

## **QUÈ FAN ELS ASTRÒNOMS?**

Article de Emilio J. Alfaro Navarro. Investigador del Institut d'Astrofísica d'Andalusia, CSIC, i President de la Societat Espanyola d'Astronomia

Revista Astronomia, núm. 128 – febrer 2010 - (Resum traduït al català)

### **L'ASTRÒNOM: UN DESCODIFICADOR DE LA LLUM**

L'article defineix, de manera senzilla, la funció d'un astrònom diferenciant-la de la que fa un astronauta i, deixant molt clar, també, que no té res a veure amb l'astrologia i els horòscops que fan prediccions de futur, la qual cosa és un engany però, això sí, un guany de diners pels astròlegs.

Astronauta, Astrònom, Astròleg, tres paradigmes allunyats per la tasca que desenvolupen. El rol d'un astròleg no és científic, el d'un astronauta sí, com també el de l'astrònom en tant que desenvolupa una ciència: l'Astronomia.

Un astronauta està preparat per enlaira la nau, dirigir-la, familiaritzant-se amb les tècniques programades, complir els objectius de cada missió, que poden ser des de reparar satèl·lits a realitzar una sèrie d'experiments científics.

L'astrònom capta la llum de l'univers, interpreta la informació emesa per la llum d'un astre; llum que és la font principal pel coneixement del Cosmos. Tanmateix, no li és fàcil a l'astrònom descodificar i analitza el significat de la llum provinent dels astres. Ha de lluitar amb l'atmosfera terrestre que entorpeix les senyals d'una llum que és un petit tros del nostre univers.

Per un astrònom és important la llum dels estels. També és important la llum disseminada per l'espai perquè porta informació del cossos emissors i dels diferents elements que ha traspassat fins que, captada pels telescopis, allotjats en sales de control, és analitzada. Aleshores, les senyals de llum són amplificades i desxifrades per l'astrònom en funció d'una infraestructura adequada i disponible, sorgint així una visió, sempre parcial, del nostre univers que es publica en revistes especialitzades.

### **LA LLUM: ESPECTRE ELECTROMAGNÈTIC**

La llum és un dels conceptes científics més difícils de definir. Tot i que utilitzem el vocable en nombroses ocasions, definir-la és força complicat al·l forma part de l'espectre electromagnètic. És a dir, de les quatre interaccions (forces) que coneixem en la naturalesa - força nuclear forta, força nuclear dèbil, gravetat i electromagnetisme-, la llum és un intercanvi de partícules dins l'electromagnetisme, formada pels fotons, que s'emeten cada vegada que les partícules amb càrrega elèctrica interactuen entre sí. Tanmateix, però, la llum també es pot comportar com a ona electromagnètica degut a que, en certes ocasions, algunes de les seves propietats, com poden ser les interferències, s'expliquen millor en termes ondulatoris. La llum, aleshores, presenta una naturalesa complexa, depèn de com s'observi es manifestarà com una ona o com una partícula, dos estats que no s'exclouen, sinó que són complementaris. És sorprenent, però, que hi hagi experiments que només poden ser explicats si considerem una única naturalesa de la llum: l'ona o corpuscle, partícula molt petita considerada com a constituent elemental de la llum.

Si la llum es manifesta com a ona podem definir una de les seves variables fonamentals: la longitud d'ona, que és la distància entre el principi i el final d'una ona completa (cicle), és a dir, la distància lineal entre dos punts equivalents d'ones

successives. La longitud d'ona es representa amb la lletra grega  $\lambda$  (lambda). Ara bé, considerant que la llum es transmet en el buit a una velocitat constant  $c$ , de 300.000 quilòmetres/segon, definim una altra variable, la freqüència  $\nu$ , que és el nombre d'oscil·lacions del camp per unitat de temps. Així, la llum es pot definir tant per la seva longitud d'ona com per la seva freqüència, o dit d'una altra manera, per la quantitat d'energia que pot transportar cada corpuscle lluminós. La longitud d'ona observable per l'ull humà és la llum visible i no va ser fins el segle XIX que es van poder veure altres longituds.

Durant mil·lennis, l'esser humà només ha pogut veure petites fraccions del que estava passant al seu voltant, perdent-se altres longituds d'ona generades de forma natural en el món físic. Els estels que observem emeten en altres longituds d'ona donant informació sobre els diferents mecanismes físics que els han generat i del medi que han traspasat fins arribar als nostres detectors.

## **L'ATMOSFERA**

L'atmosfera és un filtre per les radiacions que poden alterar la salut dels essers vius. Tant els raigs gamma, com els raigs X i gran part dels raigs ultraviolats, són absorbits per les diferents capes de l'atmosfera, evitant que arribin a la superfície de la Terra. Només una petita part de l'espectre electromagnètic ultraviolat, infraroig i radio, poden arribar als telescopis de la Terra. Tanmateix, però, el problema més important, derivat de l'atmosfera, és la degradació de la qualitat de les imatges. Així, doncs, l'atmosfera incideix negativament en tres aspectes fonamentals per l'observació del cel:

- Limita les longituds d'ona observables.
- Absorbeix un mínim d'un 20% de l'energia emesa pels astres, i per tant, limita la visibilitat dels mateixos.
- Degrada la qualitat de la imatge.

L'astrònom busca solucions intentant superar els límits derivats del filtre atmosfèric. Una de les solucions és augmentar el diàmetre dels telescopis per obtenir-ne més sensibilitat i una millora de la qualitat de la imatge. Una altra solució és posar els telescopis fora de l'atmosfera, la qual cosa aconseguen els telescopis espacials que són els que ens fan arribar bones qualitats d'imatges. També són importants, avui en dia, els ordinadors que poden emmagatzemar informació amb el significatiu avenç de la velocitat que permet analitzar en temps real (òptica adaptativa) les deformacions de les imatges que provoca l'atmosfera.

Durant mil·lennis l'ull humà, un sistema òptic de gran adaptabilitat, ha estat un perfecte detector que ens ha permès veure i gaudir de la Via Làctia durant les nits sense Lluna, però des d'un punt de vista astronòmic hi ha alguns inconvenients: a ull nu només s'arriben a veure els estels de la sexta magnitud. La introducció del telescopi va millorar el sistema òptic poden observar més enllà, foradar el cel per veure-hi cents d'objectes celestes invisibles a l'ull.

## **GEOMETRIA**

Als grecs els hi devem la llavor de la ciència occidental. Cinc segles abans de Crist, Grècia va proporcionar molts filòsofs, varies escoles de pensament i un petit grup d'Astrònoms que, basant-se en senzilles hipòtesis, van arribar a coneixements sorprenents relatius a tres dels components del Sistema Solar: Terra, Lluna i Sol.

El més conegut és l'astrònom Eratòstenes, que en el segle III a. C, va realitzar un famós experiment per mesurar el radi de la Terra. Va constatar que per una mateixa època de l'any (l'actual 21 de juny), el sol no produïa ombra, es trobava al zenit al migdia de Siena (la actual Assuan d'Egipte), mentre que en Alexandria, el

mateix dia a la mateixa hora una vara vertical generava una ombra de longitud finita. Va assumir de manera correcta que si el Sol es trobava a gran distància, els seus rajos en arribar a la terra devien arribar en forma paral·lela. Si aquesta era plana, com es creia en aquelles èpoques, no s'haurien de trobar diferències entre les ombres projectades pels objectes a la mateixa hora del mateix dia, independentment on es trobessin. En demostrar-se que si que ho feien, (l'ombra deixada per la torre d'Alexandria formava 7 graus amb la vertical) va deduir que la terra no era plana i utilitzant la distància coneguda entre les dues ciutats i l'angle mesurat de les ombres va calcular la circumferència de la Terra en aproximadament 40.000 quilòmetres, per a la circumferència màxima de la Terra. El més important no és el resultat del valor, sinó l'aplicació d'un senzill codi, la Geometria, per dissenyar i interpretar una observació capaç de mesurar la circumferència del nostre planeta.

## **GRAVITACIÓ DE NEWTON**

Moltes són les aportacions de Newton a la ciència i una de les més importants va ser la formulació d'una de les quatre forces fonamentals : la gravitació. El 1687 va publicar la seva obra "Els principis matemàtics de la Filosofia Natural", llibre a partir del qual es construeix l'edifici del mètode científic actual.

Però Newton, a més a més d'establir les relacions funcionals entre el moviment i les seves causes, va plantejà la formulació d'una de les quatre interaccions fonamentals en la naturalesa, la interacció gravitatòria. Així, dos cossos, pel fet de tenir massa, s'atrauen amb una força directament proporcional al producte de les seves masses i inversament proporcional al quadrat de la distància que les separa. Ara ja es podia analitzar el moviment dels planetes, mesurar les seves òrbites. En els segles XVIII i XIX és va desenvolupar una branca de l'Astronomia anomenada Mecànica Celeste, i el resultat més espectacular va ser el descobriment del planeta Neptú, la frontera planetària del nostre Sistema Solar, un exemple meravellós de l'aplicació de la mecànica celeste per a l'observació del moviment planetari.

## **ASTRONOMIA Y ASTROFÍSICA**

L'Astronomia estudia la posició i els moviments dels astres. L'Astrofísica és la branca de la física que estudia l'Univers i els cossos que conté com ara els estels i les reaccions nuclears que es produeixen al seu interior, les galàxies, els forats negres, els púlsars, les estrelles de neutrons i el medi interestel·lar en general. La cosmologia és astrofísica teòrica a gran escala.

Quina diferència hi ha entre Astronomia i Astrofísica? L'Astronomia no tenia eines per contestar les preguntes sobre la naturalesa dels astres: de què està feta la Lluna?, quina és la font d'energia dels estels?, etc. Només podia analitzar les seves posicions i mesurar la llum que emetien, però no existia cap teoria respecte la interacció de la matèria amb la llum que es pogués, a partir de l'anàlisi de la llum que ens arriba dels objectes celestes, determinar la seva estructura i les seves propietats. El naixement de l'Astrofísica va suposar poder analitzar la naturalesa i les propietats dels gasos i es varen establir les lleis fonamentals de l'espectroscòpia que resumides són tres:

- Un cos calent emet llum amb un color donat per la temperatura del cos.
- La radiació al penetrar un núvol de gas fred es absorbidada en longituds d'ones preferencials, característiques i específiques de cada element químic que compona el gas formant un espectre d'absorció.
- El núvol de gas al arribar a l'equilibri tèrmic emet llum només en aquelles línies preferencials donant lloc a un espectre d'emissió.

L'espectrògraf és l'eina que va permetre descobrir nous elements químics aïllats en laboratoris terrestres per ser analitzats. A l'any 1814, es va obtenir un espectre del Sol que mostrava taques fosques. El fet és que els astrònoms varen tenir, per primera vegada, un nou codi per investigar la naturalesa dels objectes celestes. Després, amb els anys, les lleis empíriques varen establir les condicions observacionals de la teoria de l'evolució estel·lar, la grandària de la Via Làctia, l'existència d'altres galàxies i l'edat de l'univers, la llei d'expansió d'en Hubble i altres descobriments menys coneguts però que han contribuït a que l'Astrofísica sigui, avui en dia, una de les grans aventures de la humanitat.

## **ELS ASTRÒNOMS**

L'astrònom treballa en les sales de control dels telescopis, dissenya i construeix antenes i detectors que necessita per aconseguir els seus objectius científics; planifica les observacions per tal de captar aquella part de l'espectre que li doni informació sobre la naturalesa de l'objecte que està estudiant; proposa models i noves teories respecte la naturalesa, origen i evolució del nostre univers i dels seus components.

L'article s'acaba amb unes frases publicades en l'editorial del periòdic britànic The Guardian (25 de juliol de 2009), que l'autor d'aquest article transcriu i les inclou: "Els astrònoms del món competeixen, cooperen i conferencien entre ells; són una comunitat global en el bon sentit de la paraula, i els hi devem la nostra comprensió de l'espai i del temps, de la llum, de la massa i de la gravetat: en una paraula, tot".

Traducció catalana de:  
Carme Mas i Soler  
<http://www.carmemas.cat/>