

# La realitat, confirmada per Einstein

Dues noves observacions han confirmat prediccions extrems de la teoria de la relativitat general d'Albert Einstein. I això també demostra l'exactitud assolida en les observacions del nostre planeta que fan els satèl·lits artificials.

**E**l 6 de novembre de 1919, a Londres, en una reunió conjunta de la Royal Society i la Royal Astronomical Society, es va anunciar oficialment la comprovació d'una de les prediccions d'Einstein en la seva teoria de la relativitat general: la desviació de la llum per l'influx d'un camp gravitatori. Des d'aleshores, la fama d'Einstein i de la seva teoria es va disparar. Diuen que quan li preguntaren què hauria passat, si els resultats no l'haguessin confirmada, Einstein va respondre: "Ho hauria sentit pel bon Déu. La teoria està bé".

Aquesta frase en recorda unes altres, com la que s'atribueix a Arthur Eddington, l'astrònom anglès que va corroborar la tesi d'Einstein: "En astrofísica, cap observació no es pot donar per bona fins que no hagi estat confirmada per la teoria". Afirmacions que, irònicament, donen més importància a la teoria que no pas a la realitat observada.

I és que les prediccions que es desprenen de les teories d'Einstein són ben sorprenents, per més que fins ara s'han anat complint totes. El 1919 un eclipsi de Sol va servir per comprovar que, efectivament, els raigs de llum es corbaven quan passaven prop d'un camp gravitatori intens, com el del nostre estel. Mesures simultànies a Sobral (Brasil) i a l'illa portuguesa de Príncipe, al golf de Guinea —en una expedició promoguda per Eddington—, varen corroborar els càlculs ma-

temàtics extrems de la teoria. Però a més de la física, l'observació va fer un gran favor a la política i a la pau: la Guerra Europea havia acabat feia poc i Anglaterra i Alemanya, fins aleshores enemigues, trobaven un punt d'encontre. Einstein i els seus treballs van ser lloats per la premsa britànica, per més que la teoria, l'ha-

**Segons la teoria d'Einstein, un cos pesant crea una atracció gravitòria perquè deforma l'espai-temps circumdant.**

gués gestada un suís-alemany a Berlín.

La teoria d'Einstein posa en joc el nostre sentit comú. Que el temps passi de forma diferent si ens trobem sotmesos a un camp gravitatori molt intens o si anem a gran velocitat, o bé que la llum es corbi per influx de la gravetat com faria un objecte material, escapa a la nostra percepció habitual. I, tanmateix, les comprovacions pràctiques ho han confirmat tot, fins ara.

**Anell d'Einstein.** I de confirmacions, continuen apareixent-

ne. El mes d'abril, el telescopi espacial Hubble va poder fotografiar per primera vegada un exemple ideal de l'anomenat Anell d'Einstein. El fenomen té també a veure amb la curvatura de la llum en camps gravitatoris. Quan ve cap a la Terra llum d'un objecte molt llunyà i passa vora una galàxia, la gran massa d'aquesta darrera fa que la llum sofreixi una atracció. Entre més resultats, es pot produir la visió de l'Anell d'Einstein, car al voltant de la galàxia es forma un cercle lluminós. Per a això cal que l'alineació de Terra, galàxia i objecte allunyat sigui perfecta, perquè, si no, la llum es difumina en diverses direccions, però no fa un anell.

La grandària de l'anell és tan petita com si volguéssim observar una moneda des de tres quilòmetres. Però el radiotelescopi britànic Merlin, un sistema de sis antenes sincronitzades, va permetre de copsar-lo al voltant del sistema anomenat B18938+666. Aleshores, la càmera infraroja Nicmos, del telescopi Hubble, va permetre d'obtenir la primera fotografia d'un Anell d'Einstein perfecte.

Uns dies abans científics italians, nord-americans i espanyols havien publicat un article exposant-hi la seva comprovació pràctica d'un altre fenomen predit per Einstein: la deformació de l'espai-temps pel gir d'un astre. Si bé això s'havia comprovat l'any passat amb estels de neutrons i forats negres, ara s'obser-

vava, per primera vegada, causat per la Terra.

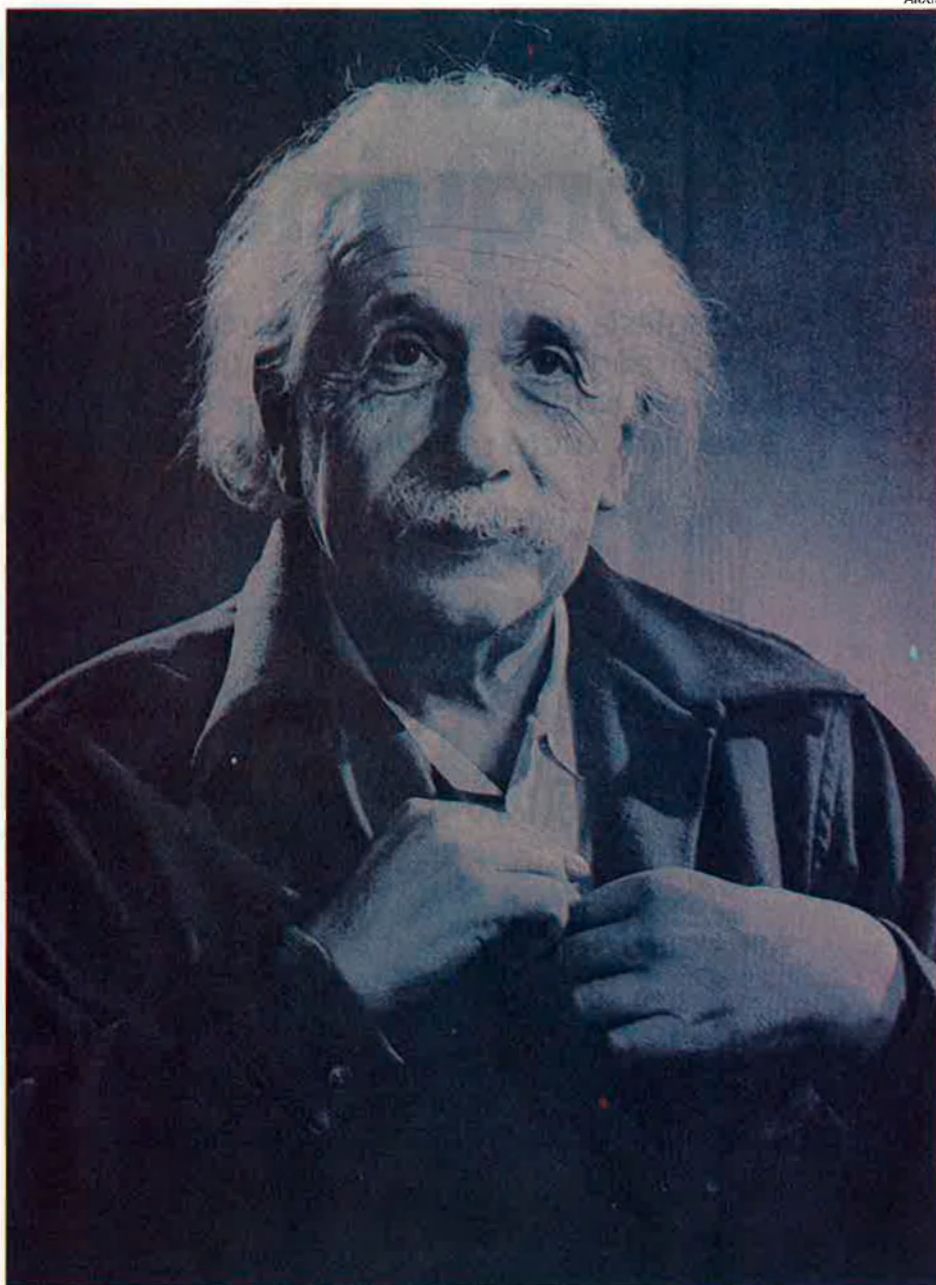
Segons que es dedueix de la teoria d'Einstein, un cos pesant crea una atracció gravitatòria perquè deforma l'espai-temps circumdant. Podem imaginar l'espai-temps com un llençol tibant. Si hi posem una pilota —per simular un astre, com el Sol— al mig, es crea una deformació del llençol que provocarà la caiguda dels objectes —planetes— que hi ha al damunt.

D'una altra banda, el fenomen que Einstein va anomenar *frame dragging*, o arrossegament de la forma, es produeix quan l'objecte té un moviment de rotació. En girar, arrossega l'espai-temps al seu voltant. Per primer cop, s'ha observat que la Terra produeix aquest fenomen.

Per aconseguir-ho han calgut diversos satèl·lits i la realització d'unes mesures molt precises. Quant als satèl·lits, s'han utilitzat el LAGEOS II, llançat el 1992, i el seu predecessor, el LAGEOS I, posat en òrbita l'any 1976. Aquests satèl·lits, el primer dels quals és un projecte italo-nord-americà, són especialitzats en la mesura de distàncies gràcies al raig làser. El seu nom és una contracció de Satèl·lit de Geodinàmica per Làser.

El raig làser, com que és una llum perfectament coherent i de desviació ínfima, permet de fer mesures molt exactes. Emetent un làser, que es reflecteix en un mirall posat a la Lluna, i mesurant el temps de tornada, s'estableix la distància fins al nostre satèl·lit amb una exactitud de 2 centímetres. Les distàncies fins a satèl·lits artificials tenen encara més exactitud i són imprescindibles tant en les telecomunicacions i sistemes de navegació com en diverses mesures del nostre planeta.

L'equip internacional ha pogut determinar que el pla de les òrbites dels dos LAGEOS s'ha desplaçat dos metres cada any per causa de la rotació de la Terra. Es tracta d'un resultat que és un 10% més elevat que no el predit per Einstein, però que entra din-



tre el marge d'error acceptat. Mesures ulteriors podrien reduir aquest error.

Per comparar aquestes mesures amb les que es desprenen de la llei de Newton, l'efecte relativista és deu milions de vegades més petit. Amb la mecànica newtoniana es poden establir els moviments dels grans cossos, però amb Einstein podem afinar aquests moviments fins a les més petites desviacions.

Aquest resultat no solament dona, una vegada més, la raó a Einstein, ans mostra l'exactitud

d'uns sistemes de mesura que tenen un ampli camp d'aplicació. L'objectiu dels LAGEOS I i II és d'estudiar l'escorça terrestre, l'eix de rotació del planeta i d'obtenir informació sobre la grandària, forma i camp gravitatori de la Terra, per aplicar-ho a la comprensió de continents, oceans, casquets polars i atmosfera com un tot. Com un sistema que, òbviament, no escapa a les sorpreses i incertades prediccions d'Einstein.

**Albert Einstein va desenvolupar un bon grapat de teories que es van confirmant amb els anys. A partir d'unes fórmules empíriques, i gràcies a la lògica, Einstein va preveure molts fenòmens que en aquell moment no podia demostrar.**

**Xavier Duran**