

A ÁLGEBRA COMO CIÊNCIA ÁRABE ¹

Luiz Jean Lauand

1. A CIÊNCIA E SEU CONTEXTO CULTURAL

Neste estudo, analisaremos a Álgebra como ciência árabe. Começamos por antecipar alguns tópicos de discussão sobre que significado pode ter falar em ciência desta ou daquela nação ou cultura – para além do mero fato de indicar o estágio de desenvolvimento ou a produção dos cientistas de uma nacionalidade, como quando se diz: “a Física russa está bastante adiantada e é detentora de diversos Prêmios Nobel” ou “só a Medicina americana consegue fazer esse tipo de transplante” etc.

Ordinariamente tendemos a pensar que o conhecimento científico independe de latitudes e culturas: uma fórmula química ou um teorema de Geometria são os mesmos em latim ou em chinês e, sendo a comunicação o único problema – assim se pensa, à primeira vista –, bastaria uma boa tradução dos termos próprios de cada disciplina² e tudo estaria resolvido.

Na verdade, sabemos que as coisas não são tão simples e não é preciso muito esforço para lembrar que a evolução da ciência está repleta de interferências histórico-culturais, condicionando o surgimento de uma disciplina, o reconhecimento de um resultado ou a adoção de um procedimento científico...

É conhecido, por exemplo, o fato de que espíritos tão inovadores como Galileu ou Descartes apegaram-se ao “dogma científico” do horror ao vácuo³; só Pascal – na mesma época e após muita relutância – superou esse erro. Descartes, em seu *Princípios da Filosofia* – mesmo tratado que

1 Originalmente, conferência “Cultura Árabe e Cultura Ocidental”, proferida em 28-8-96 no curso de difusão cultural do DLO-FFLCHUSP “O Oriente e suas Culturas”.

2 Traduzindo, digamos – por exemplo, em Matemática –, *conjunto* por *set* ou *ensemble*.

3 Para o episódio do “horror ao vácuo”, ver PIEPER, Josef “A tese de Pascal: Teologia e Física – uma introdução ao *Préface pour le traité du vide*” *Cuadernos de Cultura y Ciencia*, Madrid – S. Paulo, Univ. Autónoma de Madrid/DLOFFLCHUSP, 1996, N. 2, pp.29 e ss.

começa afirmando ser necessário duvidar radicalmente de tudo o que possa apresentar a mais ínfima incerteza –, toma como uma intuição irrefutável da razão a idéia tradicional de que a natureza tem horror ao vácuo...

Esses condicionamentos são de diversas ordens. Assim, ao dizer que a Geometria (*geo-metria*, em grego) é uma ciência grega ou que a Álgebra (*al-jabr*) é uma ciência árabe⁴, estamos afirmando algo mais do que a “casualidade” de terem sido gregos ou árabes seus fundadores ou promotores.

Aproximamo-nos do sentido da expressão “ciência árabe” quando pensamos em casos paralelos. Diz-se, por exemplo, que a caligrafia é uma “arte árabe”, mas não se diz que a pintura ou o teatro sejam “artes árabes”. Nesses casos, não estamos aqui interessados no fato de haver muitos e talentosos calígrafos árabes (ou no da correspondente escassez de pintores), mas numa “conexão de sentido” entre a arte caligráfica e fatores como: a atitude árabe perante a escrita (e sua relação, digamos, com o modo como o Alcorão considera os *ayyat*, os sinais de Deus); a desconfiança semita em relação à imagem; a língua e a religião; etc.⁵

No caso da Álgebra, não foi por mero acaso que ela surgiu no califato abássida (“ao contrário dos Omíadas, os Abássidas pretendem aplicar rigorosamente a Lei religiosa à vida quotidiana”⁶, no seio da “Casa da Sabedoria” (*Bayt al-Hikma*) de Bagdad, promovida pelo califa Al-Ma’amun⁷, uma ciência nascida em língua árabe e criada por Al-Khwarizmi, pioneiro da ciência árabe e “antagonista da ciência grega”⁸.

Certamente, o que a moderna matemática entende por Álgebra pode parecer uma fria e objetiva axiomática – constitutiva de uma sintaxe de estruturas operatórias e destituída de qualquer alcance semântico –, mas

4 Ao longo deste trabalho, estaremos nos referindo principalmente aos casos paradigmáticos de *Os Elementos* de Euclides e da Álgebra, tal como fundada por Al-Khwarizmi.

5 Uma análise desses fatores condicionantes da arte árabe da caligrafia encontra-se em HANANIA, Aida R. *A Caligrafia como Expressão Cultural – A Arte de Hassan Massoudy*, tese de Livre-Docência, FFLCH-USP, 1995.

6 ANAWATI, M-M e GARDET, Louis *Introduction a la Théologie Musulmane*, Paris, Vrin, 1981, p. 44.

7 Não é de todo alheio a nosso tema, o fato de que esse califa fez de uma particular doutrina teológica, a mu’atazilita, a teologia oficial do Império.

8 E, como indicaremos, não são casuais as definições euclidianas de *razão e proporção* (e os limites impostos a esses conceitos nos *Elementos*) nem tampouco a reação dos matemáticos árabes a essas definições.

essa Álgebra de hoje é o resultado da evolução – em desenvolvimento contínuo – da velha *al-jabr*, forjada por um contexto cultural em que não são alheios, elementos que vão desde as estruturas gramaticais do árabe à teologia muçulmana da época...

2. AL-JABR E AL-MUQABALAH

Muhammad Ibn Musa Al-Khwarizmi foi membro da “Casa da Sabedoria”, a importante academia científica de Bagdad, que alcançou seu esplendor sob Al-Ma’amun (califa de 813 a 833). A ele, Al-Khwarizmi dedicou seu *Al-Kitab al-muhtasar fy hisab al-jabr wa al-muqabalah* (“Livro breve para o cálculo da *jabr* e da *muqabalah*”), o livro fundador da Álgebra.

Começamos por observar que as palavras que nomeiam a nova ciência, *al-jabr* e *al-muqabalah*, embora empregadas por Al-Khwarizmi em sentido técnico, eram (e ainda são) termos da linguagem corrente árabe.

O radical trilítere *j-b-r*⁹ está associado aos seguintes significados:

- *Força*: por exemplo, o anjo Gabriel, *Jibryl*, é, literalmente, força-de-Deus. No Alcorão (59, 23), *Al-Jabar* – o forte, aquele que faz valer sua vontade – é um dos 99 nomes de Deus.

- *Força que compele, que obriga*: neste sentido, o Alcorão diversas vezes (11, 59; 14, 15; 28, 19; 40, 35; etc.) emprega o radical *j-b-r* para “tiranizar”, “tirano” etc.. Não por acaso, a corrente teológica muçulmana que nega o livre-arbítrio do homem em favor de um inevitável destino pré-determinado foi denominada *jabariyah*. E também o serviço militar compulsório é *ijbary*...

- *Restabelecer*: pôr (ou repor) algo em seu devido lugar, restabelecer uma normalidade. Daí que *tajbir* seja ortopedia e *jibarah*, redução, no sentido médico: reconduzir (talvez *forçando-o* por tala, gesso etc.) o osso a seu devido lugar: na Espanha, no tempo em que os barbeiros acumulavam funções, podia-se ver a placa “*Algebrista y Sangrador*” em barbearias¹⁰ “Álgebra” no sentido de “ortopedia” vigorou, por muito tempo, também na língua portuguesa¹¹.

9 Como se sabe, o radical consonantal é, em árabe, o que é semanticamente decisivo: as vogais, a prefixação etc. só fazem uma determinação periférica de sentido.

10 KLINE, Morris. *Mathematical Thought from Ancient to Modern Times*, New York, Oxford University Press, 1972, p. 192.

11 Cfr. por exemplo NIMER, Michel. *Influências Orientais na Língua Portuguesa*, São Paulo, s.c.p., 1943, vol. I, verbete *Álgebra*.

Por que Al-Khwarizmi escolhe a palavra *jabr* para o procedimento fundamental de sua nova ciência? Precisamente porque - analogamente à ortopedia - a Álgebra é “forçar cada termo a ocupar seu devido lugar”. Já no começo de seu *Kitab*, Al-Khwarizmi distingue seis formas de equação, às quais toda equação dada pode ser *reduzida* (e, portanto, canonicamente resolvida). Em notação de hoje:

1. $ax^2 = bx$
2. $ax^2 = c$
3. $ax = c$
4. $ax^2 + bx = c$
5. $ax^2 + c = bx$
6. $bx + c = ax^2$

Al-jabr é a operação que soma um mesmo fator (afetado do sinal +) a ambos os membros de uma equação para eliminar um fator afetado com o sinal -.

Já a operação que elimina termos iguais ou semelhantes de ambos os lados da equação é *al-muqabalah* (que, por sua vez, deriva do radical *q-b-l*, cujo significado aponta para: estar frente a frente - daí a *qiblah* na mesquita indicar a direção de Meca -; cara a cara - daí também que *qabila* seja também beijar -; confrontar; equiparar -”toma lá, dá cá” - etc.).

Seja, então, um problema em que os dados podem ser postos sob a forma:

$$2x^2 + 100 - 20x = 58.$$

Al-Khwarizmi procede do seguinte modo:

$$2x^2 + 100 = 58 + 20x \text{ (por } al-jabr \text{)}.$$

Divide por 2 e reduz os termos semelhantes:

$$x^2 + 21 = 10x \text{ (por } al-muqabalah \text{)}.$$

E o problema já está canonicamente equacionado.

Feita esta digressão técnica, passemos a analisar (em alguns casos não será possível superar a mera alusão indicativa...) as relações e conexões de sentido que se dão entre a Álgebra e alguns aspectos da cultura árabe.

3. A ÁLGEBRA NOS QUADROS DO ISLAM: O RELIGIOSO E O TEMPORAL

Começemos pelos fundamentos das necessidades práticas da sociedade.

Em seu estudo “*L’Islam et l’épanouissement des sciences exactes*”¹², Roshdi Rashed, para mostrar a conexão entre Alcorão, ciência e vida prática, exemplifica precisamente com a Álgebra: *‘ilm al-fara’id* (ciência da partilha, da herança). Os próprios juristas referem-se à Álgebra como *hisab al-fara’id*, o cálculo da herança, segundo a lei corânica.

E aí temos já um primeiro condicionamento histórico-cultural, próprio do Islam, no qual o caso da herança é emblemático. Trata-se da sólida união que se dá no Islam entre a ordem religiosa e a temporal.

Por coincidência, o mesmo problema da herança (que para o muçulmano está sob a legislação direta de Allah) é proposto a Cristo. Cristo, que declara – algo impensável na visão muçulmana – “A César o que é de César; a Deus o que é de Deus”, recusa-se a estabelecer concretamente os termos da herança.

Trata-se de um episódio evangélico *aparentemente* intranscendente: “um da multidão” aproxima-se de Cristo e lhe faz um pedido: que Jesus use Sua autoridade para convencer seu irmão a repartir com ele a herança (Lc 12, 13).

Para surpresa daquele homem (e contrariando a mentalidade antiga e a oriental, que uniam o poder religioso a questões temporais...), Cristo recusa-se terminantemente a intervir nessa questão: “Homem, quem me estabeleceu juiz ou árbitro de vossa partilha?” (Lc 12, 14).

O máximo a que Cristo chega é a uma condenação genérica da cobiça, contando a esses irmãos a parábola do homem rico cujos campos haviam produzido abundante fruto e com o célebre convite à contemplação dos lírios: “Olhai os lírios do campo...”.

Bem diferentes são as coisas no mundo muçulmano. Roger Garaudy, no capítulo “Fé e Política” mostra como a *tawhid* (unidade, dogma central islâmico) muçulmana se projeta sobre a política, o direito e a economia: “Deus é o único proprietário e ele é o único legislador. Tal é o princípio de base do Islam em sua visão de unidade (*tawhid*)”¹³.

12 In *Quatre conférences publiques organisées par l’Unesco*, UNESCO, 1981, p. 152.

13 GARAUDY, Roger *Promessas do Islam*, Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1988, p. 70.

Garaudy tem razão ao afirmar que não se dá no Islam (não há sacerdotes), uma teocracia clerical de tipo ocidental, mas é inegável, também, que a visão muçulmana tem favorecido uma forte e arraigada teocracia própria e não por acaso o chefe político se intitula *ayyatullah*, “sinal de Deus”¹⁴.

Seja como for, o fato é que, na questão da herança, o Alcorão (4, 11 e ss.) diz concretamente: “Allah vos ordena o seguinte no que diz respeito a vossos filhos: que a porção do varão equivalha à de duas mulheres. Se estas são mais de duas¹⁵, corresponder-lhes-ão dois terços da herança. Se é filha única, a metade. A cada um dos pais corresponderá um sexto da herança, se deixa filhos; mas se não tem filhos e lhe herdarem só os pais, um sexto é para a mãe. Etc., etc. (...)”.

E conclui: “De vossos ascendentes ou descendentes, não sabeis quais vos são os mais úteis. Isto compete a Allah. Allah é onisciente, sábio”.

Contrastemos com o cristianismo. Naturalmente, para um cristão, o mundo é criação de Deus e obra de sua Inteligência: o mundo foi criado pelo *Verbum* e, portanto, conhecer o mundo é conhecer sinais de Deus. E mais: cada criatura é porque é criada inteligentemente por Deus, participa do ser de Deus. O Deus cristão é *Emmanuel*, Deus conosco, e pela Encarnação, a eternidade de Deus ingressa na temporalidade e Cristo en-cabeça, re-capitula (como diz o *Catecismo da Igreja Católica*) toda a realidade criada.

Daí que a Igreja defenda tenazmente a lei moral, lei natural da dignidade do ser do homem, que lhe foi conferida pelo ato criador do *Verbum*. Mas, precisamente por essa mesma concepção teológica, o cristão pode afirmar a mais decidida autonomia das realidades temporais: **porque** o mundo é obra do *Verbum*, a realidade temporal tem sua verdade própria, suas leis próprias, naturais, descartando o clericalismo¹⁶.

Esta é mesmo a doutrina oficial da Igreja, que rejeita definitivamente tanto o clericalismo quanto o laicismo que pretende afastar Deus da realidade social. Assim, na mesma passagem (4, 36) em que a *Lumen Gentium*¹⁷ afirma: “nenhuma atividade humana pode ser subtraída ao domínio de Deus”, ajunta:

14 Embora Garaudy, acostumado – pelo seu passado marxista – à distinção entre o socialismo ideal e o “socialismo realmente existente”, uma e outra vez recorra à “distinção entre o ensino corânico e a prática dos países muçulmanos...” (p. 70).

15 E se só há filhas...

16 Tratamos mais amplamente do tema em *Tomás de Aquino hoje*, Curitiba-S. Paulo, PUC-PR - GRD, 1993.

17 Sugestivamente no capítulo IV, dedicado aos leigos – a cuja iniciativa e responsabilidade de cristãos compete a santificação da ordem temporal.

“é preciso reconhecer que a cidade terrena, a quem são confiados os cuidados temporais, se rege por princípios próprios”. E a *Gaudium et Spes* (1, 3, 36): “Se por autonomia das realidades terrestres entendemos que as coisas criadas e as mesmas sociedades gozam de leis e valores próprios, a serem conhecidos, usados e ordenados gradativamente pelo homem, é absolutamente necessário exigí-la. Isto não é só reivindicado pelos homens de nosso tempo, mas está também de acordo com a vontade do Criador. Pela própria condição da criação, todas as coisas são dotadas de fundamento próprio, verdade, bondade, leis e ordem específicas. O homem deve respeitar tudo isto, reconhecendo os métodos próprios de cada ciência e arte”¹⁸.

Em extremo sentido contrário, um Ayyatullah Khomeini¹⁹ pôde afirmar: “Costuma-se dizer que a religião deve ser separada da política e que as autoridades religiosas não se devem imiscuir nos assuntos de Estado. (...) Tais afirmações só emanam dos ateus: são ditadas e espalhadas pelos imperialistas. A política estava separada da religião no tempo do Profeta? (Que Deus o abençoe, a Ele e aos seus fiéis)” (p. 27). “O Islam tem preceitos para tudo o que diz respeito ao homem e à sociedade. Esses preceitos procedem do Todo-Poderoso e são transmitidos pelo seu Profeta e Mensageiro. (...) Não existe assunto sobre o qual o Islam não haja emitido seu juízo” (p. 19). “A instauração de uma ordem política secular equivale a entrar o progresso da ordem islâmica. Todo poder secular, seja qual for a forma pela qual se manifesta, é forçosamente um poder ateu, obra de Satanás. É nosso dever exterminá-lo e combater seus efeitos. (...) Não temos outra solução senão derrubar todos os governos que não repousam nos puros princípios islâmicos, sendo, portanto, corruptos e corruptores (...) É esse o dever, não só dos iranianos, mas de todos os muçulmanos do mundo.” (p. 23)

O Islam, ao contrário do cristianismo, afirma uma absoluta transcendência de Deus (transcendência acentuada pela doutrina mu'atazilita) e uma revelação ditada²⁰, “descida” (em árabe, o verbo *nazala*, que se aplica à revelação divina, significa também “descer”). A revelação de Allah e sua *tawhid* estão sinalizadas²¹ no mundo.

E o princípio da unidade não se aplica só à política, mas alcança também as ciências.

18 Cf. também *Apostolicam Actositatem* (II, 7).

19 Em seus *Princípios políticos, filosóficos, sociais e religiosos*, Rio de Janeiro, Record, 1980.

20 E não meramente inspirada ao hagiógrafo, como no cristianismo.

21 *Ayyat*, em árabe, significa não só sinal, mas também versículo do Alcorão.

Em primeiro lugar, as ciências estão a serviço da fé²², também de um modo prático: uma sociedade sob a forte e urgente necessidade de obedecer à lei do Altíssimo, precisa operacionalizar as soluções dos graves problemas de partilha. A Álgebra surge como uma ciência voltada para a resolução desse problema suscitado pelo Alcorão²³. Cabe, nesse sentido, uma simples – porém, sugestiva – observação: a Álgebra de Al-Khwarizmi é inteiramente retórica e não emprega símbolos. Note-se que os números simples são designados por *dirham*, que é uma unidade monetária; a incógnita é designada pela palavra árabe *xay*, coisa, e, se é de ordem quadrada, *mal* (riqueza, bens, fortuna).

Além disso, de um modo intrínseco: “o princípio da *tawhid*, o ponto capital da experiência islâmica de Deus, exclui a separação entre ciência e fé. Tudo, na natureza, sendo ‘sinal’ da presença divina, o conhecimento da natureza torna-se (...) um acesso à proximidade de Deus. (...) A sabedoria da fé integra todas as ciências num conjunto orgânico, pois todas têm um objetivo no mundo que, em sua totalidade, é uma ‘teofania’, uma revelação dos ‘sinais de Deus’. O universo é um ‘ícone’ no qual o Um se revela através do múltiplo por mil símbolos”²⁴.

22 “Deus, em sua misericórdia infinita, confiou o Alcorão a Seu profeta, para que o homem possa decifrar a natureza e, desta forma, transcendê-la. O estudo do Alcorão é uma iniciação ao estudo da natureza. O estudo da natureza é uma procura de Deus. Os fenômenos naturais são cifras que significam Deus. O Alcorão fornece os testes de verificação para os esforços decifradores da pesquisa da natureza. O homem pode comparar a natureza ao Alcorão, porque sua mente participa do espírito divino. A origem divina da mente humana é vivenciada justamente por sua capacidade de adequação do Alcorão à natureza. Por sua capacidade algébrica e decifradora, a mente humana tem a estrutura da mente divina” (FLUSSER, Vilém “A mesquita e a escrita”, *Revista de Estudos Árabes*, DLO-FFLCHUSP, v. 1, n. 2, 1993, p. 33.

23 Este é um fato tão notório, que é destacado por todos os historiadores da matemática árabe. Citaremos aqui apenas três dos mais conhecidos: YOUSCHKEWITCH, Adolf P. *Les mathématiques arabes (VIII- XV siècles)*, Paris, Vrin-CNRS, 1976. DAHAN-DALMEDICO, A. - PEIFFER, J. *Une histoire des mathématiques*, Paris, Seuil, 1988. WAERDEN, B. L. van der *A History of Algebra – From al-Khwarizmi to Emmy Noether*, New York, Springer Verlag, 1985. Note-se que precisamente a parte sobre problemas práticos de herança, a parte III do *Kitab...*, que ocupa mais da metade do livro de Al-Khwarizmi, é omitida nas traduções latinas de Roberto de Chester – feita em Segóvia em 1145 – e de Gerardo de Cremona – falecido em 1187 –, em Toledo.

24 GARAUDY, op. cit. pp. 81, 84-85.

Nesse sentido, um importante instrumento de ligação entre as ciências é precisamente a Álgebra. Referindo-se à época em que surge a Álgebra de Al-Khwarizmi, Roshdi Rashed diz: “O começo do século IX é um grande momento de expansão da matemática helenística em língua árabe. Ora, é precisamente nesse período e nesse meio (o da “Casa da Sabedoria” de Bagdad) que Muhammad Ibn Musa al-Khwarizmi redige um livro com assunto e estilo novos. De fato, é nessas páginas que surge, pela primeira vez, a Álgebra como disciplina matemática distinta e independente. Tal surgimento – e já os contemporâneos se apercebem disso – foi de importância crucial, tanto pelo estilo dessa matemática, como pela **ontologia de seu objeto** (grifo nosso) e, mais ainda, pela riqueza de possibilidades que com ela se abrem. O estilo é, ao mesmo tempo, algorítmico e demonstrativo e, com essa álgebra, imediatamente já se deixa entrever a imensa potencialidade que impregnará a Matemática a partir do séc. IX: a aplicação das disciplinas matemáticas umas às outras”²⁵.

4. A ÁLGEBRA DOS QUADROS DO SISTEMA LÍNGUA/PENSAMENTO ÁRABE

Neste tópico resumiremos algumas características do sistema língua/pensamento, no sentido que essa expressão tem em Lohmann²⁶ e as relações entre seus dois pólos: língua e pensamento. Essa análise permitir-nos-á uma melhor compreensão de aspectos da Álgebra como ciência árabe e de sua evolução (em contraposição à Geometria, ciência grega).

Uma primeira observação sobre as relações entre língua e forma de pensamento é a de que “o que nos interessa não são as línguas em si, mas as línguas enquanto pré-determinam uma certa concepção de mundo para o falante, ou como diz Heidegger, *eine Erschlossenheit des Daseins*”²⁷. Em

25 “Modernidade Clássica e Ciência Árabe”, *Revista de Estudos Árabes*, DLO-FFLCHUSP, v. 1, n. 1, 1993, p. 9.

26 LOHMANN, Johannes. “Santo Tomás e os Árabes - Estruturas lingüísticas e formas de pensamento”. *Revista de Estudos Árabes*, Centro de Estudos Árabes/FFLCHUSP, São Paulo, Ano III, n. 5-6, pp. 33-51. Tit. orig.: “Saint Thomas et les Arabes (Structures linguistiques et formes de pensée)”, *Revue Philosophique de Louvain*, t. 74, fév. 1976, pp. 30-44. Trad.: Ana Lúcia Carvalho Fujikura e Helena Meidani.

27 Art. cit. p. 38. Mesmo reconhecendo uma certa radicalização na posição de Lohmann, não resta dúvida de que há – senão uma determinação – pelo menos um forte condicionamento

outras palavras, o alcance do pensamento condiciona-se pela linguagem. Não só pelo maior ou menor número e profundidade de conceitos e potencial expressivo dos vocábulos, mas também (e principalmente) pelas estruturas peculiares de cada língua ou famílias de línguas.

Assim, cabe falar num sistema língua/pensamento, que, no caso do grego, é justamente designado por *logos* e, no caso do árabe, por *ma'na*. “O conceito de *ma'na*, ‘intencionalidade’²⁸, é tão característico da forma árabe de pensamento, como o é a noção específica do termo grego *logos*, em sua concepção original, para a forma de pensamento do grego clássico. E, além do mais, justamente por essas duas noções, ou, por assim dizer, sob os auspícios dessas duas noções, é que estas duas formas de pensamento, encarnadas, cada uma em uma língua determinada – o grego clássico e o árabe clássico – exprimiram-se como tais em uma filosofia”²⁹ E, poderíamos complementar: exprimiram-se também em Álgebra e Geometria.

Pois o sistema grego, *logos*, busca estabelecer uma exata correspondência entre pensamento e realidade. Correspondência biunívoca já programaticamente estabelecida por Parmênides quando afirma: *Tò gàr auto noein estin te kai einai* (“Na verdade, pensar e ser são, ao mesmo tempo, a mesma coisa”). Tal pretensão de pensamento é possibilitada por diversos fatos de linguagem. Destacaremos dois para efeito de contraste com o árabe.

1) Ao contrário do árabe, no centro semântico do sistema grego, “encontra-se o verbo *esti* (ser), que, segundo Aristóteles, está implicitamente contido em qualquer outro verbo”³⁰ O verbo ser, característica central do sistema *logos* (e de todo o indo-europeu), permitiria o enlace exato entre a realidade em si mesma e o pensamento: pelo verbo ser o pensamento *homologa* o real.

Um exemplo ajudar-nos-á a compreender essa relação. Seja o caso de especialistas em segurança contra incêndio que *homologam* um determinado edifício. Eles dispõem de um *logos*, um corpo de normas técnicas racionalmente estabelecidas e, inspecionando um prédio, verificam se a *realidade* (a presença de tantos extintores de incêndio, tais e tais mangueiras,

do pensamento pelas estruturas da língua. Talvez fosse melhor falar em interação dialética, na medida em que também o pensamento influencia a formação da língua.

28 No sentido técnico-filosófico de *intentio*, apresentado por Lohmann.

29 Art. cit. p. 35-36.

30 Art. cit. p. 35.

portas corta-fogo, saídas de emergência etc.) daquele edifício está no *mesmo logos* (homo-logação) da norma. Do mesmo modo, para o sistema grego, o pensamento está em homologia com a realidade.

2) A língua grega flexiona temas (enquanto a árabe flexiona a própria raiz de uma palavra). No exemplo tradicional das gramáticas elementares de latim (e, obviamente, o mesmo se dá com o grego), o radical *ros* de rosa permanece fixo, pois uma rosa é uma rosa; qualquer outro fator (seu relacionamento com o mundo exterior, com o pensamento humano ou com qualidades que *são* nela): da cor da rosa (genitivo) ao mosquito nela pousado (ablativo), é refletido pelas desinências *rosam*, *rosarum*, *rosae* etc. O árabe, por sua vez, não tem radicais fixos: o radical trilítere é *intra-flexionado*: SaLaM; iSLaM; SaLyM; muSLiM etc. (correspondente à *ousía*, à *substantia*).

Lohmann interpreta este fato do seguinte modo: “O árabe, como o semítico em geral, de um lado, e o grego, de outro, estabelecem relações com o mundo: um, principalmente pelo ouvido e o outro, pelo olho. Tal fato levou o falante semítico a uma preponderância da religião, enquanto o grego tornou-se o inventor da teoria. Daí decorre (ou procede...?) uma diferença análoga das respectivas línguas, quanto a seu tipo de expressão. Cada um desses dois tipos caracteriza-se por um procedimento gramatical específico: flexão de raízes no semítico e flexão de temas no indo-europeu antigo”³¹.

A omnipresença do verbo ser e a flexão de temas, como agudamente indica Lohmann, favorecem um sistema *logos* (“ocular”, “especular”) de correspondência exata entre pensamento e realidade que, como veremos, é característica também da Geometria grega.

Já o árabe tende ao sistema *ma'na* – pensamento “auricular”, “pensamento confundente”³² – pela ausência da amarra do verbo ser como verbo de ligação, pela indeterminação semântica de seus radicais trilíteres etc. Configura-se, assim, uma despreensão de atingir a *ousía*, a *substantia*.

Tal posicionamento é confirmado pela religião e, particularmente, pela doutrina mu'atazilita, que é o pensamento teológico imposto oficialmente por Al-Ma'amun em Bagdad, à época de Al-Khwarizmi. Pode-se aplicar à Álgebra as considerações de Lohmann sobre as “distorções” na recepção da filosofia grega pelos árabes e, particularmente, por Averróes: “(Um as-

31 Art. cit., p. 36.

32 No sentido “técnico” que Ortega y Gasset e Julian Mariás dão à expressão.

pecto) que se deve conhecer para se compreender a intenção do Comentador (subjacente à sua interpretação de Aristóteles) é a noção de *essentia* (como tradução da palavra árabe *dhat*). *Dhat* – conceito profundamente arraigado no aristotelismo árabe na especulação teológica islâmica do século IX da nossa era, em Bagdad – é a *essência* de Deus, em oposição aos atributos, por cuja mediação, fala-se de Deus no Alcorão. A essência de Deus, segundo a doutrina *mu'tazilita* – teologia oficial de Bagdad na primeira metade do século IX – é absolutamente transcendente em oposição a esses atributos. Essa transcendência absoluta de Deus – expressa pela noção *dhat* e traduzida em latim por *essentia* –, em oposição a todas as noções descritivas (*sifat*, em árabe), transformou-se em S. Tomás (e, de certa maneira, já no Comentador, considerado uma autoridade por S. Tomás) em uma transcendência da coisa real com relação ao intelecto humano – transcendência que conduziu, em seguida e enfim, ao *Ding an sich* de Kant”.

Junte-se a estas considerações, o critério – certamente não casual – da seleção de fontes de Al-Khwarizmi. Solomon Gandz, o moderno editor de Al-Khwarizmi, considera essencial, no fundador da Álgebra, seu caráter oriental, não-grego e mesmo anti-grego. Vale a pena transcrever sua introdução ao capítulo “Mensuração” do *Kitab*:

Al-Khwarizmi, o antagonista da influência grega

Na universidade de Bagdad, fundada por Al-Ma'amun (813-33), a chamada Bayt al-Hikma, onde Al-Khwarizmi trabalhou sob o patrocínio do Califa, floresceu também um velho colega seu, chamado Al-Hajjaj ibn Yusuf ibn Matar. Este homem era o líder da corrente a favor da recepção da ciência grega pelos árabes. Dedicou toda sua vida a traduzir para o árabe as obras gregas. Já no califato de Harun al-Rashid (786-809), Al-Hajjaj tinha traduzido Os Elementos de Euclides. Quando Al-Ma'amun tornou-se califa, Al-Hajjaj tentou obter seu favor para uma segunda edição de sua tradução de Euclides. Posteriormente (829-830), traduziu o Almagesto. Ora, Al-Khwarizmi nunca menciona seu colega nem tampouco suas obras. Euclides e sua Geometria, embora disponíveis pela boa tradução do colega, são totalmente ignorados por Al-Khwarizmi, quando ele escreve sobre Geometria. E mais, no “Prefácio” de sua Álgebra, Al-Khwarizmi claramente enfatiza seu objetivo de escrever um tratado popular que, ao contrário da matemática teórica grega, sirva a fins práticos do povo em seus negócios de heranças e legados, em seus assuntos jurídicos, comerciais, de exploração da terra e de escavação de canais. Al-

Khwarizmi aparece não como um discípulo dos gregos, mas muito pelo contrário, como o adversário de Al-Hajjaj e da escola grega. Ele é o representante das ciências populares nativas. Na Academia de Bagdad, Al-Khwarizmi representa, antes, uma reação contrária à introdução da matemática grega. Sua Álgebra causa uma impressão de protesto contra a tradução de Euclides e contra toda a tendência de acolhimento das ciências gregas³³.

5. ÁRABE X GREGO: OS CONCEITOS MATEMÁTICOS DE RAZÃO E PROPORÇÃO

A geometria grega é o modelo acabado do sistema grego³⁴, de uma “língua de visão”, em correspondência, tanto quanto possível, bijetora com o real.

Esse “tanto quanto possível” impõe seus limites: na matemática grega, não encontraremos o número zero (o zero não tem correspondente-*logos* com o real) e é conhecido o escândalo histórico produzido pela descoberta da incomensurabilidade de grandezas (o número irracional – para os gregos *a-logos!* –, entra em contradição com o próprio sistema de pensamento grego). E, de um modo positivo, Euclides³⁵ afirma que o *um* é a realidade e a unidade é aquilo pelo que cada uma das coisas que são é chamada de **um!**

Já o árabe é diferente. Seu sistema língua/pensamento não é *logos*, mas *ma'na*: prevalece não a pretensão de a linguagem acompanhar *pari passu* o ente, mas o sentido mental (*intentio, ma'na*), independentemente da correspondência-*logos* com o real. Daí que a ciência árabe, por excelência, seja a Álgebra (com zero e números negativos). E o irracional, na incomensurabilidade geométrica, é aceito com total naturalidade pelo árabe.

Descreveremos neste tópico, sucintamente, a superação do sistema *logos* no caso paradigmático da conceituação matemática de *razão* e *pro-*

33 Cit. por WAERDEN, B. L. op. cit., pp. 14-15.

34 Já a geometria contemporânea, ligada à moderna concepção de sistemas axiomáticos, aproximar-se-ia de uma outra forma de pensamento (derivada do sistema *logos*, mas já independente) – também discutida por Lohmann no artigo citado –, paradigmaticamente pelo inglês falado nos dias de hoje.

35 Livro VII, definição 1. Citaremos pela edição de HEATH, Thomas L. *The Thirteen books of Euclid's Elements*, translated from the text of Heiberg with Intr. and Comm. New York, Dover, 2nd. ed., s.d., vol. I-III.

*porção*³⁶ Essa superação tem um importante marco inicial no matemático e poeta Omar Khayyam³⁷, que abre caminho para os números irracionais.

Para analisar os conceitos de *razão* e *proporção* nos *Elementos*, comecemos pela observação de Heath: “É digno de nota, o fato de que a teoria das proporções recebe duplo tratamento em Euclides: refere-se a grandezas em geral, no livro V, e só ao caso particular de números, no livro VII”³⁸.

Para Heath, Euclides teria seguido a tradição: reproduzindo a antiga teoria de proporções (anterior à crise dos incomensuráveis) e também a nova, atribuída a Eudoxo (a do livro V). Esta definição (V, def. 5) reza: “Diz-se que magnitudes estão na mesma razão – a primeira para a segunda e a terceira para a quarta – quando: para quaisquer equimúltiplos que sejam tomados da primeira e da terceira comparados a quaisquer equimúltiplos que sejam tomados da segunda e da quarta, os primeiros equimúltiplos coincidem em superar (igualar ou inferar) os segundos equimúltiplos respectivamente tomados na ordem correspondente”.

Vuillemin observa que esta teoria permite eludir o problema dos irracionais³⁹. Subtrai-se o conceito de *razão* ao âmbito da medida (e evita, portanto, o escândalo dos incomensuráveis). E é precisamente essa definição de razão que será objeto de crítica por parte de Omar Khayyam: para ele, Euclides não teria atinado com o verdadeiro significado de *razão*, que se encontra no processo de medida de uma grandeza por outra⁴⁰.

36 Para um estudo da recepção do conceito euclidiano de *razão* entre os árabes, veja-se PLOOIJ, E. B. *Al-Djajjâni – Commentary on Ratio in Euclid's conception of Ratio as criticized by arabian commentators*, Rotterdam, Uitgeuerij W.J. van Hengel, 1950.

37 Omar Khayyam está tão distante do ideal grego de *homologação* do real e tão imerso nos *amthal* do sistema *ma'na*, que numa das *Rubayyat* – a de número XCIV (cito pela edição *Les Quatrains d'Omar Khayyam*, trad. intr. et notes de Charles Grolleau, Paris, Champ Libre, 1980) – chega a escrever: “Para falar claramente e **sem** parábolas: / Nós somos as peças do jogo, jogado pelo Céu / Que brinca conosco no tabuleiro da existência / E depois voltamos, um a um, para a caixa do Nada”.

38 Op. cit. v. II, p. 113.

39 VUILLEMIN, Jules. *De la Logique a la Théologie*, Paris, Flammarion, 1967, pp. 12 e ss.

40 Como observa Dirk J. Struik em “Omar Khayyam Mathematician” *The Mathematics Teacher*, April 1958: “Omar is here on the road to the extension of the number concept which leads to the notion of the real number”.

Assim, Omar Khayyam define $A:B = C:D$

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.⁴¹

Este processo – já mencionado por Aristóteles – é o que os gregos chamam de *antanairesis* ou *antiphayresis*. A quantidade menor, digamos B, é subtraída de A, com resto R_1 . E assim, $R_1 = A - q_1B$. A seguir, R_1 é subtraído – tanto quanto possível – de B:

$$R_2 = B - q_2R_1, \text{ e assim por diante...}$$

Após afirmar a excelência da *antiphayresis*, Omar Khayyam levanta a questão decisiva para o estabelecimento dos números irracionais: se a razão deve ser entendida como um tipo de número.

Desprendidos do compromisso grego de correspondência pensamento/realidade, autores árabes como Nasir ad-Din at-Tusi não verão inconveniente em considerar todas as razões (e os limites das *antiphayresis*) como números.

Um tal acolhimento só é possível no sistema *ma'na*...

41 Cit. por WAERDEN, B. L. van der. *A History of Algebra – From al-Khwarizmi to Emmy Noether*, New York, Springer Verlag, 1985, p. 30.