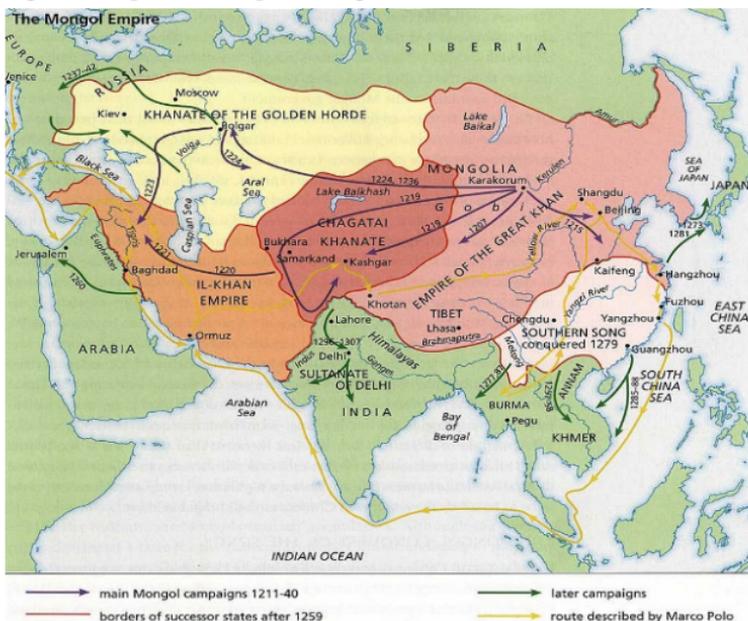
Desse modo, vemos que não foi necessário Gengis Khan transformar um povo pastor em guerreiro. Na verdade, suas condições de vida já os preparavam com as habilidades fundamentais para a guerra. A grande façanha de Gengis Khan foi conseguir unificar as tribos mongóis.

A partir daqui, serão dispensáveis, para a compreensão do relato sobre Al-Tūsī, mais detalhes sobre o povo e sobre o exército mongol. Falaremos apenas, brevemente, dos seus líderes, a fim de incluir o nome de Hulagu, que teve relação direta com Al-Tūsī.

Gengis Khan, o primeiro grande khan, governou de 1206 a 1227, seguido por um período de dois anos de regência. O segundo grande khan, a ser reconhecido, foi Ughedey, que governou de 1229 até 1241. Seu governo foi seguido por um período de cinco anos de regência. O terceiro grande khan, Guyuk, governou de 1246 a 1248, seguido por um período de 3 anos de regência. O quarto grande khan, Munke ou Mangu, governou de 1251 a 1259. Foi durante seu governo que se deram os acontecimentos relacionados ao encontro de Al-Tūsī com os mongóis. Nesse contexto, Hulagu, o comandante militar que encontrou Al-Tūsī, era neto de Gengis Khan e irmão do quarto grande khan, Munke ou Mangu.

O império mongol atingiu, em seu apogeu, uma extensão de 20.000.000 km<sup>2</sup>. No entanto, em 1260, ele já se dividia em 4 unidades distintas (Figura 2), os canados (da palavra Khan): a) o canado noroeste, nas estepes russas, o território da Horda de Ouro, governado pelos descendentes de Djötchi, filho mais velho de Genghis Khan; b) o canado sudoeste, a área de Ilkhans da Pérsia, governado pelos descendentes de Hulegu, filho de Tolui, o filho mais novo de Genghis Khan; c) o canado do centro, o Chaghatai Canado, casa dos descendentes de Chaghatai, segundo filho de Genghis Khan; d) a leste, abrangendo a Mongólia, a China do Yuan, dinastia fundada por Kublai Khan (irmão de Hulagu, filho de Tolui e neto de Genghis Khan), que aparece nos relatos de Marco Polo.

**Figura 2 – Expansão do Império Mongol no século XII**



Fonte: Kina-historie (2020).

Nas décadas seguintes, a fragmentação do poder continuou até que, por fim, desvaneceu por volta de 1370.

## Origem de Nasīr al-Dīn Al-Tūsī

Nasīr al-Dīn Al-Tūsī nasceu em Tūs, conhecida na antiguidade como Susia, localizada no noroeste da cidade sagrada de Mashhad, no Irã (Figura 3), no alto do vale do rio Kashaf. Foi conquistada por Alexandre Magno em 330 a. C e foi uma importante cidade da rota da seda.

Nascido em fevereiro de 1201, Nasīr al-Dīn (Figura 4) foi conhecido por vários nomes diferentes durante sua vida, tais como Muhaqqiq-i Tūsī, Khwaja-yiTūsī e KhwajaNasīr. Sua influência adentrou diversas áreas, como ética, filosofia natural, matemática, sufismo, astronomia, *Kalam* (teologia dialética), lógica, entre outras.

**Figura 3 – Localização de Tus, noroeste do Irã.**



Fonte: Google maps (2017).

Nasīr al-Dīn Al-Tūsī nasceu em plena expansão do império islâmico, próximo à China. Nesse período, a Guerra dos Mongóis teve início com o reinado de Genghis Khan (1162 – 1227), conquistando o norte da China nos anos 1210. Contudo, o imperador mongol não invadiu o mundo muçulmano. Seu sucessor, Ogedei Khan (1186 - 1241), terceiro filho de Genghis Khan, continuou poupando o mundo mulçumano, mas, em 1255, Hulagu Khan (1217 – 1265) adentrou a Pérsia, a Síria e o Egito, tomando, em 1258, Bagdá, destruindo mesquitas, hospitais, bibliotecas e palácios.

Nesse período, houve pouca paz e tranquilidade para que os grandes estudiosos prosseguissem com suas obras e Al-Tūsī foi, inevitavelmente, absorvido pelo conflito que envolveu seu país.

## Os estudos iniciais de al-Tūsī

O que se sabe da infância de Al-Tūsī pode ser encontrado em sua obra autobiográfica, *Risālah-i Sayrwa-sulūk* (Epístola sobre a Jornada e a Conduta). Ele seguiu o estudo da tradição helenística, ou seja, uma fusão da tradição grega e da cultura oriental. Sua primeira instrução ocorreu em sua própria casa sob a tutela de seu pai, Wajīh al-Dīn Muhammad ibs al-Hasan al-Tūsī, que seguia a linha da escola xiita, voltada para ‘Alam al-Hudā al-Murtadā (966-1044)<sup>113</sup> e tinha bastante simpatia pelas ciências racionais, como matemática, lógica e medicina. Ele ensinou a seu filho as leis xiitas por meio da leitura dos trabalhos de al-Murtadā.

Xiita é uma corrente do islamismo que surgiu após a morte do profeta Muhammad ou Maomé, autor do famoso livro sagrado, Alcorão. Depois de uma disputa para decidir quem seria o sucessor

---

113 Abu al-Qāsim ‘Alī ibn Husayn al-Sharīf al-Murtadhā ou Sharīf Murtadhā ou Sayyid Murtadhā, também conhecido, popularmente, por Alam al Huda, foi um dos maiores estudiosos xiitas de seu tempo. Ele foi considerado um mestre de kalam, fiqh, usul al-fiqh, literatura, gramática, poesia e outros campos do conhecimento. Sua coleção de poesias tem mais de 20.000 versos.

de Maomé entre seus genros, em 632, duas principais correntes nasceram: os xiitas e os sunitas. Ressaltamos que a estrutura Islâmica articula os princípios da religião com a política.

Os sunitas admitem que tanto ao Alcorão quanto o *Sunna*<sup>114</sup> determinam comportamentos mulçumanos corretos. Eles sempre atualizam as interpretações do livro sagrado e da Lei Islâmica, levando em consideração as transformações pelas quais o mundo passou e valendo-se de outra fonte, além das citadas. Esse grupo não aceita os descendentes de Alībn Abī Tālib<sup>115</sup> (-600 – 661) como líderes do islamismo. Atualmente, eles formam 90% dos mulçumanos.

Os xiitas formam a minoria, cerca de 10% dos mulçumanos e residem, principalmente, no Iraque e no Irã. Esse grupo acompanha o genro e primo de Maomé, Alī, casado com a filha Fātimad bint Muhammad (-605 – 632), e acredita que o líder do Islamismo deve estar entre os descendentes de Alī. Eles creem que todas as revelações divinas foram recebidas por Maomé e estão contidas no Alcorão. Dessa forma, as lideranças religiosas altamente preparadas, os imãs, são necessárias para interpretar, com rigor, o texto sagrado.

Na obra *Risālah-i Sayrwa-sulūk*, al-Tūsī relata um pouco sobre sua educação teológica e filosófica, entretanto, ele não fala sobre os estudiosos que conheceu e nem de seus estudos em matemática e astronomia, que, mais tarde, tornaram-se importantes áreas de investigação.

O jovem Nasīr, também, estudou com o tio materno de seu pai, Nasīr al-Dīn Al-Tūsī ‘Abdallā ibn Hamza al-Tūsī e seu próprio tio materno, Nūr al-Dīn ‘Alībn Muhammad al-Shī‘ī. Contudo, havia algo a mais do que uma simples adesão do dogma esotérico<sup>116</sup>

114 A *Sunna* é um livro no qual estão compiladas as grandes realizações e exemplos do Profeta Maomé.

115 Conhecido como Abu al-Qāsim ‘Alībn Husayn al-Sharīf al-Murtadhā, foi um dos maiores estudiosos xiitas de seu tempo.

116 Muitas doutrinas religiosas possuem duas versões: a exotérica e a esotérica. O exoterismo é o conhecimento passível de ser divulgado a todos (público). Enquanto o esoterismo é um conhecimento complexo e restrito a um grupo de especialista (reservado) e somente para os iniciados.

xiita pela família de Nasīr al-Dīn. Segundo Ragep (1993), em uma autobiografia, Al-Tūsī relata que seu pai, alguém que viu o mundo, encorajou-o a estudar diferentes ciências e a escutar os mestres de várias seitas e opiniões. Conforme Ragep (1993, p. 5):

Após o período inicial de sua educação, Nasīr al-Dīn aparentemente viajou para Nishapur, a maior cidade de Korasa localizada a oeste de Tus, para estudar com (famoso, notável) médico Qutb al-Dīn al-Misrīe com o sábio (polymath) Farīd al-Dīn Dāmādh. Ambos nos fornecem a evidência de que ele estava ativamente buscando uma educação mais profunda nas ciências e filosofia antigas (RAGEP, 1993, p. 5).

Nesse período em que al-Tūsī passou em Nishapur, que fica 75 km a oeste de Tus, entre 1213 e 1221, ele ainda estudou com Muʿīn al-Dīn Sālimibn Badrā al-Mīsr e com Kamāl al-Dīn ibn Yūnus (1156-1242), este último foi sua maior influência no estudo da astronomia e da matemática. Em Nishapur, al-Tūsī começou a adquirir reputação como um excelente estudioso e se tornou bem conhecido em toda a área. Com relação à educação em matemática que Al-Tūsī recebeu, Van Lit (2008) a divide em três momentos:

- a) Entre 1212 e 1215: estudou com Muʿīn al-Dīn Sālimibn Badrā al-Mīsr e Kamāl al-Dīn ibn Yūnus, com este último, estudou os *Elementos*, de Euclides;
- b) Entre 1215 e 1222: estudou vários tratados matemáticos sob a supervisão de Qutb al-Dīn al-Miṣrī e Farīd al-Dīn Dāmādh;
- c) Entre 1221 e 1232: estudou o *Almagesto*, de Ptolomeu, sob a supervisão de Kamāl al-Dīn ibn Yūnus.

---

Esotérico está relacionado com as leituras mais precisas do Alcorão, o livro sagrado, pelos iitas.

Após esse período, em 1233, viajou para o Qūhislān para começar sua carreira profissional. Com bases sólidas em religião, jurisprudência, lógica, filosofia, matemática, medicina e astronomia, Al-Tūsī foi considerado um dos últimos maiores eruditos persas.

## **Período profissional de al-Tūsī de 1233 a 1256: os ismaelitas**

Após o término de seus estudos, al-Tūsī teve sua carreira decolada pelo patrocínio do Ismaelismo, em particular, do último governador ismaelita da cidade persa de Quhistan, ‘Abd al-Rahīm ibs abī Mansūr Nūsir al-Dīn Muhtasham<sup>117</sup>, por volta de 1235.

Os ismaelitas<sup>118</sup> são uma grande comunidade muçulmana xiita, que teve uma longa e agitada história desde o período da formação do Islā, quando várias comunidades de interpretação estavam desenvolvendo suas posições doutrinárias. A seita surgiu após a morte (em 765) do sexto imā<sup>119</sup> xiita, Ja‘far ibn Muḥammad al-Ṣādiq (702 – 765) e a sucessão do escolhido.

Segundo Daftary (2007), Ja‘far al-Ṣādiq teve dois filhos homens, Ismāil al-Mubārak (-721 – -754) e Mūsā al-Kāzim (745 – 799), cujo primeiro deles foi nomeado como seu sucessor. Entretanto, devido à sua morte prematura, Ismāil al-Mubārak não assumiu. Uma parcela da comunidade xiita considerou que o sétimo imā fosse Mūsā al-Kāzim, enquanto outros (mais tarde conhecidos como ismaelitas) acreditavam que esse lugar era de Ismāil al-Mubārak, apoiando a sucessão através de seu filho. Nessa crise,

117 Será abreviado o governador ismaelita ‘Abd al-Rahīm ibs abī Mansūr Nūsir al-Dīn Muhtasham por apenas al-Rahīm.

118 Os ismaelitas vivem em mais de 25 países diferentes, principalmente, na Ásia Central e do Sul, África e Oriente Médio, bem como na América do Norte e Austrália.

119 O imā, para o Ismaelismo, é um líder espiritual que é considerado o sucessor designado por Maomé.

os xiitas se subdividiram, o grupo que seguia Ismāil al-Mubārak ficou conhecido como os ismaelitas e os outros que seguiram Mūsā al-Kāzim.

Nos séculos seguintes a esse acontecimento, pouco se tem fatos sobre o Ismaelismo, outros sucessores seguiram com a doutrina, entretanto, no século XI, ocorreu outra crise sucessória, em 1094, após a morte de Abū Tamīm Ma'add al-Mustansir bi'llāh (1029 – 1094), com a disputa de seus filhos al-Musta'libi'llāh (~1074 – 1101) e Nizār (~1045 – ~1097). Muitos governantes apoiaram al-Musta'libi'llāh e outros seguiram Nizār, que se refugiara nas montanhas da Síria e do Irã e ficaram conhecidos como “os nizaritas”.

No período em que al-Tūsī terminou seus estudos, o califa estava sob o comando de 'Alā al-Dīn Muḥammad III (1211 – 1255) e a região que ele escolheu para iniciar sua vida profissional, Quhistan, fazia parte de uma das fortalezas do Ismaelismo, no leste do Irã. Ragep (1993) faz uma discussão sobre os motivos que levaram al-Tūsī a entrar para o serviço do Ismaelismo, se foi motivado por lealdade religiosa ou considerações puramente profissionais. Segundo ele, em sua obra autobiográfica, *Risālah-i Sayrwa-sulūk* (Epístola sobre a Jornada e a Conduta), al-Tūsī relata que, devido à sua desilusão pelo Islã exotérico, na sua infância, ele se converteu ao Ismaelismo esotérico, porque sentiu que precisava saber da verdade trazida pelo Ismaelismo.

Não se sabe ao certo quando al-Tūsī foi transferido de Quhistan para a fortaleza de Alamūt<sup>120</sup>. De acordo com Ragep (1993), uma possibilidade razoável é que seja entre 1244 e 1245, data de composição de sua obra persa, *Asās al-iqtibās*, sobre lógica, período que ainda estava a serviço de Nasir al-Dīn; em junho/julho de 1246, já estava completo o trabalho *Sharhal-Ishārātwa-'l-tanbihāt*. Neste último trabalho, dedicado a Shihāb al-Dīn Muhtasham,

120 Alamūt foi uma fortaleza situada na Cordilheira Elbruz, ao sul do Mar Cáspio, no Irã.

provavelmente, estava em Alamūt, pois, na época, al-Tūsī reclama, amargamente, sobre a “circunstância difícil” e o “estado de espírito perturbado” sob o qual o trabalho foi escrito.

Esse período, no qual al-Tūsī passou servindo o governador ismaelita al-Rahīm, é o mais criativo, publicando diversos tratados e traduções. Uma de suas primeiras obras intitula-se Akhlāq-i Nāṣirī (1235-36), que é uma combinação de alguns tratados importantes da época, que foram coletados pelo autor. A obra versa sobre a sabedoria prática da filosofia antiga, seguindo a tradição aristotélica de classificação do conhecimento, ou seja, a maior parte da sabedoria comportamental de Akhlāq-i Nāṣirī se baseia em ideias aristotélicas e neoplatonistas.

Ainda, em Alamūt, ele completou a edição do *Almagesto*, de Ptolomeu e dos *Elementos*, de Euclides, por volta de 1247. Al-Tūsī também continuou trabalhando em projetos que só seriam terminados após a invasão mongol, como a obra *Esfera*, de Menelau.

Outros trabalhos científicos e filosóficos foram escritos nesses 25 anos em que al-Tūsī ficou em Quhistan e na fortaleza de Alamūt, tais como Al-Risalahal-Asturlabiyah (1235), Hall-i Mushkilāt-i Mu‘iniyya<sup>121</sup> (1235-36), Asās al-iqtibās<sup>122</sup> (1244-45), Sharhal-Ishārātwa-‘l-tanbīhāt (1246), *TahrirKitabusul al-Handasali-Uqlidis* (1248), Tajrīd al-‘itīqād (s/d), entre outros.

A relação entre Al-Tūsī e o Ismaelismo terminou dia 19 de novembro de 1256, com a tomada de Alamūt pelos mongóis. Segundo Ragep (1993, p. 13), al-Tūsī teve um papel importante na negociação final: “É significativo que ele mesmo desempenhou algum papel nas negociações finais e, de fato, acompanhou Rukn al-Dīn Khurshāh, que havia substituído seu pai assassinado um ano antes, descendo o caminho íngreme do topo da montanha até

121 Na obra Hall-i Mushkilāt-i Mu‘iniyya, trabalho dedicado a Mu‘in al-DīnShams, filho de Nāṣir al-DīnMuhtasham, al-Tūsī apresentou o primeiro de seus novos modelos lunares e planetários.

122 Tratado sobre lógica.

Hülegü”. Rukn al-Dīn Khurshāh participou de uma série de negociações com os invasores mongóis, que entregou o Castelo Alamūt ao império mongol.

## **Período profissional de al-Tūsī de 1256 a 1274**

Após a invasão do Castelo de Alamūt pelos mongóis, al-Tūsī se tornou um dos conselheiros confiáveis de Hülegü Khan<sup>123</sup>, acompanhando-o na campanha contra a cidade de Bagdá, em 1258.

Essa relação entre al-Tūsī e Hülegü Khan resultou na construção de importante observatório em Maragheh (Marāghé ou Marāgha), cidade antiga e capital do condado de Maragheh, província do leste do Ādhardayjān (Azerbaijão), no Irã. Sua construção começou logo após a invasão de Bagdá, em abril/maio de 1259 (RAGEP, 1993).

Nāsir al-Dīn al-Tūsī convidou os cientistas mais renomados da época, entre os quais devemos mencionar Mu’ayyad al-Dīn al-‘Ur-dī e Mulyī al-Dīn al-Maghribī, para participar da construção dos instrumentos, bem como das observações reais.

De acordo com Ragep (1993, p. 14), “um número bastante substancial de alunos também esteve presente, que se beneficiaram de uma impressionante biblioteca”. O observatório tinha um caráter internacional devido aos vários astrônomos chineses que faziam parte da equipe. Para pagar as despesas, al-Tūsī, na qualidade de administrador dos fundos *waqf* (doação religiosa), usou esses recursos para financiar o observatório. Para Ragep (1993, p. 14), o “uso de fundos *waqf* para o observatório de Marāgha também explicaria sua vida relativamente longa de cerca de cinquenta anos”.

---

123 Hülegü Khan (1217 – 1265) era neto de Genghis Khan e irmão de ArikBöke, Mongke e Kublai Khan, foi um imperador mongol que conquistou muito do sudoeste asiático.

O observatório de Marāgha serviu de modelo para observatórios posteriores, tais como o observatório Ulugh Beg do século XV, em Samarcanda, no Uzbequistão; o observatório Taqi al-Din do século XVI, em Istambul, na Turquia e o observatório Jai Singh do século XVIII, em Jaipur, na Índia.

O observatório de Marāgha foi o maior observatório do tempo, composto por uma série de edifícios que ocupam uma área de 150 metros de largura e 350 metros de comprimento. Segundo Ruggles e Cotte (2010, p. 163):

A estrutura central, que é assumida como a construção principal do observatório, é circular. O seu diâmetro é de 22 m e a base da parede de encerramento tem 80 cm de espessura. Uma entrada de 1,5 m de largura abre em um corredor de 3,1 m de largura que marca a linha do meridiano e contém os restos do quadrante mural, dos quais 5,5 milhões sobreviveram. De cada lado do corredor central estão 6 salas, sendo que o par a cada extremidade é menor do que o resto. Fora do prédio principal para o sul, sudeste e norte são cinco construções circulares. Estes eram os locais onde os instrumentos observacionais menores estavam montados. Há também um edifício separado, com uma área de 330m<sup>2</sup>, que é assumida como a biblioteca do observatório. Além disso, os arqueólogos descobriram uma unidade onde as partes metálicas dos instrumentos foram moldadas e montadas (RUGGLES; COTTE, 2010, p. 163)<sup>124</sup>.

---

124 The central structure, which is assumed to be the main building of the observatory, is circular. Its diameter is 22m and the base of its enclosing wall is 80 cm thick. A 1.5m-wide entrance opens into a 3.1m-wide corridor that marks the meridian line and contains the remains of the mural quadrant, of which 5.5m has survived. On each side of the central corridor are 6 rooms, the pair at each end being smaller than the rest. Outside the main building towards the south, south-east and north-east are five circular constructions.

These were the places where the smaller observational instruments were once mounted. There is also a separate building, with an area of 330m, which is assumed to be the library of the observatory. In addition, archaeologists have discovered a unit where the metal parts of the instruments were cast and assembled (RUGGLES; COTTE, 2010, p. 163).

A biblioteca do observatório continha mais de 40.000 livros em vários assuntos, relacionados à astrologia/astronomia, bem como a outros temas, que foram saqueados pelo império mongol durante suas invasões em toda a Pérsia, Síria e Mesopotâmia. Conforme Ruggles e Cotte (2010, p. 164), existiam muitos instrumentos no observatório, que incluíam “um quadrante mural com um raio de cerca de 40 m, um solsticial armilla, um anel azimutal, uma régua paralactica (triquetrum) e uma esfera armilar com um raio de cerca de 160 cm”.

O que tornam o observatório mais atraente são os poços e as cavernas de 20 metros a 44 metros de profundidade ao redor, onde o astrologista Khajeh Nassir e seus alunos conseguiram rastrear os movimentos e a localização das estrelas no céu. Após a morte de al-Tūsī, seu filho foi nomeado diretor da instituição, mas foi abandonado em meados do século XIV.

O observatório de Maragha é o lugar onde al-Tūsī, com a colaboração de vários astrônomos, matemáticos e fabricantes de instrumentos, compilou uma das mais importantes mesas astronômicas islâmicas, a Īlkhānī Zīn, completando esse trabalho em 1271.

Em 1274, al-Tūsī decidiu deixar Maragha e viajar para Bagdá com um grupo de estudantes. Não se sabe os motivos reais dessa viagem. Nesse mesmo ano, Nasir al-Din morreu e recebeu um funeral memorável com a presença de várias autoridades. Durante essa breve permanência em Bagdá, al-Tūsī fez a revisão final da sua mais importante obra de astronomia, *al-Tadhkirafī ilm al-bayʾa* (Memória sobre astronomia), que descreve uma construção geométrica para produzir movimento retilíneo a partir de um ponto em um círculo rolando dentro de outro.

**Tabela 1 – principais acontecimentos na vida de Nāsīr al-Dīn al-Tūsī**

<b>ANO</b>	<b>ACONTECIMENTO</b>
1201	Nascimento de Nāsīr al-Dīn al-Tūsī.
1206 a 1213	Período de sua educação em casa.
1212 a 1215	Estudou com Muʿīnal-Dīn Sālīmibn Badrā al-Mīsr e Kamāl al-Dīn ibn Yūnus
1215 a 1222	Estudou vários tratados matemáticos sob a supervisão de Quṭb al-Dīn al-Miṣrī e Farīd al-Dīn Dāmādh.
1221 a 1232	Estudou o <i>Almagesto</i> , de Ptolomeu sob a supervisão de Kamāl al-DīnibnYūnus.
1244 e 1245	Al-Tūsī foi transferido de Quhistan para a fortaleza de Alamūt.
1235	Dedicou-se à obra sobre astrolábio Al-Risalah-i Muʿīniyya
1235-1236	Dedicou-se à obra Kitāb al Akhlāq-i Nāsirī. Escreveu Hall-i mushkilāt-i Muciniyya
1244-45	Completou seu livro sobre lógica, Asās al-iqtibās
1246	Data provável de conclusão da autobiografia intitulada Sayr wa-sulūk.
1247	Início do projeto para editar “Middle Books” de matemática e astronomia, bem como <i>Almagesto</i> , de Ptolomeu e os <i>Elementos</i> , de Euclides.
1256	Data da invasão dos mongóis em Alamūt e Al-Tūsī começa a trabalhar para Hülegü Khan.
1258	Bagdá é invadida pelos mongóis.
1259	Início da construção do observatório de Marāgha.
1260	Publicou sua obra sobre matemática, Kitāb al-Shakl al-qattā.
1271	Completou a obra Īlkhānī Zīn.
1274	Completou sua obra de astronomia, Al-Tadhkirah fiʿilm al-hayʿah. Morte de Nāsīr al-Dīn al-Tūsī

Fonte: elaborada pelas autoras.

Nāsīr al-Dīn al-Tūsī publicou, aproximadamente, 150 livros, dos quais 25 estão em persa e o restante em árabe, além de editar as versões árabes definitivas de algumas traduções de Euclides, Arquimedes, Cláudio Ptolomeu e Teodósio. Essas publicações representam uma das maiores coleções de um único autor islâmico.

## NOTAS FINAIS

Nāsīr al-Dīn al-Tūsī foi um sábio persa que atuou em vários ramos, como filosofia, biologia, medicina, lógica, matemática, teologia, entre outros. Ele é, muitas vezes, considerado o criador da trigonometria como uma disciplina matemática, principalmente, por meio de sua obra *Kitāb al Akhlāq-i Nāsirī* (Tratado sobre Figuras Transversais), conhecida, também, pelo nome “Tratado sobre Quadrilátero Completo”, de 1260.

O Tratado sobre Quadriláteros foi a primeira obra que trata a trigonometria independente da astronomia. Sua importância é tamanha, que Wussing (1998) retrata al-Tūsī como um dos mais importantes matemáticos do século XIII. Além da trigonometria, al-Tūsī estudou o quinto postulado de Euclides, das paralelas, em 1250, em seu livro *Al-risāla al-shāfiyā'na al-shakk fi-l-khutūt al-mutawāziya* (Discussão que remove Dúvidas sobre Linhas Paralelas) e a “demonstração original do teorema de Pitágoras”.

Além do seu reconhecimento no campo da matemática, ainda, é lembrado por ter calculado “um novo conjunto de tabelas astronômicas muito rigorosas, e desenvolveu um modelo astronômico que Copérnico pode ter adaptado para projetar o seu sistema heliocêntrico” (KATZ, 2010, p. 336).

Para Hairī (1968), al-Tūsī é um personagem muito inteligente no palco da história islâmica do século XIII. Ele ressalta que, se fizermos

um estudo superficial da história mongol relacionado com al-Tūsī, pode-se ter a impressão que: “(1) os mongóis eram assassinos selvagens e destruidores da civilização islâmica, (2) que al-Tūsī colaborou com essas pessoas selvagens (3) e conseqüentemente al-Tūsī era um traidor de sua religião, de seus colegas religiosos” (HAIRI, 1968, p. 119).

Várias homenagens foram dadas a al-Tūsī, como uma cratera lunar de 60km de diâmetro, localizada no hemisfério sul da lua, com seu nome “Nasireddin”; um planeta menor, 10269 Tusi, descoberto pelo astrônomo soviético Nikolai Stepanovich Chernykh (1931 – 2004) em 1979; a Khajeh Nasir Toosi University of Technology (KNTU) no Irã e o observatório de Shamakhy na República do Azerbaijão, todos foram batizados com seu nome.

Dessa forma, podemos perceber um pouco da importância de al-Tūsī para a ciência islâmica. Um estudo detalhado das obras originais escritas e de sua influência para futuros cientistas europeus, árabes, chineses, hindus, entre outros, ainda deve ser construído. Isso recai diretamente nas pesquisas desenvolvidas no Brasil sobre a matemática árabe, que, atualmente, são escassas por falta, principalmente, de fontes sobre o assunto.

## REFERÊNCIAS

AL-TŪSĪ, Nasir Al-Din. *Traité du quadrilatère*. Leipzig: [s. n.], 1891.

GOOGLE MAPS. **Tus, Iran** [S. l.]: Google maps, 2020. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Tus,+Cora%C3%A7%C3%A3o+Razavi,+Ir%C3%A3/@36.4790379,59.5008448,15.25z/data=!4m5!3m4!1s0x3f6c8a82896e0c85:0xb30d02441e6bd554!8m2!3d36.4798441!4d59.5095169>. Acesso em: 10 out. 2020.

HAIRI, Abdulhadi. **Nasir al-Din Al-Tūsī**: his supposed political role in the Mongol invasion of Baghdad. 1967. 170 f. Dissertação (Mestrado em Artes) – Institute of Islamic Studies, McGill University, Montreal, 1968. Disponível em: <https://www.twirpx.com/file/1369393/>. Acesso em: 10 ago. 2020.

IMAGES OF MATHEMATICIANS ON POSTAGE STAMPS. **Al-Tusi, Nasir al-Din**. [S. l.]: IMPS, 2020. Disponível em: <https://jeff560.tripod.com/images/al-tusi8.jpg>. Acesso em: 10 dez. 2020.

KATZ, Victor. **História da Matemática**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010.

KINA-HISTORIE. **Kinas kejserdynastier**. [S. l.]: Kina-historie, 2020. Disponível em: <http://www.kina-historie.dk/grafik/img/dynastierne/mongolske-empire.jpg>. Acesso em: 10 out. 2020.

RAGER, F. J. **Nasir al-Din Al-Tūsī's**: memoir on Astronomy (al-Tadhkirat<sup>o</sup>film al-hay'a). New York: Springer Science+business Media, 1993. (Sources in the history of mathematics and physical sciences) v. 12.

ROSSABI, Morris. **The Mongols**: a very short introduction. Oxford: Oxford University Press, 2012.

ROZENFELD, B. A. O matematicheskih rabotakh Nasireddina Tusi. **Istórikomatematíchecky Issledovániá**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. 489-512, 1951.

RUGGLES, Clive; COTTE, Michel. **Heritage sites of astronomy and archaeoastronomy in the context of the UNESCO World Heritage Convention**: thematic study. Paris: Icomos, 2010. Disponível em: <http://whc.unesco.org/uploads/activities/documents/activity-631-1.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2017.

VAN LIT, L. W. C. “**The measurement of the circle**” of Archimedes in **Našir al-Din al-Tūsī's revision of the ‘middle books’ (tahrīralmutawassīāt)**. 2008. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Matemática) – Department of Mathematics, Utrecht University, Utrecht, 2008.

WUSSING, Hans. **Lecciones de Historia de las Matemáticas**. Tradução do alemão para o espanhol sob responsabilidade de Mariano Hormigón. Madrid: Siglo XXI de España Editores, S. A., 1998. 345 p. Título original: *Vorlesungen zur Geschichte der Mathematik*.

## SÍNTESE DA FORMAÇÃO E ATUAÇÃO ACADÊMICA DO(S) AUTOR (ES).

**Ana Carolina Costa Pereira** é docente do curso de licenciatura em matemática da Universidade Estadual do Ceará (UECE), do Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) e do Programa de Pós-Graduação em Educação da UECE.

**Bernadete Morey**, doutora em Educação Matemática pela Universidade Amizade dos povos (Moscou), estágios pós-doutorais na Unesp/RC, Universidade de Penza (Rússia), Laurentian University (Sudbury, Canadá). Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática/CCET/UFRN.

**Fabian Arley Posada-Balvin** possui doutorado em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campus Rio Claro/SP. Docente no curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e do programa de pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) da mesma universidade.

**Francisco de Assis Bandeira** é doutor em educação e docente associado dois da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pertencente ao quadro docente do Departamento de Ciências Exatas e Aplicadas do Centro de Ensino Superior do Seridó, CERES/Caicó. Faz parte também do quadro docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) do Centro de Ciências Exatas e da Terra, CCET/UFRN e é membro pesquisador do Grupo de Pesquisa Matemática e Cultura vinculado ao CNPq.

**Gabriela Lucheze de Oliveira Lopes** é bacharela em Matemática pela Universidade Federal de Goiás, tem Mestrado em Matemática pela Universidade Federal de Minas Gerais e Doutorado em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Atualmente é professora adjunta do Departamento de Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e é Assessora Acadêmica do Centro de Ciências Exatas e da Terra desta instituição.

**Giselle Costa de Sousa** é doutora em Educação na linha de Educação Matemática pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, docente do departamento de matemática e do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática da UFRN, sendo também vice-coordenadora deste último e docente orientadora da Residência Pedagógica de Matemática da UFRN.

**Kaline Andreza de França Correia Andrade** é doutoranda no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Mestra em Matemática Aplicada e Estatística pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2009), graduada em Matemática Licenciatura pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2004). Professora da rede estadual de ensino do Rio Grande do Norte (2006-2015). Professora substituta do departamento de matemática da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) (2004-2005 e 2010-2012). Professora do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (IFRN) desde 2015. Tem experiência na área de Educação Matemática, com ênfase em História da Matemática.

**Severino Carlos Gomes** é doutor em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN).

**Mídori H. Camelo** foi professora da UFRN tendo orientado no PPGECNM e exercido a docência no Centro de Educação. Foi professora do Ensino Básico da Rede Pública. Doutorado e Mestrado em História da Ciência pelo Programa de História da Ciência da PUCSP.

