

Liu Hui e o Jiuzhang suanshu (Nove capítulos da arte matemática chinesa)

Por: Lina Yu Zhao



Euclides de Alexandria
325 a.C. - 265 a.C. Alexandria, Exipto.



Christopher Clavius
Bamberg, Alemaña, 25 - 3 - 1538
Roma, 2 - 2 - 1612



Matteo Ricci
Macerata, Italia, 6 - 10 - 1552
Pequín, China, 11- 5 - 1610

Tres nomes a modo de preámbulo...

Non deixa de ser sorprendente que non haxa apenas referencias escritas sobre a vida do que foi o autor dun dos máis coñecidos *best sellers* da historia das matemáticas occidentais.

Unha das primeiras decisións que tomou *Ptolomeo I* cando accedeu ao poder foi crear en Alexandria un centro de estudo e investigación, ao que se denominou *O Museo de Alexandria*. Alí traballaron os máis grandes sabios da época e entre eles acadou sona o que coñecemos como **Euclides de Alexandria** (325 a. C. - 265 a. C., Alexandria). Por non saberse, nin sequera está claro o lugar do seu nacemento.

Diversas obras son atribuídas a **Euclides** pero a que quedou irremediabilmente ligada ao seu nome é **Os Elementos**. Nesta obra, formada por trece libros, **Euclides** recompila e organiza o saber matemático da época. Comeza con definicións e postulados para continuar con cuestións referidas á xeometría plana, ás proporcións, á teoría de números, números irracionais e xeometría no espazo.

Desde que se fixo a primeira impresión en 1482, **Os Elementos de Euclides** é, despois da Biblia, a obra máis editada, máis estudada e máis traducida.

O xesuíta **Christopher Clavius** formouse fundamentalmente na universidade portuguesa de Coímbra e no Colexio Xesuíta Romano do que logo sería profesor de astronomía e matemáticas. Destacan as súas achegas para facer as modificacións do calendario, dando regras para determinar os anos bisestos, e tamén a súa versión dos *Elementos de Euclides*, na que engadiu importantes comentarios propios, polo que é coñecido como o *Euclides do século XVI*.

Outro xesuíta, **Matteo Ricci** –discípulo de Clavius–, chegou á China en 1582 entrando pola colonia portuguesa de Macao. Ademais das súas intencións evanxelizadoras, **Ricci** contaba coa súa importante bagaxe científica de matemático, astrónomo e xeógrafo. Estes coñecementos foron os que lle permitiron achegarse aos intelectuais chineses.

Matteo Ricci levou a China os saberes da matemática europea facendo a tradución ao chinés de diversas obras, entre elas unha *aritmética* e os seis primeiros capítulos dos **Elementos de Euclides** da versión que escribira o seu mestre, **Christopher Clavius**.

Investiga máis a fondo:

Os elementos de Euclides

Christopher Clavius

Matteo Ricci

OS NOVE CAPÍTULOS DA ARTE MATEMÁTICA

Practicamente na mesma época na que se redactaron os *Elementos*, escribiuse en China a obra de maior importancia histórica para as matemáticas chinesas, da que non se coñece o autor: O **Jiuzhang suanshu** (Os Nove capítulos da arte matemática).

Os contidos do **Jiuzhang suanshu** son moi diferentes aos que se tratan nos *Elementos*, pois, mentres os matemáticos gregos da época se entregaban á tarefa teórica de ordenar e sistematizar os coñecementos matemáticos e consideraban prioritaria a demostración dos teoremas, as matemáticas na China tiñan unha finalidade fundamentalmente práctica preocupándose sobre todo polos *algoritmos* e os métodos de cálculo; o emprego do ábaco indícanos a utilización do sistema de numeración posicional decimal.

Moitos dos avances das matemáticas chinesas son debidos aos matemáticos que se ocuparon de estudar, comentar e facer ampliacións das obras clásicas. O **Jiuzhang suanshu** contou con ilustres comentaristas, nós imos citar ao máis destacado de todos eles: **Liu Hui**.

Son moi poucas as referencias que nos permiten obter información sobre a biografía de **Liu Hui**. Así e todo, é un dos primeiros matemáticos chineses que se asocia á redacción de traballos concretos, pois a maioría das obras da matemática clásica chinesa case sempre son anónimas.



Unidades de medida e equivalencias no Jiuzhang suanshu		
Lonxitude	<i>fen</i>	$\approx 0,2304 \text{ cm}$
	<i>cun</i>	$= 10 \text{ fen} \approx 2,304 \text{ cm}$
	<i>chi</i>	$= 10 \text{ cun} \approx 23,04 \text{ cm}$
	<i>bu</i>	$= 6 \text{ chi} \approx 1,3824 \text{ m}$
	<i>zhang</i>	$= 10 \text{ chi} \approx 2,304 \text{ m}$
	<i>pi</i>	$= 4 \text{ zhang} \approx 9,216 \text{ m}$
	<i>ying</i>	$= 10 \text{ zhang} \approx 23,04 \text{ m}$
Superficie	<i>li</i>	$= 300 \text{ bu} \approx 414,72 \text{ m}$
	<i>mu</i>	$= 240 \text{ bu}^2 \approx 4,58647 \text{ a}$
Peso	<i>quing</i>	$= 100 \text{ mu} \approx 4,58647 \text{ ha}$
	<i>quian</i>	$\approx 3,73 \text{ g}$
	<i>zhu</i>	$= 4 \text{ quian} \approx 14,92 \text{ g}$
	<i>liang</i>	$= 10 \text{ quian} \approx 37,3 \text{ g}$
	<i>jin</i>	$= 16 \text{ liang} \approx 596,8 \text{ g}$
	<i>jun</i>	$= 3 \text{ jin} \approx 1,7904 \text{ kg}$
Capacidade	<i>dan</i>	$= 4 \text{ jun} \approx 7,1616 \text{ kg}$
	<i>yue</i>	$\approx 0,9488 \text{ cl}$
	<i>ge</i>	$= 10 \text{ yue} \approx 9,488 \text{ cl}$
	<i>sheng</i>	$= 10 \text{ ge} \approx 0,9488 \text{ l}$
	<i>dou</i>	$= 10 \text{ sheng} \approx 9,488 \text{ l}$
Tempo	<i>hu</i>	$= 10 \text{ dou} \approx 94,88 \text{ l}$
	<i>maio</i>	Unha centésima de <i>ten</i>
	<i>ten</i>	Unha centésima de <i>ke</i>
	<i>ke</i>	Unha centésima de día

A caída do imperio Han (200 a. C. – 220 d. C) deu lugar ao nacemento de tres reinos que determinaron o nome do período histórico chamado o *período dos tres reinos*, entre os anos 220 e 280. Parece ser que **Liu Hui** naceu arredor do ano 220 da nosa era na que é hoxe a provincia de Shanshi do reino de Wei, na parte central do norte de China, e morreu cara o 280, polo que a súa vida coincidiu co período dos tres reinos.

Ademais do seu extraordinario traballo como comentarista de *Os nove capítulos da arte matemática*, **Liu Hui** escribiu unha obra breve que orixinalmente foi considerada como parte dos comentarios ao capítulo nove do **Jiuzhang suanshu** pero que despois se editou como traballo independente; esa obra leva o título de **Haidao suanjin** (*Manual matemático da illa do mar*).

Esta pequena obra contén nove problemas que tratan sobre o *Teorema Gougu* (Teorema de Pitágoras). **Liu Hui** utiliza aquí o Teorema de Pitágoras como unha ferramenta que lle permite resolver problemas que etiquetamos actualmente como os típicos problemas de trigonometría: cálculo das medidas de distancias e alturas de obxectos inaccesibles. Así trata de obter a anchura dun río ou dunha fortaleza, as medidas dunha cidade observada desde un montículo, a altura dunha torre ou dunha árbore situada na ladeira dun monte, a profundidade dun val que contén unha lagoa na súa parte inferior... ou o que dá nome ao libro, que procura a medida da altura e da distancia dunha illa no mar.

Unha achega importante de **Liu Hui** consistiu en que, a pesar de non facer demostracións no sentido estrito considerado polos gregos, si levou a cabo moitas xustificacións e desenvolvementos pormenorizados dos cálculos cando fixo os seus comentarios do **Jiuzhang suanshu**.

Coa súa metodoloxía chegou a determinar o valor de $\pi = 3,14$ utilizando un polígono regular de 96 lados inscrito nunha circunferencia. Método que, aínda que menos perfeccionado, garda relación co utilizado por Arquímedes.

Tamén fixo investigacións sobre cálculos con números positivos e negativos, sobre resolución de ecuacións lineais e para determinar fórmulas que permitisen calcular volumes de corpos xeométricos varios: prismas, tetraedro, pirámides, cuña, cilindro, cono, tronco de cono... Resistíuselle, sen embargo, o cálculo do volume da esfera que, segundo as súas palabras: *deixemos este problema para aquel que no futuro poida dicir a verdade sobre el*.

Imos referirnos agora aos contidos do **Jiuzhang suanshu**. No libro abórdanse diversos temas mediante a resolución de problemas concretos que teñen que ver con distintas tarefas sociais ou ocupacións: sobre terreos e traballos agrícolas, traballos públicos, intercambio de alimentos, artesanía, prezo das mercadorías, os xuros, transportes e impostos, tarifas das aduanas, anécdotas relativas aos burócratas... En definitiva, o libro contén 246 problemas clasificados en nove categorías cos títulos que indicamos na táboa da dereita.

No **Jiuzhang suanshu** resólvense os problemas seguindo sempre un mesmo método que se desenvolve en tres etapas: *A formulación da pregunta, o valor da resposta e o procedemento de resolución*.

Por exemplo, o primeiro capítulo, que leva por título *campos rectangulares*, ocúpase sobre todo do cálculo de áreas de terreos de diversas formas (triangulares, cadrados, rectangulares, circulares, con forma de coroa ou de sector circular...). O problema número 31 deste capítulo preséntase así:

Teño un campo circular, que ten 30 bu de circunferencia e 10 bu de diámetro. Dime, ¿cal é a súa área?

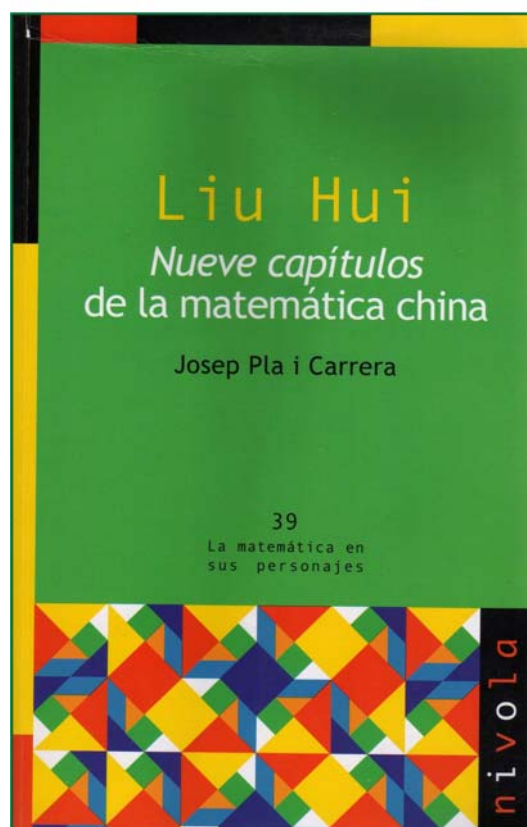
Resposta: 75 bu cadrados.

Procedemento de resolución: *Multiplica a metade da circunferencia pola metade do diámetro (o raio) e obterás a superficie do campo circular (tomouse $\pi = 3$).*

Fagamos unhas reflexións: ¿Como farías ti o problema? ¿Necesitas todos os datos que se dan? ¿Coincide a solución coa que daría ti? Escribe a expresión da fórmula utilizada na notación actual. ¿Coincide coa fórmula que ti utilizas para calcular a área dun círculo?

Vexamos de que tratan os demais capítulos do **Jiuzhang suanshu**. O capítulo dous trata de cuestións relacionadas co intercambio de cereais. O tema fundamental do capítulo tres son as reparticións proporcionais. O capítulo cuarto contén problemas que en certo modo son inversos aos do capítulo primeiro (cálculo dos lados dun rectángulo, dos raios do círculo e da esfera) polo que ofrece regras para realizar produtos, divisións, potencias e raíces. O capítulo cinco mostra como calcular volumes de diferentes corpos, en relación coas obras e traballos públicos. No capítulo seis préstaselle atención ao cálculo de impostos. O capítulo sete aborda problemas numéricos útiles para a vida en sociedade, son problemas que na actualidade se resolven utilizando sistemas de ecuacións con dúas incógnitas. Os problemas do capítulo oito pódense resolver utilizando sistemas de ecuacións de dúas, tres ou catro incógnitas. O último capítulo, o nove, contén problemas de tres tipos: Os referidos á *Regra Gougu* (Teorema de Pitágoras), outros son de proporcionalidade e os demais están en relación cos *números gougu* (ternas pitagóricas).

Categorías de clasificación	Nº de problemas
Campos rectangulares	38
Millo miúdo e arroz sen casca	46
Reparticións proporcionais segundo o rango	20
Diminución da lonxitude	24
Discusións dos traballos públicos	28
Taxación equitativa	28
Excesos e déficits	20
Comparación de disposicións	18
Base e altura	24



Imos deixarche a seguir algúns problemas propostos no **Jiuzhang suanshu** para que ti os resolvas á túa maneira:

Dado un volume de 1 860 867 chi cúbicos, ¿canto vale o lado? (Problema 19, capítulo IV).

O volume dunha esfera é de 1 644 866 437 500 bu cúbicos, ¿Canto vale o diámetro? (Pro. 24, cap. IV).

Compramos un obxecto de ouro conxuntamente. Cada participante contribuíu con 8 moedas e o exceso foi de 3 (sobráronnos 3); pero se cada un contribúe con 7 moedas, o déficit é de 4 (fáltannos 4 moedas). Dime as persoas que participan na compra e o prezo do obxecto. (Pro, 1, cap. VII).

Compramos un can conxuntamente. Cada un contribúe con 5 moedas e o déficit é de 90; pero se cada un contribúe con 50 moedas, o prezo é exacto. Dime as persoas que participan na compra e o prezo do can. (Pro. 8, cap. VII).

Supoñamos que 5 cordeiros, 4 patos, 3 polos e 2 coellos valen 1 496 moedas; 4 cordeiros, 2 patos, 6 polos e 3 coellos valen 1 175 moedas; 3 cordeiros, 1 pato, 7 polos e 5 coellos valen 958 moedas; 2 cordeiros, 3 patos, 5 polos e 1 coello valen 861 moedas. Dime: ¿cal é o prezo dun cordeiro, dun pato, dun polo e dun coello? (Pro. 16, cap. VIII).

Nun círculo de diámetro 2 chi e 5 cun, inscribimos un rectángulo de 7 cun de ancho. Dime, ¿canto mide de longo? (Pro. 4, cap. IX).

Dous homes, A e B, atópanse no mesmo punto. Póñense a andar con velocidades que están na proporción 7 a 3, B cara ao leste e A cara ao sur. A anda 10 bu cara ao sur e logo cara ao nordeste ata que se atopa con B. ¿Cal é a distancia que percorreu cada un? (Pro. 14, cap. IX).

Temos un cadrado do que non se coñece o lado, pero que ten portas na metade de cada lado. A 20 bu ao norte da porta norte hai unha árbore que é visible se se andan 14 bu ao sur da porta sur e despois 1775 cara ao oeste. Dime, ¿canto mide o lado do cadrado? (Pro. 20, cap. IX).

Catro tópicos da matemática chinesa para que investigues

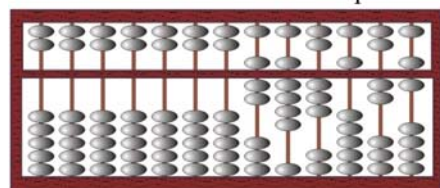


Cadrados máxicos: Segundo a lenda, o primeiro cadrado máxico coñecido foille revelado polos deuses ao emperador Yü na cuncha dunha tartaruga que emerxeu entre as augas do río Lo; os chineses denominárono *Lo Shu*.

O **tangram chinés** é un dos puzzles máis famosos. Está composto por sete pezas que se obteñen a partir dun cadrado.

O **ábaco chinés** pode ser considerado coma unha verdadeira calculadora, con el podemos facer diversas operacións con números escritos en base decimal.

En china existen diversos sistemas de numeración. Investiga o **sistema de numeración sar'gi** ou dos paus.

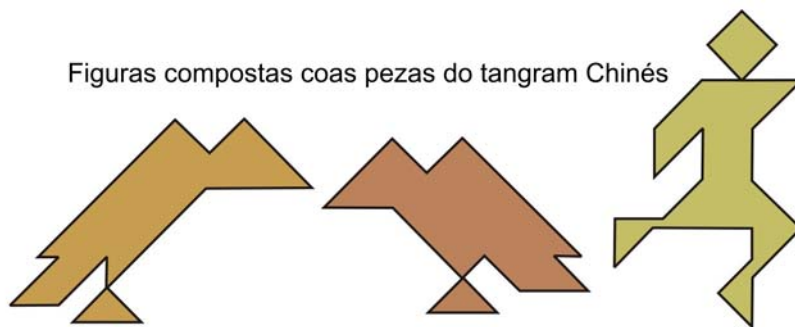


Ábaco Chinés

Cifras do sistema de numeración sar'gi



Figuras compostas coas pezas do tangram Chinés



Fontes principais:

Liu Hui (Nueve capítulos de la matemática china). Josep Pla i Carrera. Editorial Nivola.

http://www-history.mcs.st-and.ac.uk/~history/Mathematicians/Liu_Hui.html

<http://astroseti.org/articulo/4032/un-viaje-por-la-historia-de-las-matematicas-en-china>

http://www.matematicas.net/paraiso/historia.php?id=ch_mate



Lina Yu Zhao, Cuarto ESO-B.