

UNIDADE

12

A ciencia

ÍNDICE DE CONTIDOS

LINGUA

1. AS ORACIÓNS ADVERBIAIS OU CIRCUNSTANCIAIS II.

1.1. ORACIÓNS CONDICIONAIS.

1.2 ORACIÓNS CONCESIVAS

1.3 ORACIÓNS COMPARATIVAS.

LITERATURA.

A CIENCIA GREGA

1. MEDICINA

2. BIOLOXÍA E BOTÁNICA

3. ASTRONOMÍA

4. MATEMÁTICAS

TEXTOS

Nesta derradeira unidade, o apartado "Lingua" conságrase a dotarte dos últimos instrumentos básicos para comprender as estruturas sintácticas do grego, o estudo das oracións adverbiais condicionais, concesivas e comparativas, con exemplos e exercicios. No apartado de "Literatura" vas coñecer por onde ían as inquietudes científicas dos iniciadores da ciencia. Por último, no apartado de "Textos" ofrécenseche uns exemplos de textos científicos

1 As oracións adverbiais ou circunstanciais II

1.1. Oracións condicionais

Expresan a condición necesaria para que se cumpra o que se di na principal. Constrúense con $\epsilon\iota$ ou $\acute{\epsilon}\alpha\nu$ ($<\epsilon\iota\ \acute{\alpha}\nu$), $\eta\nu$, $\acute{\alpha}\nu$ e en diversos modos e valores que teñen que ver co uso da partícula $\acute{\alpha}\nu$ (eventual con subxuntivo, potencial con optativo, irreal con indicativo). A negación é sempre $\mu\acute{\eta}$. A tradución máis corrente é **se**.

A oración condicional chámase *prótase* e a principal chámase *apódose*. O conxunto da oración condicional e a oración principal chámase *período hipotético*. Clasifícanse segundo as formas verbais nos tipos seguintes:

- **Reais.** Suponse que a condición se cumpre. A oración condicional exprésase con $\epsilon\iota$ e indicativo, e a principal, cos modos das oracións independentes:

$\text{Εἰ θεοὶ τι ὀρώσιν αἰσχρόν, οὐκ εἰσι θεοί.}$

Se os deuses fan algo vergonzoso, non son deuses.

- **Eventuais.** Suponse que a condición se cumprirá ou que xeralmente se cumpre. A oración condicional exprésase con $\acute{\epsilon}\alpha\nu$ ($\eta\nu$ ou $\acute{\alpha}\nu$) e subxuntivo, e a principal, cos modos da oración independente e, en especial, indicativo futuro ou imperativo:

$\text{Παντες ἀκούσουσι σοῦ, ἔάν καλά λέγῃς.}$

Todos te escoitarán se dis (no caso de que ti digas) cousas fermosas.

- **Potenciais.** Suponse que a condición é posible. A oración condicional exprésase con $\epsilon\iota$ e con optativo, e a principal, en optativo con $\acute{\alpha}\nu$:

$\text{Εἰ οἱ στρατιῶται ἀνδρείως μάχονται, νικοῦντο ἄν.}$

Se os soldados combatesen con valor, vencerían

- **Irreais.** Suponse que a condición non se cumpre ou non se cumpriu. A oración condicional exprésase con $\epsilon\iota$ e imperfecto (irreal de presente) ou $\epsilon\iota$ e aoristo (irreal de pasado), e a principal, imperfecto ou aoristo con $\acute{\alpha}\nu$, respectivamente:

$\text{Εἰ τοῦτο ἐποίεις, πάντες ἐπῆνον ἄν σοι.}$

Se fixeses iso, todos te eloxiarían.

$\text{Εἰ τοῦτο ἐποίησας, πάντες ἐπῆνεσαν ἄν σοι.}$

Se tiveses feito iso, todos te terían eloxiado.

En galego as potenciais e a irreais de presente só se distinguen polo sentido e o contexto.

- **Universais ou de repetición.** Suponse que sempre que se cumpre a condición, repítese o feito da oración principal. A oración condicional exprésase con $\acute{\epsilon}\alpha\nu$ ($\eta\nu$ ou $\acute{\alpha}\nu$) *sempre que*, *cando* e subxuntivo, se se refire ao presente / futuro, ou con $\epsilon\iota$ *sempre que*, *cando* e optativo, se se refire ao pasado; e a principal en indicativo presente ou imperfecto, respectivamente:

$\text{Ἦν μηδὲν ἀναγκαῖον ἦ κατὰ πόλιν, τὸν ἵππον ὁ παῖς πράγει εἰς ἀγρόν}$

Se non hai nada urxente na cidade, o escravo leva o meu cabalo á finca.

$\text{Ποτὸν πᾶν ἡδὺ ἦν τῷ Σωκράτει διὰ τὸ μὴ πίνειν, εἰ μὴ διψῶη.}$

Toda bebida era agradable a Sócrates porque non bebía se non tiña sede.

1.2. Oracións concesivas

Son unha especialización das condicionais, que expresan que o condicionado se cumpre, tanto se se realiza unha condición como se non.

Constrúense:

a) con **εἰ καί, ἐάν καί, κἄν** (**crasis de καί ἐάν**) e os mesmos modos que as condicionais (a negación é **μή**; ás veces, **οὐ**). A miúdo leva como correlativo na oración principal **ὅμως, non obstante, porén**.

b) con **καίπερ e participio** (a negación é **οὐ**).

A tradución é *aínda que, aínda cando, por máis que, mesmo se*. Modifiquemos algúns exemplos de condicionais que vimos no apartado anterior para convertelos en exemplos de concesivas:

Εἰ καὶ θεοὶ τι δρωσιν αἰσχρόν, ὅμως θεοὶ εἰσιν.

Aínda que os deuses fagan algo vergonzoso, non obstante son deuses.

Παντες ἀκούσουσι σοῦ, ἐάν καὶ καλὰ λέγῃς.

Todos te escoitarán aínda que non digas cousas fermosas.

Εἰ καὶ οἱ στρατιῶται μὴ ἀνδρείως μάχονται, νικοῦντο ἄν.

Aínda que os soldados non combatesen con valor, vencerían.

Εἰ καὶ τοῦτο ἐποίησας, πάντες ἐπήνεσαν ἄν σοι.

Aínda que fixeses iso, todos te eloxiarían.

Ἀγησίλαος δὲ, καίπερ αἰσθανόμενος ταῦτα, οὐ διελύσατο τὴν φιλίαν πρὸς αὐτοῦς

Axesilao, aínda que se estaba a decatar diso, non rompeu a súa alianza con eles.

3. Oracións comparativas

Expresan unha comparación. Constrúense **con adverbios e adxectivos relativos**: οὕτως, τοιοῦτον, ὅσος e coas conxuncións ὥς, ὥστε, ὅπως. Poden ir en modo indicativo, subxuntivo e optativo. Tradúcense *como, así como*.

Λέγει ὥσπερ ἔλεγε ὁ Δημοσθένης.

Fala como falaba Demóstenes.

- Poden expresarse con omisión do verbo:

Λέγει ὥσπερ ὁ Δημοσθένης.

Fala como Demóstenes.

- Pode haber construcións comparativas con **εἰ**, que se traducen *coma se*:

Ἔλεγον ὥσπερ ἄν εἰ ἐνίκησαν.

Falaban coma se vencesen.

- Poden construírse con correlativos e comparativo, co valor *canto máis... tanto máis*.

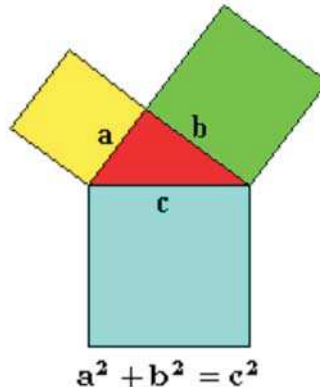
Ὅσω μᾶλλον πιστεύω ὑμῖν, τοσούτο μᾶλλον ἀπορῶ

Canto máis confío en vós, tanto máis perplexo estou

✓ **Realiza a πράξις 1**

Literatura. A ciencia

Os gregos non crearon a ciencia da nada. Os restos das culturas de Mesopotamia e Exipto xunto co desciframento dos seus documentos escritos móstrannos que **houbo comunicación entre os gregos que lideraron a explosión científica do século VI a.C. nas cidades xonias de Asia Menor e as culturas de Babilonia e Exipto**, polo menos no campo da astronomía / astroloxía e as matemáticas. Todas as fontes afirman que Pitágoras estaba en Exipto no ano 525 a.C., ano en que Cambises se apodera do país, e foi levado a Persia, onde entrou en contacto cos matemáticos babilonios. De feito, do seu famoso teorema hai aplicacións en taboíñas babilónicas anteriores en mil anos a Pitágoras.



Agora ben, nas civilizacións de Mesopotamia e de Exipto non se creaba ciencia como tal, senón que se tiña un coñecemento práctico. Foi precisamente Pitágoras quen desligou a matemática da vida económica e técnica, e converteuna en centro de especulación por si mesma, chave do saber á vez exacto e secreto

En xeral ese movemento científico que tivo lugar nas cidades xonias e na Magna Grecia (sur de Italia) converte **ós gregos nos primeiros en concibir a ciencia como un saber abstracto desligado das súas aplicacións prácticas**. Esta falta de aplicación inmediata dos coñecementos científicos foi un obstáculo para o progreso científico. É sabido que, hoxe por hoxe, o método científico require de formulación de hipóteses, observación empírica, recollida de datos, análise e interpretación destes e verificación das hipóteses. Esta aplicación do método científico só se puxo en práctica a partir da época helenística. Quizais cunha moi importante excepción, a medicina, que dende finais do s. VI a.C. xa se encamiñara a unha aplicación práctica dos coñecementos científicos que ía adquirindo. En época helenística foi o momento no que se plasmaron en tratados matemáticos e xeométricos moitos coñecementos e teorías destas materias apuntados nos séculos anteriores

A unidade anterior tiña como obxectivo o estudo da filosofía grega a través de textos dos seus máis significativos representantes. Nesta, como continuación do estudado alí, veremos a contribución dos gregos ao desenvolvemento da ciencia na Antigüidade.

Entre ámbalas dúas, ciencia e filosofía, non houbo en principio diferenzas significativas e foron practicadas polos mesmos pensadores, polo que é natural que se confundan. Porén, a ciencia diferénciase da filosofía pola súa finalidade práctica, é dicir, pretende poñer o coñecemento ao servizo dun resultado útil.

É certo que a ciencia grega, tal como a acabamos de definir, parece que tivo máis de filosofía que de ciencia, dado o seu sentido eminentemente teórico. Isto debeuse fundamentalmente a que os pensadores gregos, ao vivir nunha sociedade economicamente sostida polos escravos, non sentiron a necesidade de dar unha aplicación útil aos coñecementos que ían adquirindo, aínda que isto non é aplicable por igual a todas as ciencias e a todas as épocas.

A ciencia comeza a independizarse da filosofía a finais do século V e principios do IV a.C. Primeiro a sofística e logo, e máis contundentemente, a medicina foron levantando os muros de

separación entre unha e outra. Así, no tratado hipocrático titulado *Sobre a medicina antiga*, o seu autor, quizais da segunda metade do século V a.C., opónse rotundamente a que a medicina estea suxeita a postulados filosóficos coas seguintes palabras

Os que se puxeron a falar ou escribir acerca da medicina baseándose en principios como o quente e o frío, o húmido e o seco ou calquera outro, cometen erros enormes nas súas afirmacións por quererem limitar a causa das enfermidades e da morte do home ao máximo, e atribuíndo a todos os casos unha ou dúas causas.

A medicina dispón dende hai tempo de todos os seus medios e creouse un principio e un método coa aplicación do cal realizou moitos e valiosos descubrimentos ao longo dun extenso período de tempo. E descubrirá outros se, ademais de ser un apto e coñecer os descubrimentos anteriores, os toma como punto de partida para proseguir na investigación.

A medicina ten o fin eminentemente práctico de curar ou aliviar as doenzas do ser humano, así que é lóxico que fose esta ciencia a que máis pronto e máis decididamente se apartase da filosofía. As demais ciencias farían o mesmo no período helenístico.

No seguinte esquema dos principais representantes da ciencia grega e os lugares ou escolas nas que exerceron a súa actividade elaborado polo eminente estudoso da ciencia grega Benxamín Farrington pode observarse que os autores máis antigos, os anteriores ao período helenístico, están considerados tradicionalmente como filósofos, non como científicos, e os do período helenístico e romano, en cambio, considéranse tradicionalmente como científicos: matemáticos, astrónomos, xeógrafos, médicos, etc.

Colonias gregas en Asia	
Escola de Mileto (Tales, Anaximandro e Anaxímenes)	<i>c. (circa = cara a, arredor de) 600 a 550 a. C.</i>
Heráclito de Éfeso	<i>floruit (floreceu, alcanzou a súa plenitude) c. 500 a. C.</i>
Escola hipocrática de Medicina; o seu centro estaba na illa de Cos.	Suponse que Hipócrates viviu entre os anos 460 e 380 a. C.

O primeiro período do pensamento grego (ata Sócrates) é a miúdo designado como xónico, pois comezou na colonia xónica de Mileto e floreceu en cidades xónicas como Éfeso e Cos.

Colonias gregas en Italia e Sicilia (Magna Grecia)	
Pitágoras de Crotona	floruit c.540.
Parménides de Elea	floruit c. 500
Empédocles de Agrigento	floruit c. 450

Grecia propiamente dita	
Anaxágoras de Clazómenas	en Xonia (c. 500-428 a.C.), radicado en Atenas na época de Pericles
Demócrito de Abdera	floruit c. 420

Atenas	
Sócrates	469-399
Platón	427-367
Aristóteles	384-322

Época alexandrina		
Matemáticos	Euclides	floruit c. 300
	Arquímedes	287-212
	Apolonio	floruit c. 220
Astrónomos	Aristarco	c. 310-230
	Eratóstenes	c. 273-192
	Hiparco	floruit c. 125
Anatomistas	Herófilo	c. 335-280
	Erasístrato	floruit c. 290
Gramáticos	Dionisio de Tracia	floruit c. 290

Período grecorromano		
Astrónomo e xeógrafo	Tolomeo	floruit c. 150 d. C
Anatomista e médico	Galeno	129-199 d. C

A partir do esquema anterior pode deducirse bastante ben o proceso de independencia entre ciencia e filosofía. **O punto de separación de ambas as dúas disciplinas márcalo mellor que ninguén Aristóteles**, que viviu entre finais do período clásico e principios do período helenístico, e cuxa portentosa capacidade permitiulle dedicarse á filosofía e á ciencia ao mesmo tempo e fundar un centro de estudo, o **Liceo**, no que se practicaban ambas as dúas actividades. A **Biblioteca de Alexandría** será a súa sucesora á fronte da actividade científica grega.



1. Medicina

A figura central da medicina antiga é **Hipócrates**, pero sabemos que antes del houbo outros cultivadores da medicina: nos pitagóricos tiña esta ciencia un papel destacado; a partir de **Empédo-**

cles xorde a escola médica siciliana; **Dióxenes de Apolonia** foi tamén médico, ademais de filósofo; e de **Demócrito** conservamos tres títulos de escritos médicos.

- **Alcmeón de Crotona**, pertencente á escola deste lugar do sur de Italia, floreceu cara a 500 a.C. Considera a saúde como un equilibrio de potencias. **Con el a enfermidade deixa de ser definitivamente unha mancha ou un castigo divino para converterse nunha alteración da orde da natureza, unha ruptura do equilibrio.** Substitúe no método terapéutico as concepcións empírico-máxicas anteriores por outras racionais e técnicas. Escribiu un tratado titulado *Sobre a natureza*, que foi o primeiro libro grego coñecido dedicado á medicina. Parece que foi Alcmeón quen descubriu que o cerebro é o órgano reitor das sensacións.

- **Hipócrates de Cos. Con Hipócrates a medicina convértese en plenamente científica.** Naceu na illa de Cos (preto de Cnido, na costa de Asia Menor) cara ao 460 a.C. En Cos e en Cnido, que tiña moitas relacións con Crotona, exercíase dende tempos remotos a medicina en relación co culto dos deuses curandeiros. Hipócrates non cultivou a medicina só na súa patria, senón tamén noutras rexións, sobre todo no norte de Grecia. En Larisa, na rexión de Tesalia, rematou os seus días cara ao ano 370 a.C.

Foi tal a influencia que exerceu na medicina antiga que, como acontecera con Homero, moitos dos escritos sobre medicina publicados nos tres séculos seguintes á vida do seu autor foron atribuídos a el e coñecidos como hipocráticos, ata formar unha colección de 58 obras (só unhas poucas son súas) que coñecemos co nome de **Corpus Hippocraticum** (Colección hipocrática).

Os máis antigos escritos da colección, que podemos atribuír ao mestre mesmo, pertencen probablemente ao último terzo do século V. Os dous máis antigos e máis notables son os escritos *Sobre as enfermidades sagradas* e *Sobre o aire, a auga e os lugares*. Na primeira destas obras Hipócrates ataca a crenza tradicional de que determinadas enfermidades que se manifestan en perturbacións espirituais e psíquicas, especialmente a epilepsia, igual que pánicos repentinos ou inexplicables dos animais, debíanse á acción de deuses ou demós, e só podían curarse por medios relixiosos e máxicos. Hipócrates ataca toda esta serie de supersticións coas seguintes palabras:

Polo que se refire á enfermidade chamada sagrada, non me parece ser de ningún modo máis divina nin sagrada que as demais enfermidades, senón que, como as outras enfermidades, ten unha causa natural que a produce; pero os homes considerárona como un suceso divino porque estaban indefensos ante ela e asombrábanlles as súas diferenzas respecto doutras enfermidades.

A teoría hipocrática sobre a natureza humana baséase nos catro humores: sangue, flegma, bile amarela e bile negra. **A enfermidade consiste na inadecuada proporción entre os humores.** Pero a Hipócrates considéraselle pai de medicina, non polas súas especulacións sobre os humores, senón por múltiples e **detalladas observacións empíricas** das diversas enfermidades. Na súa obra titulada *Epidemias* describe 42 historias clínicas escritas en forma de diario. Cada unha delas describe a completa evolución dun caso de enfermidade, dende as súas primeiras manifestacións ata a curación ou a morte. No seu *Prognóstico* explica como o exacto coñecemento das enfermidades é o que lle permite ao médico realizar o prognóstico da enfermidade que sofre un paciente e a predición do futuro curso e desenlace.

Galeno A vida de Galeno transcorre entre 129 e 200 d.C. aproximadamente. Foi, ademais de médico ilustre, filósofo e biólogo. Soubo sintetizar admirablemente os puntos de vista de Hipócrates e Aristóteles, sen descoidar os logros das demais escolas médicas.

A disección e a experimentación son dous aspectos fundamentais na medicina de Galeno, que concede unha grande importancia á relación entre o físico e o psíquico.

Ao longo dos seus setenta anos de vida escribiu, crese, unhas 400 obras, das que chegaron a nós as 130 en grego e mais outras en traducións ao latín e ao árabe. As máis impor-

tantes delas son: *Tratado da disección, Sobre a función das partes do corpo, Sobre o método terapéutico, Sobre a experiencia médica, Sobre a respiración, Sobre as facultades naturais*. As súas *Disertacións anatómicas*, baseadas na disección de animais, son unha contribución valiosa, aínda que teñen grandes lagoas e erros, e están mesturadas con especulacións sobre a función dos órganos. As súas achegas á cirurxía son froito da súa grande experiencia como médico dos gladiadores. A influencia de Galeno prevaleceu sobre a de calquera outro médico durante toda a Idade Media e chegou ata o Renacemento

2. Bioloxía e botánica

- **Aristóteles.** Deixando as importantes achegas que outros autores anteriores fixeron á ciencia biolóxica (o punto de vista evolucionista de Empédocles, por exemplo), e que xa foron estudados na unidade anterior, centrarémonos aquí nas achegas de Aristóteles.

Aristóteles, tamén fillo de médico, representa para a bioloxía algo parecido ao que Hipócrates representou para a medicina; e en certo modo, como aquel, é o seu creador. Sobre o comportamento dos animais recolleu tan inxente cantidade de datos froito dun minucioso estudo, observación e análise, que a súa obra biolóxica e zoolóxica representa unha quinta parte de todo o que escribiu. Destes libros de Aristóteles chegaron a nós os seguintes: *Investigación sobre os animais, Partes dos animais, A xeración dos animais, A marcha dos animais*, e algúns tratados breves recollidos nos *Pequenos tratados de historia natural*.

Das súas achegas á bioloxía quizais a maior sexa a creación dun método axeitado de investigación. Nas *Partes dos animais*, que é unha introdución ás demais obras biolóxicas, expón os principios metodolóxicos baseados nunha clasificación orgánica e ascendente dos xéneros dos animais; unha **xerarquización zoolóxica segundo o grao de desenvolvemento dos animais no momento de nacer**. Pola súa **visión teleolóxica** da natureza cre que as características dos animais ao nacer se deben á función que van realizar cada unha das súas partes.

En *A xeración dos animais* expón a natureza da reprodución sexual, os problemas relacionados coa herdanza, a orixe do seme e as causas da determinación do sexo. Trátase, pois, dun verdadeiro **tratado de xenética e embrioloxía**.

O mellor resumo do achegado ao campo da bioloxía por Aristóteles faino Darwin cando confesa: "*Linneo e Couvier foron os meus deuses, aínda que de xeito moi diferente; pero foron meros escolares comparados co vello Aristóteles*".

- **Teofrasto.** O traballo científico de Aristóteles no campo da bioloxía e zooloxía tivo a súa continuación na botánica a través dun dos seus máis prestixiosos discípulos, Teofrasto.

Teofrasto, cuxa vida transcorreu entre 372 e 287 a.C., seguiu os pasos do seu mestre no estudo das plantas. As súas **contribucións á botánica** son comparables ás realizadas polo seu mestre en zooloxía: establecemento dun método rigoroso, se non xa de clasificación, que só se acadará no século XVIII, si, polo menos, para a súa descrición.

Na súa *Investigación sobre as plantas* sistematizou a terminoloxía, creando, ademais, algúns termos novos. Descoñecía a natureza do sexo das flores, pero, a pesar diso, fíxose unha idea aproximadamente exacta das relacións entre a flor e o froito; e coñece moi ben o influxo do chan e do clima na distribución da flora.

- **Dioscórides.** A bioloxía pura despois de Teofrasto perdeu interese para o mundo grego; en cambio, a botánica tivo a súa continuación en Dioscórides, **farmacólogo** cuxa *Materia médica* foi usada ata ben entrada a Idade Moderna.

Naceu Dioscórides en Anazarbo (Cilicia) na segunda metade do século I d.C. Foi médico militar en tempos de Claudio e Nerón. A súa obra *Sobre materia médica* en 5 libros ordena os seus contidos en cinco grandes apartados: remedios obtidos das plantas, remedios obtidos dos animais, materias curativas por si mesmas, substancias alcohólicas e remedios minerais. Ás veces ao falar das plantas dá os seus nomes, ademais de en grego, en latín, celta ou exipcio, e coa descrición da preparación farmacolóxica fai unha descrición da planta mesma. Estas descrições das plantas son de tal precisión que serviron de modelo durante séculos para a descrición botánica.

3. Astronomía

- **Eudoxo de Cnido.** A vida de Eudoxo transcorre entre 395-337 a.C. aproximadamente. Traballou intensamente na Academia de Platón. Viaxou por Exipto e entrou en contacto cos sacerdotes astrólogos de Heliópolis. **Foi o primeiro grego que afirmou que o ano non ten exactamente 365 días, senón que é seis horas máis longo.** É o creador da teoría das esferas homocéntricas segundo a cal cada planeta estaba inserido nunha esfera que xiraba uniformemente, pero cos polos inseridos noutra esfera e así sucesivamente. **Fixa a proporción entre o día máis longo e o máis curto como forma de fixar a latitude dun lugar.**

- **Aristarco de Samos.** Aristarco (310-230 a. C.), tras chegar á conclusión de que o Sol é maior que a Terra, deduciu que era pouco razoable que o primeiro xirase arredor da segunda. **Sostivo que a Terra e todos os planetas xiran arredor do Sol.** Por un momento parecía que estaba a punto de nacer a Astronomía moderna. Pero a idea de que a Terra estivese a flotar a través dos ceos era difícil de dixerir para os físicos da época e a Astronomía tivo que esperar case 2.000 anos para reencontrar o camiño correcto.

- **Eratóstenes de Cirene.** Eratóstenes (cara a 275-195 a.C.), ademais de matemático, astrónomo e xeógrafo, foi historiador, poeta e gramático. Centrou o seu traballo científico en fixar a latitude de lugares da οἰκουμένη (ecumene, terra habitada). Retoma os conceptos (un paralelo e un meridiano a partir dos cales se establecían as distancias) de Dicearco de Mesina (350-290 a.C.) e engádelles a ambos os dous lados meridianos e paralelos co que mellorou a representación gráfica da οἰκουμένη. O seu maior logro foi o cálculo da circunferencia da esfera terrestre. Para iso era suficiente medir o ángulo formado pola sombra da agulla, do γνῶμων (gnomon, instrumento de medición de ángulos semellante a un reloxo de sol), e a vertical do lugar en Alexandría no solsticio de verán (1/50 dun círculo máximo), porque era coñecido que no devandito día o sol en Syena (Asuán) se proxectaba ata o fondo dos pozos. A distancia entre Alexandría e Syena (5.000 estadios exipcios) era suficientemente coñecida polos agrimensores exipcios. De aí que $5.000 \times 50 = 250.000$ estadios $= 250.000 \times 157,5 = 39.375$ Km. A circunferencia do globo terrestre sobre un meridiano son 39.731Km. O máis asombroso non é o resultado, senón o método científico aplicado.

- **Hiparco de Nicea.** Naceu en Nicea (Bitinia), pero realizou todas as súas observacións astronómicas en Rodas, entre os anos 161 e 127 a.C. A pesar de que volve á teoría xeocéntrica, é o maior astrónomo da Antigüidade. **Creou un rexistro das mil estrelas máis brillantes, clasificou as estrelas en graos de brillantez (primeira magnitude, segunda magnitude, etc.), sistema que aínda se usa.**

Estableceu o paralelo de Atenas na latitude 37° (a real 38°)

Utiliza o termo κλίματα que parece referirse ás porcións de superficie terrestre comprendidas entre dous paralelos e dous meridianos. Todos estes estudos realizábanse por especulación científica, sen unha finalidade práctica, como vimos que era frecuente nos gregos.

- **Posidonio de Apamea.** Posidonio polo ano 100 a.C. desprázase a Gades (Cádiz) para observar e medir as mareas oceánicas. Como resultado das devanditas observacións escribiu un tratado *Sobre o océano* (Περὶ ὠκεανοῦ), no que deixa descrito e **explicado o fenómeno das mareas.**

- **Claudio Ptolomeo.** Ptolomeo naceu en Exipto cara ao ano 90 d.C. e morreu cara ao 168 en Cónope. As súas observacións astronómicas están recollidas na obra *Almagesto* (título árabe, procedente do grego *μεγίστη σύνταξις*, aínda que o título real da obra en grego é *Μαθηματικὴ σύνταξις*, a tradución do cal é algo así como "ordenación matemática"). Nesta obra transmítenos tamén a concepción xeocéntrica do universo de Hiparco.

4. Matemáticas

- **Euclides.** Del sabemos que floreceu, é dicir, chegou á súa madurez en tempos de Ptolomeo I (306-283 a.C.). A súa vida é pouco coñecida, salvo que viviu en Alexandría. Algúns autores árabes afirman que Euclides era fillo de Náucrates.

A súa obra ***Os elementos***, é unha das obras científicas máis coñecidas do mundo (seguramente o libro de texto que máis se utilizou na historia); é unha compilación do coñecemento impartido no centro académico do Museo de Alexandría. Nela preséntase de xeito formal, partindo unicamente de cinco postulados, o estudo das propiedades de liñas e planos, círculos e esferas, triángulos e conos, etc.; é dicir, das formas regulares. Probablemente ningún dos resultados de *Os Elementos* fose demostrado por primeira vez por Euclides, pero a organización do material e a súa exposición, sen dúbida ningunha, débense a el. **Os teoremas de Euclides son os que xeralmente se aprendían na escola moderna.** Por citar algúns dos máis coñecidos: a suma dos ángulos interiores de calquera triángulo é 180° ; nun triángulo rectángulo o cadrado da hipotenusa é igual á suma dos cadrados dos catetos, que é o famoso teorema de Pitágoras. Outras obras importantes de Euclides son os seus *Datos*, que é unha introdución á análise xeométrica; os seus *Ópticos*, nos que estuda a propagación da luz; *Os fenómenos*, que son un tratado de astronomía esférica, e *Sobre as divisións*, da que nos chegaron os teoremas traducidos ao árabe.

Euclides é un mestre na exposición clara e diáfana da xeometría. Con el a xeometría grega alcanzou tal método e consistencia científica que a súa influencia chegou ata a actualidade e séguese estudando a xeometría euclidiana.

- **Arquímedes.** Nacido en Siracusa, en Sicilia, en 287 a.C. Foi matemático e xeómetra, e considérase un dos científicos máis brillantes da Antigüidade. Entre as súas achegas máis coñecidas á ciencia están: o famoso principio que leva o seu nome, os seus estudos sobre a cuadratura do círculo, o estudo da panca, o parafuso de Arquímedes, a espiral de Arquímedes e outras achegas á matemática e á xeometría.

Consagrouse ao estudo da matemática baixo a dirección de Conón e Euclides en Alexandría. Moi novo aínda, comezou a destacar polos seus traballos técnicos entre os que sobresaíu a drenaxe dos pantanos de Exipto, obra considerada irrealizable ata entón e que el conseguiu realizar mediante o emprego de diques móbiles. Xa en Siracusa, Arquímedes proseguíu os seus estudos de xeometría e mecánica logrando descubrir principios que o inmortalizaron.

Durante o asedio de Siracusa polo xeneral romano Marcelo, Arquímedes, a pesar de non ocupar cargo oficial ningún, púxose a disposición de Hierón e, polos dispositivos defensivos que desenvolveu para a defensa da súa cidade natal, pódese afirmar que el só sostivo a praza contra o exército romano. Entre a maquinaria de guerra, cuxa invención se lle atribúe, está a catapulta e un sistema de espellos e lentes que incendiaba os barcos inimigos ao concentrar os raios do sol sobre eles; segundo algúns historiadores, era suficiente ver asomar tralas murallas algún soldado con calquera obxecto que despedise reflexos brillantes para que se estendese a alarma entre o exército asediador. Non obstante, os habitantes de Siracusa, confiados na protección de Arquímedes, descoincidaron as súas defensas, circunstancia que foi aproveitada polos romanos para entrar ao asalto na cidade.

A pesar das ordes do cónsul Marcelo de respectar a vida do sabio, durante o asalto un soldado que o atopou abstraído na resolución dalgún problema, quizais crendo que os brillantes instrumentos

que portaba eran de ouro ou irritado porque non contestaba ás súas preguntas, atravesouno coa súa espada causándolle a morte no ano 212 a.C.

Aínda que probablemente a súa contribución científica máis coñecida sexa o **principio da hidrostática** que leva o seu nome, o **Principio de Arquímedes**, non foron menos notables as súas disquisicións acerca da cuadratura do círculo, o descubrimento da relación aproximada entre a circunferencia e o seu diámetro, relación que se designa hoxe en día coa letra π .

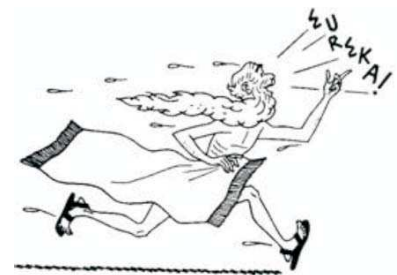
Arquímedes demostrou que o lado dun hexágono regular inscrito nun círculo é igual ao radio de dito círculo; así como que o lado do cadrado circunscrito a un círculo é igual ao diámetro de dito círculo. Da primeira proposición deduciu que o perímetro do hexágono inscrito era 3 veces o diámetro da circunferencia, mentres que da segunda deduciu que o perímetro do cadrado circunscrito era 4 veces o diámetro da circunferencia.

Afirmou, ademais, que toda liña pechada envolvida por outra é de menor lonxitude que esta, polo que a circunferencia debía ser maior que tres diámetros, pero menor que catro. Por medio de sucesivas inscricións e circunscricións de polígonos regulares **chegou a determinar o valor aproximado de π** .

Cos rudimentarios medios dos que dispoñía o sabio grego, o erro absoluto que cometeu no cálculo de π resultou ser inferior a unha milésima (0,0040%).

Non obstante, Arquímedes é máis coñecido por enunciar o principio que leva o seu nome. **Principio de Arquímedes:** *todo corpo somerxido nun fluído experimenta un pulo vertical cara a arriba igual ao peso de fluído desalojado.*

Contan que Hierón fixo entrega a un prateiro da cidade de certas cantidades de ouro e prata para o labrado dunha coroa. Finalizado o traballo, Hierón, desconfiado da honradez do artífice e aínda recoñecendo a calidade artística da obra, solicitou a Arquímedes que, conservando a coroa na súa integridade, determinase a lei dos metais co propósito de comprobar se o artífice a rebaixara, gardándose para si parte do entregado, impulsado pola avaricia



Preocupado Arquímedes polo problema, ao que non atopaba solución, un bo día ao somerxerse no baño advertiu, como tantas veces con anterioridade, que a causa da resistencia que a auga opón, o corpo parece pesar menos, ata o punto que nalgunha ocasión mesmo é sostido flotando sen somerxerse. Pensando niso chegou á conclusión de que, ao entrar o seu corpo na bañeira, ocupaba un lugar que forzosamente deixaba de ser ocupado pola auga, e adiviñou que o que el pesaba de menos era precisamente o que pesaba a auga que desaloxara.

Dando por resolto o problema que tanto lle preocupara foi tal a súa excitación que, espido como estaba, saltou da bañeira e lanzouse polas rúas de Siracusa ao berro de $\eta\upsilon\rho\epsilon\kappa\alpha$, $\eta\upsilon\rho\epsilon\kappa\alpha$ (Atopeino! Atopeino!). Procedeu entón Arquímedes a pesar a coroa no aire e na auga comprobando que, en efecto, a súa densidade non correspondía á que resultase de empregar o artífice todo o ouro e a prata entregados, e determinando, en consecuencia, que este estafara ao rei.

Non se esgota con esta anécdota o talento de Arquímedes, que, ademais, **se anticipou ao descubrimento do cálculo integral** cos seus estudos acerca das áreas e volumes de figuras sólidas curvadas e de áreas de figuras planas; realizou un exhaustivo estudo da espiral uniforme, coñecida como espiral de Arquímedes; determinou o resultado da serie xeométrica de razón $1/4$, o máis antigo do que se ten noticia; demostrou que o volume dunha esfera é $2/3$ do volume do cilindro que a circunscribe, descubrimento que, segundo conta Plutarco, solicitou aos seus amigos que fose o seu epitafio; creou un sistema numérico posicional para escribir números moi grandes; inventou unha máquina para a elevación de auga, o **parafuso de Arquímedes**, así como a balanza que leva o seu nome; enunciou a **lei da panca**, o que lle levou a proferir a célebre frase: *Dádeme un punto de*

apoio e moverei o mundo; inventou a **polea composta**, baseada no principio da panca, empregándoa para mover un grande barco para sorpresa do escéptico Hierón; etc.

Arquímedes foi autor de numerosas obras de variada temática nas que destaca o rigor das súas demostracións xeométricas, razón pola que é considerado o máis notable científico e matemático da Antigüidade. Aínda que moitos dos seus escritos se perderon, chegaron ata a actualidade en grego ou a través das traducións latinas e árabes: *Sobre a esfera e o cilindro*, *Medición do círculo*, *Sobre equilibrios*, *Sobre conoides e esferoides*, *Sobre espirais*, *Sobre a cuadratura da parábola*, *Sobre corpos flotantes*, *Arenario* e *O método sobre teoremas mecánicos*; esta última obra apareceu nun palimpsesto descuberto en 1906.

As obras que se conservan son, cada unha, monografías científicas. O método de demostración é similar ao do seu mestre, Euclides

✓ Realiza a πράξις 2

TEXTOS

TEXTO 1

DEFINICIÓ DE DIÁMETRO

Διάμετρος δὲ τοῦ κύκλου ἐστὶν εὐθεία τις διὰ τοῦ κέντρου ἡγμένη καὶ περατουμένη ἐφ' ἑκάτερα τὰ μέρη ὑπὸ τῆς τοῦ κύκλου περιφερείας, ἥτις καὶ δίχα τέμνει τὸν κύκλον.

EUCLIDES, *Elementos* 1.1.17.

Actividades:

1. Análise dos verbos do texto.
2. Indica helenismos procedentes de palabras do texto.
3. Traduce o texto.

TEXTO 2

A CAÍDA DA FOLLA DAS ÁRBORES

Φυλλοβολεῖ¹ δὲ πάντα τὰ δένδρα τὰ φυλλοβόλα² τοῦ μετοπώρου καὶ μετὰ τὸ μετόπωρον, πλὴν τὸ μὲν θάπτον τὸ δὲ βραδύτερον ὥστε καὶ τοῦ χειμῶνος ἐπιλαμβάνειν.

TEOFRASTO, *Historia das plantas* 1.9.6.

¹ φυλλοβολέω *perder a folia*. | ² Adx., *caducifolio*.

Actividades:

1. Análise dos adxectivos do texto.
2. Indica helenismos procedentes de palabras do texto.
3. Traduce o texto.