

# HIPÀCIA

## Una lloable excepció en la història antiga de la ciència

Miguel Ángel Sanchis-Lozano

Departament de Física Teòrica, IFIC, Centre mixt CSIC · Universitat de València

Nicolás Sanchis-Gual

Instituto Superior Técnico · CENTRA · Universidade de Lisboa



Retrat imaginari d'Hipàcia, Rafael Sanzio (1509)

La història de la ciència està malauradament marcada per l'absència pràcticament total de contribucions de dones fins a temps relativament recents. El règim patriarcal imperant en tota l'antiguitat, l'edat mitjana i, més a prop, en totes les cultures i religions, que relegava la dona a un paper secundari i passiu, fou la causa d'eixa relegació de qualsevol activitat científica. Fins i tot, el percentatge actual de científiques encara roman reduït, especialment en disciplines com a les ciències pures i la tecnologia, malgrat les campanyes de conscienciació, promoció i suport del talent femení. Costa molt canviar una tendència històrica i més encara amb moviments integristes i intolerants que cobren força en bona part del món a hores d'ara.

Una excepció en el món antic va ser Hipàcia, nascuda a Alexandria (dins de l'antiga província romana d'Egipte) a mitjan segle IV, va destacar com a filòsofa (neoplatònica), matemàtica i astrònoma. Cal assenyalar que l'escola neoplatònica, seguidora de Plotino, no es caracteritzava pel desenvolupament del coneixement científic de l'època, sinó que patia d'una component mística força important. Per això, l'activitat matemàtica i inventora d'Hipàcia assoleix un major mèrit. A banda, com a ensenyant va tindre també una gran repercussió posterior de tal manera que les seues classes han esdevingut un exemple de tolerància

i lliurepensament. Un del seus deixebles més distingits, Sinesi de Cirene (que arribà a ser un bisbe cristià), mantingué una llarga amistat amb Hipàcia com es demostra per l'extensa correspondència epistolar entre ells.

El pare i mestre d'Hipàcia, Teó, era també un notable matemàtic i probablement va treballar i ensenyar a la Biblioteca de Serapeo, successora de la cèlebre biblioteca d'Alexandria destruïda anys abans. Teó va proporcionar a la seua filla una educació culta i sorprenentment lliure en aquella època, normalment vetada a les dones. Hipàcia no sols fou una filòsofa i matemàtica de gran nivell (per exemple, va buscar solucions de l'*Aritmètica* de Diofant), sinó que va desenvolupar una faceta tecnològica: millorar el disseny de l'astrolabi, ferrament fonamental per a determinar la posició de les estrelles, i inventar un densímetre de líquids. També va escriure, amb el seu pare, uns comentaris sobre l'*Almagest* de Ptolomeu, que com és sabut estava basat en la teoria geocèntrica de l'univers. Molt probablement, Hipàcia, neoplatònica, per tant influïda per la teoria pitagòrica que ja suposava que la Terra girava al voltant d'un «foc central» com un planeta més, va adoptar l'heliocentrisme dins de la seua concepció del món. Aquesta teoria del sistema solar, original d'Aristarc de Samos al segle III abans de Crist, fou en general mal rebuda pels astrònoms de l'època (i de qualsevol altra, fins a Copèrnic), i pel cristianisme atés que el geocentrisme aristotèlic s'adaptava millor al seu dogma i creences.

En la pel·lícula d'Alejandro Amenábar, *Ágora*, es suposa que Hipàcia no sols va abraçar l'heliocentrisme, sinó que se li atribueix una important contribució a la possibilitat d'òrbites el·líptiques, i no sols circulars. Documentalment no hi ha cap prova a favor d'eixa contribució d'Hipàcia a la teoria heliocèntrica i sembla més bé una ficció cinematogràfica malgrat que s'havia interessat per la geometria de les figures còniques estudiades inicialment per Apol·loni de Pèrgam. El que està fora de cap dubte es que, després de la revolució copernicana del segle XVI, Johannes Kepler al segle següent va ser el primer astrònom qui va proposar eixe tipus d'òrbites a partir de les dades observacionals, pacientment recollides per Tycho Brahe al llarg de la seua vida.

Hipàcia va ser una dona valenta i intel·ligent que pensava lliurement i defensava públicament les seues idees. Tot i que fou assassinada per una turba de cristians fanàtics, investigacions actuals posen en dubte que Hipàcia fóra contrària al cristianisme (essent com era amiga de Sinesi), i emmarquen la seua mort dins del munt de tensions polítiques entre faccions rivals, que es vivien a Alexandria durant la caiguda de l'Imperi Romà.

## Racó matemàtic

### Teoria heliocèntrica i òrbites no circulars

La primera formulació de la idea que la Terra gira al voltant d'ella mateixa i del Sol (i no al contrari, com semblava natural en situar la Terra en el centre de l'univers) s'atribueix a **Aristarc de Samos**, tres segles abans de Crist. A més a més, Aristarc va calcular el radi de la Terra (com **Eratòstenes**, que fou director de la Biblioteca d'Alexandria), la grandària del Sol i de la Lluna, infravalorant-les, així com el radi de l'òrbita terrestre, suposadament un cercle.

La teoria heliocèntrica no va ser acceptada en general pels savis de l'Antiguitat perquè, entre altres arguments, es pensava que si la Terra girés molt ràpidament al voltant del seu eix, el moviment no podria passar desapercebut als seus habitants. De fet, és clar que es nota, per exemple, en el règim de vents al planeta. No obstant això, en primera aproximació, la Terra es pot considerar com un sistema inercial. També els astrònoms de l'època rebutjaren el moviment de la Terra al voltant del Sol per la manca de paral·laxi en les anomenades estrelles fixes (canvi de la seua posició aparent a la volta celeste com a conseqüència del moviment terrestre al llarg de la seua òrbita).

Val a dir que matemàticament es pot referir el moviment de la Lluna, el Sol o qualsevol cos celeste, a un sistema de referència lligat a la Terra. Per tant, tan correcte és dir que la Terra gira al voltant del Sol, com que el Sol gira al voltant de la Terra. Per descomptat, resulta més senzill en astronomia descriure el moviment dels astres de la primera manera. Realment, es deu considerar que la Terra i el Sol, ambdós, giren al voltant del seu centre de gravetat comú, que es situa molt prop del centre del Sol per ser aquest molt més massiu.

La dinàmica celeste resulta bastant complicada en el sistema geodèsic recollit i desenvolupat sobretot per **Ptolomeu** en el seu llibre *Almagest*, on recorre als anomenats epicicles (cercles al voltant dels cercles més grans o deferents) per descriure el moviment retrògrad dels planetes. Una vegada explicat amb detall al rei de Castella **Alfonso X el Sabio**, al segle XIII, va exclamar: «*Si el Señor Todopoderoso me hubiese consultado antes de embarcarse en la Creación, habría aconsejado algo más simple*».

No obstant això, podem trobar en Internet l'hora de l'eixida o la posta del Sol (o de la Lluna) en un determinat lloc i dia de l'any, i sabem cert que és una dada correcta. Assenyalem de passada, que la idea heliocèntrica adoptada per **Copèrnic** i **Newton** es basava en l'existència d'un espai absolut amb un sistema associat de referència privilegiat, la qual cosa fou rebutjada després dels experiments de **Michelson-Morley** i la teoria de la relativitat d'**Einstein**.

En la seua teoria de la gravitació universal del segle XVII, Newton va demostrar que les òrbites circulars i el·líptiques dels planetes al voltant del Sol eren conseqüència d'una força central exercida entre el Sol i ells. Així, la magnitud de la força  $F$  d'atracció entre dos cossos de masses  $M$  i  $m$ , varia amb el quadrat de la distància  $r$  que els separa segons l'expressió:

$$F = G_N Mm/r^2$$

on  $G_N$  és la constant de Newton, numèricament molt menuda.

Les òrbites possibles en un sistema físic com el nostre Sistema Solar no són únicament cercles i el·lipses (la primera és un cas particular d'una el·lipse d'excentricitat zero), sinó que òrbites obertes (és a dir, no periòdiques), parabòliques i hiperbòliques, també són possibles. Un exemple en són els cometes que només ens "visiten" una vegada passant a prop de la Terra, després allunyant-se a través de l'espai sideral per sempre.



amjasa  
aigües municipals de xàbia, s.a.

Camí Cabanes, 88  
Tel. 96 579 01 62 / Fax 96 579 38 81  
Apart Postal, 56 · 03730 **Xàbia** (Alacant)  
amjasa@amjasa.com