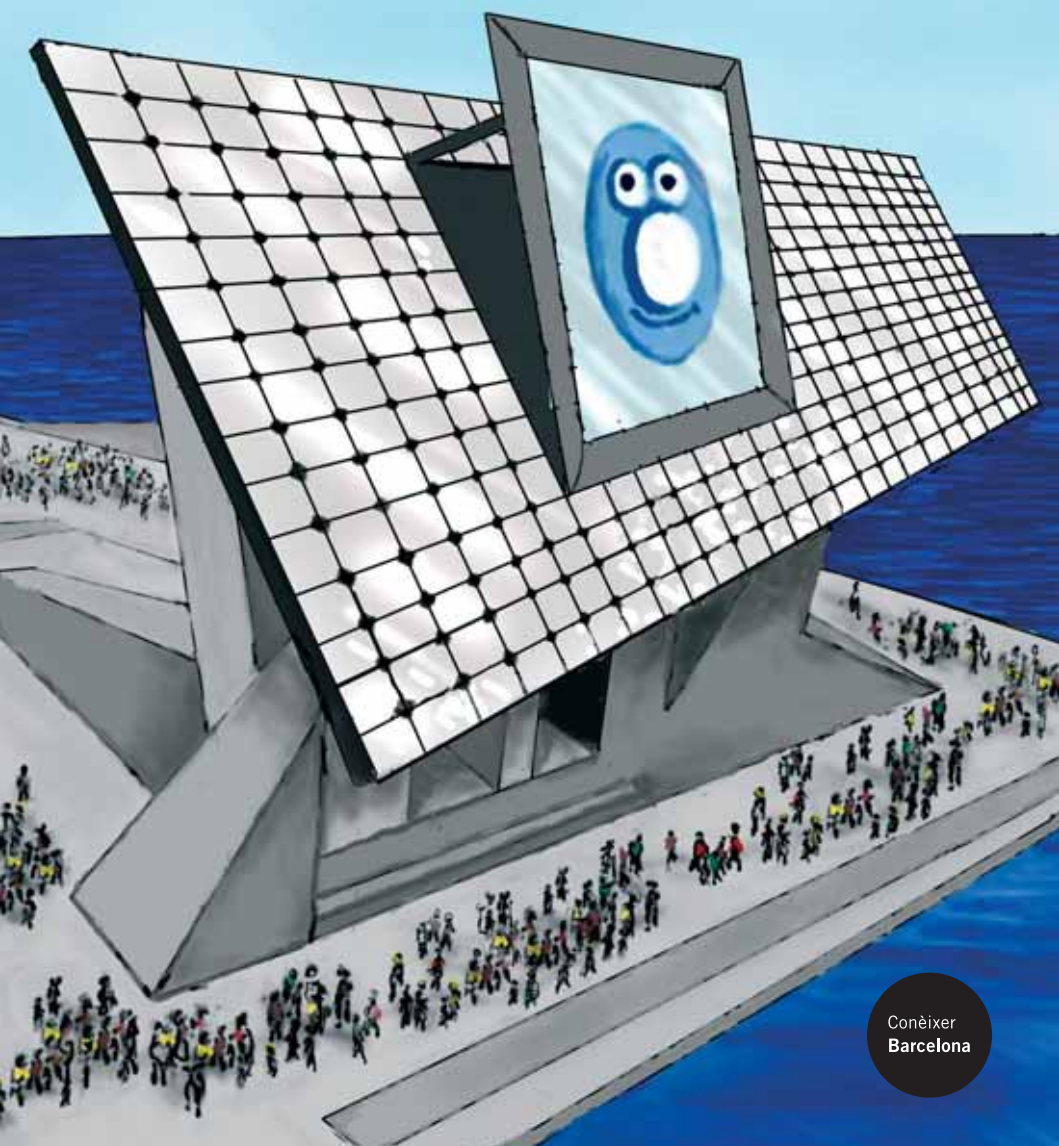


Il·lustracions de Fernando Krahn

# TAKE, EL FOTÓ

Un vertiginós viatge des d'una supernova fins a Barcelona



Conèixer  
Barcelona

Text: Joaquim Bosch  
Il·lustració: Fernando Krahn

# TAKE, EL FOTÓ

Un vertiginós viatge des d'una supernova fins a Barcelona

**Edita: Ajuntament de Barcelona**

**Consell d'Edicions i Publicacions  
de l'Ajuntament de Barcelona**

Ferran Mascarell, Enric Casas, Alfredo Jorge Juan,  
Màrius Rubert, Joan Conde, Glòria Figuerola,  
Joan A. Dalmau, Oriol Balaguer,  
Josep Ma. Lucchetti, José Pérez Freijo

**Comissionat de l'Alcaldia per a la Promoció  
i la Difusió de la Cultura Científica,  
Institut de Cultura de Barcelona**  
Vladimir De Semir

**Director de Comunicació i Qualitat**  
Enric Casas

**Cap del Departament d'Imatge  
i Producció Editorial**  
José Pérez Freijo

**Directora de Promoció de Cultura Científica,  
Institut de Cultura de Barcelona**  
Gemma Revuelta

**Assessors de la publicació:**

**Cap del programa de Coneixement  
de la Ciutat, Institut Municipal d'Educació**  
Esteve Barandica  
**Catedràtic de Física de la Universitat  
Autònoma de Barcelona i poeta**  
David Jou  
**Historiador de la Ciència, Escola  
d'Enginyeria Industrial de Barcelona, UPC**  
Antoni Roca Rosell

Ajuntament  de Barcelona

**Institut de  
cultura ■**

**Cap Editorial**  
Marta Passola

**Coordinació Editorial**  
Bibiana Bonmatí

**Disseny gràfic i maquetació**  
Beatriz González

**Edició i impressió**  
Departament d'Imatge i Producció Editorial  
Municipal

© **de l'edició:** Ajuntament de Barcelona,  
Institut de Cultura de Barcelona  
© **del text:** Joaquim Bosch, Observatori de la  
Comunicació Científica, Universitat Pompeu Fabra  
© **de la il·lustració:** Fernando Krahn

ISBN: 84-7609-159-1  
D.L. B-41.535-2005

imprès en paper ecològic

**Ajuntament  de Barcelona**

Passeig de la Zona Franca, 60  
08038 Barcelona  
tel. 93 402 31 31  
[www.bcn.es/publicacions](http://www.bcn.es/publicacions)

**BARCELONA 2005  
ANY DEL  
LIBRE  
I LA LECTURA**



Patrocinat per:



Plan Nacional de I+D+I 2004-2007

5

Presentació de l'alcalde

7

Les espelmes de la nit

11

Els fotons, els més ràpids de l'Univers

19

El col·leccionista d'electrons

27

De camí cap a la Terra

37

L'entrada a l'atmosfera

47

El bronzejat d'Einstein

51

Descobrint Barcelona!

57

Tot parlant d'Einstein

61

El centre de la ciutat

65

Acaba el viatge

69

Qui és qui?



## Als nois i noies que s'aboquen a la història de Take...

L'any 1923, Albert Einstein va venir a Barcelona a donar unes conferències. Einstein era el científic més conegut del seu temps i segurament continua sent un físic famós fins i tot entre els qui no presten gaire atenció a la física. I això passa perquè Einstein, amb la Teoria de la Relativitat, va reformar profundament l'edifici teòric de la física del seu temps... i fins avui. Va plantejar una nova concepció de l'univers, capaç d'explicar coses que passaven i que fins aquell moment no s'acabaven d'entendre.

Els científics, quan fan descobertes d'aquesta magnitud –i també quan són descobertes petites–, les comuniquen als seus col·legues a través de treballs que publiquen en unes revistes concretes. Einstein hi va publicar el primer dels seus articles el 1905, ara fa cent anys, i el segon i complementari, el 1916. El fet que el 1923 fos convidat a venir a Barcelona significa que la ciutat estava al dia sobre el que es feia en la física teòrica. Sens dubte no hi havia gaire gent que pogués explicar la Teoria de la Relativitat, però sí que molts es van acostar a conèixer Einstein i escoltar-ne les explicacions de viva veu.

Avui els nois i noies que van a l'Institut tenen nocions bastant clares de la física que es produeix cada dia davant dels nostres ulls, que a vegades són processos d'una gran complexitat. Però és important que anem més enllà i coneguem les teories bàsiques, perquè són les que ens expliquen el món tal com és. Fa milers d'anys, els nostres avantpassats inventaven mites per entendre els fenòmens naturals, per contestar-se preguntes que els angoixaven. Nosaltres ens hi podem endinsar amb més certeses... i amb noves preguntes.

Hem arribat a un punt en el coneixement, que molts dels plantejaments són per força teòrics. És a dir, no podem comprovar-los amb experiments perquè no tenim prou energia o instruments prou sofisticats per posar en pràctica allò que ens diu la intuïció o les equacions. Els científics es troben amb paradoxes i incògnites que segurament seran resoltes ens els pròxims anys i s'establirà una nova frontera de coneixement. Hi ha premisses que desafien la raó, ¡però només perquè la nostra raó s'ha fet petita davant de la profunditat del que investiguem! És un procés fascinant.

És possible que, en les pàgines d'aquest conte, hi trobeu l'estímul per seguir una vocació científica, i que un o una de vosaltres sigui demà un físic teòric. Qui ho sigui trobarà que Barcelona estarà preparada per rebre aquesta vocació, de la mateixa manera que el 1923 estava a punt per acollir Albert Einstein. Estem treballant molt perquè Barcelona pugui fer alguna contribució al gran edifici de la ciència, que sempre té abast mundial. Només us diré que aviat tindrem al Vallès un accelerador de partícules d'última generació (la màquina que permet veure què fan les partícules i com) i que ja tenim en funcionament un megaordinador, de fet el més gran d'Europa. Entre altres coses...

De tot això, en tindreu notícies, perquè aquest curs 2005-2006 l'Audiència pública als nois i noies de Barcelona té per lema "Barcelona fa ciència!" i l'any 2007 també el dedicarem a la ciència a fi de commemorar els primers cent anys de la creació de l'Institut d'Estudis Catalans, que és la nostra acadèmia de ciències i d'humanitats. Els nostres avis ja estaven posant les bases de l'edifici científic català, colze per colze amb la Universitat. Ara només falta que algú de vosaltres s'hi apassioni... i podeu ben bé començar per aquest conte.

Joan Clos, Alcalde de Barcelona

# Les espelmes de la nit





Hi va haver un poeta que es va referir a les estrelles com "les espelmes de la nit". És una frase preciosa, de les que només se'ls acut als poetes, però la realitat és bastant menys poètica perquè amb el que hauríem de comparar el Sol, o qualsevol altra estrella, no és amb una espelma, sinó amb una immensa bomba atòmica. Una bomba que dosifica el seu combustible amb tanta moderació que tot i que porta 4.600 milions d'anys cremant encara li queda combustible per uns quants milions d'anys més. I així i tot, aquesta bomba atòmica és tan gegantina que en un sol segon s'hi produeixen milions d'explosions més violentes que les d'Hiroshima o Nagasaki, fins al punt que la seva resplendor és visible des de la Terra, que està a uns 150 milions de quilòmetres.

El nostre planeta ha tingut la sort de ser al lloc oportú, a la distància justa del Sol perquè d'aquestes explosions ens arribin les quantitats apropiades de llum i escalfor per permetre l'aparició i el desenvolupament de la vida. Si fóssim gaire més a prop ens arribaria tanta calor que la temperatura dels mars pujaria fins fer bullir l'aigua, i si fóssim massa lluny els oceans es congelarien. En cap d'aquestes condicions ens podem imaginar cap mena de vida, almenys no tal com la coneixem.

Una nit estelada ens ofereix la possibilitat d'admirar un grapat d'aquestes bombes gegants. És la parada de focs artificials més gran del món, i les estrelles que contemplem estan tan lluny de nosaltres que de les seves explosions només ens n'arriba una tènue llum fent pampallugues.

De tant en tant, molt de tant en tant, a alguna estrella se li acaba el combustible. N'hi ha que el continuen consumint com han fet sempre fins que se'ls esgota del tot i aleshores s'apaguen. Però n'hi ha d'altres que abans de quedar-se sense combustible s'acomiaden amb una gran explosió final. Una explo-

sió que rebenta l'estrella i que durant unes setmanes li atorga un espectacular protagonisme, perquè brilla més que tota la seva galàxia sencera. Són les supernoves.

Aquesta és la història d'una mica de llum nascuda fa milions d'anys en l'explosió d'una d'aquestes supernoves.



# Els fotons, els més ràpids de l'univers

En Take, el nostre protagonista, és aquesta miqueta de llum. Potser has sentit a dir que la llum és una **ona electromagnètica**. Però saber que en Take és una ona electromagnètica no ajuda pas gaire a imaginar-se quin aspecte té, oi?

Els científics es van passar molt de temps inspirant-se en el so, que és un altre tipus d'ona, per imaginar-se com és la llum. Si ens palpem el coll mentre cantem, notarem una vibració a la gola, i també veiem que les cordes d'una guitarra vibren quan algú l'està tocant. Per això es van imaginar que també la llum devia fer vibrar alguna cosa. Però quan van descobrir que la llum pot viatjar pel buit es van quedar de pedra, perquè al buit no hi ha res que es pugui fer vibrar. Així que durant uns anys ningú sabia com ens havíem d'imaginar la llum, fins que l'**Albert Einstein** va proposar que ens la imaginéssim feta d'unes diminutes partícules irrompibles que anomenà **fotons**. Així que ara ja ens podem fer una idea de quin aspecte té en Take: més o menys com una petitíssima bola de billar.

Però aquests fotons són ben especials. Si poguéssim fer que s'estiguessin quietes una estoneta i els poséssim en una balança ens trobaríem amb la sorpresa que aquest aparell no es mouria mai del zero: els fotons no tenen massa! Però, és clar, alguna cosa hauran de tenir, perquè si no no serien res de res... i el que tenen és energia! De fet és l'únic que tenen, i per tant és l'única cosa que ens permet distingir els uns dels altres. Els posem noms diferents segons l'energia que tinguin i del conjunt de tots aquests noms en diem **espectre**. Els nostres ulls només són capaços de veure alguns d'aquests fotons, la part de l'espectre que normalment anomenem "llum", i sabem que n'hi ha de diversos colors: vermells, verds, blaus... un per cada color de l'arc de Sant Martí.

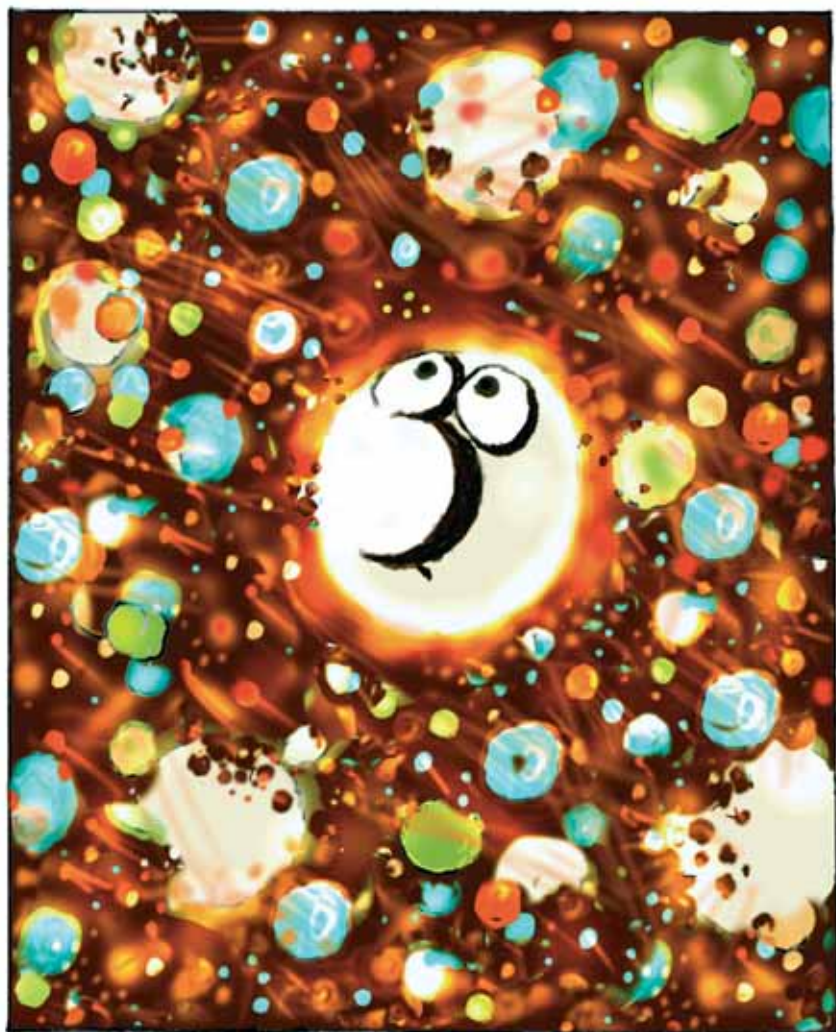
Però encara que no els puguem veure amb els ulls, tots els altres fotons també són una mena de llum. En Take és dels que tenen més energia de tots: és un

raig gamma! I com tots els raigs gamma és invisible per als nostres ulls, per bé que això no vol dir que no el puguem notar. Si ara mateix en Take ens entrés pels ulls, ens podria fer molt de mal encara que no el veiéssim, perquè els raigs gamma tenen tanta energia que destrueixen els teixits del nostre cos. Per sort, a la Terra no ens arriben gaires raigs gamma, perquè el Sol pràcticament no n'emet. Però a les supernoves són d'allò més freqüent, i fins i tot hi ha qui ha pensat que els dinosaures es podrien haver extingit per l'arribada de molts raigs gamma provinents d'una supernova que hagués explotat fa uns 60 milions d'anys.

Però encara no ens hem de preocupar, perquè en Take no ha arribat a la Terra. Tot just és a la seva supernova, on acaba de néixer. Com tots els joves és molt impacient. Té pressa per viatjar per l'Univers i conèixer els seus secrets, però abans haurà de sortir de la seva estrella i això no li serà gens fàcil...

L'estrella està tan atapeïda de tota mena d'àtoms, d'electrons i de fotons com ell movent-se ràpidament, que tots xoquen els uns amb els altres cada dos per tres. Com que tothom es mou molt de pressa, cada vegada que en Take xoca amb algú li canvia la direcció, i així és molt difícil sortir de l'estrella... Apunta cap a fora, però a penes ha fet dues passes, quan no és un àtom és un fotó, i quan no un electró vingut de vés a saber on topa amb ell i el desvia de la seva trajectòria. I després d'aquest xoc, un altre, i un altre... En Take es desespera: així no hi ha manera d'anar enlloc!

Però de sobte tot canvia. Tot d'una ja no xoca amb ningú. Sorprès, en Take mira al seu voltant i veu que tots, àtoms, electrons i fotons, es mouen en la mateixa direcció que ell. És com si de cop i volta tots s'haguessin posat d'acord: "cap allà!". I cap allà van tots, avançant en línia recta... Quina diferèn-



Com que tothom es mou molt de pressa,  
cada vegada que en Take xoca amb algú li canvia la direcció,  
i així és molt difícil sortir de l'estrella...

cia amb abans, quan cadascú anava en una direcció diferent i xocaven tan sovint els uns amb els altres!

Què carai està passant? En Take mira endavant i hi veu milions i milions de tota mena d'àtoms, electrons i fotons que van en la mateixa direcció que ell. Després mira enrera i veu que el segueixen milions i milions d'altres partícules, i cada vegada n'hi ha més que s'hi afegeixen... Absolutament desorientat, mira encara més enrera i veu, allà baix, la seva supernova. I aleshores ho entén tot, somriu, i exclama satisfet:

- Així que era això... al final he sortit de l'estrella!

Quin espectacle! Milions de partícules surten de l'estrella en totes direccions, com si anessin a colonitzar tot l'espai... o com si els fessin fora perquè s'ha acabat la festa. En Take ha començat el seu viatge. Cada cop s'allunya més de la supernova, i de tant en tant avança algun àtom o algun electró que no són tan ràpids com ell... i aquest és el primer descobriment que fa en Take sobre la seva personalitat de fotó! En aquesta cursa aferrissada per sortir de la supernova en Take ha observat que –tot i que n'hi ha algunes que corren moltíssim– no hi ha cap partícula tan ràpida com els fotons. En Take i els seus congèneres, els fotons, són els més ràpids de l'Univers. A més, tots són igual de ràpids, no hi ha cap fotó que vagi més lent o més de pressa que els altres, perquè tots van a la mateixa velocitat: la **velocitat de la llum**.



Així que era això... al final  
he sortit de l'estrella!



# El col·leccionista d'electrons

Ja feia bastant que havia sortit de la supernova, i en aquest temps havia vist moltes coses, però res que s'assemblés a allò que tenia al davant... Era l'àtom més gran que havia vist mai, i això que n'havia vist un munt! Sobretot a la supernova, on cada dos per tres xocava amb algun, però també déu n'hi do els que havia vist des que se n'havia anat. Es pensava que ja els coneixia tots, però evidentment estava equivocat...

La grandària no va ser l'única cosa que el va sorprendre d'aquest àtom. Hi havia una altra cosa que també el feia diferent. Els àtoms que havia vist fins aquell moment "només" estaven formats per dos tipus de partícules: els **protons** i els **neutrons**, els quals es barrejaven els uns amb els altres i formaven una massa compacta. Però l'àtom que ara veia tenia una cosa especial: un munt d'electrons pul-lulant al voltant dels protons i dels neutrons!

No és que no hagués vist mai un electró. A l'estrella, se n'havia fet un fart! Però allà no n'hi havia cap que girés al voltant d'un àtom... Allà els electrons anaven per lliure! Cada un anava a la seva i es movia cap aquí o cap allà sense que li importés gens on fossin els àtoms. En canvi, a l'àtom que ara veia el seguia un estol d'electrons que giraven al seu voltant com les abelles entorn d'un rusc. Tot plegat el tenia intrigat i només hi havia una manera de treure'n l'entrellat: preguntar-ho tot a l'àtom. Va intentar córrer una mica més per atrapar de seguida aquell àtom misteriós que col·leccionava electrons, però no ho va aconseguir. A en Take li va ser impossible accelerar, i fins al cap d'una estona no va ser prou a prop d'aquell àtom per començar a fer-li preguntes.

- Ei! Quina mena d'àtom ets?

- Que quin àtom sóc? Que no saps comptar?

- Comptar? Sí, és clar. Però què hi té a veure?

- Tot! Si vols saber quin àtom sóc hauràs de comptar els protons que tinc. Oi que a vosaltres, els fotons, us posen un nom o un altre en funció de l'energia que teniu? Doncs a nosaltres ens diuen d'una manera o d'una altra segons els protons que tenim. A veure, has comptat quants protons tinc?

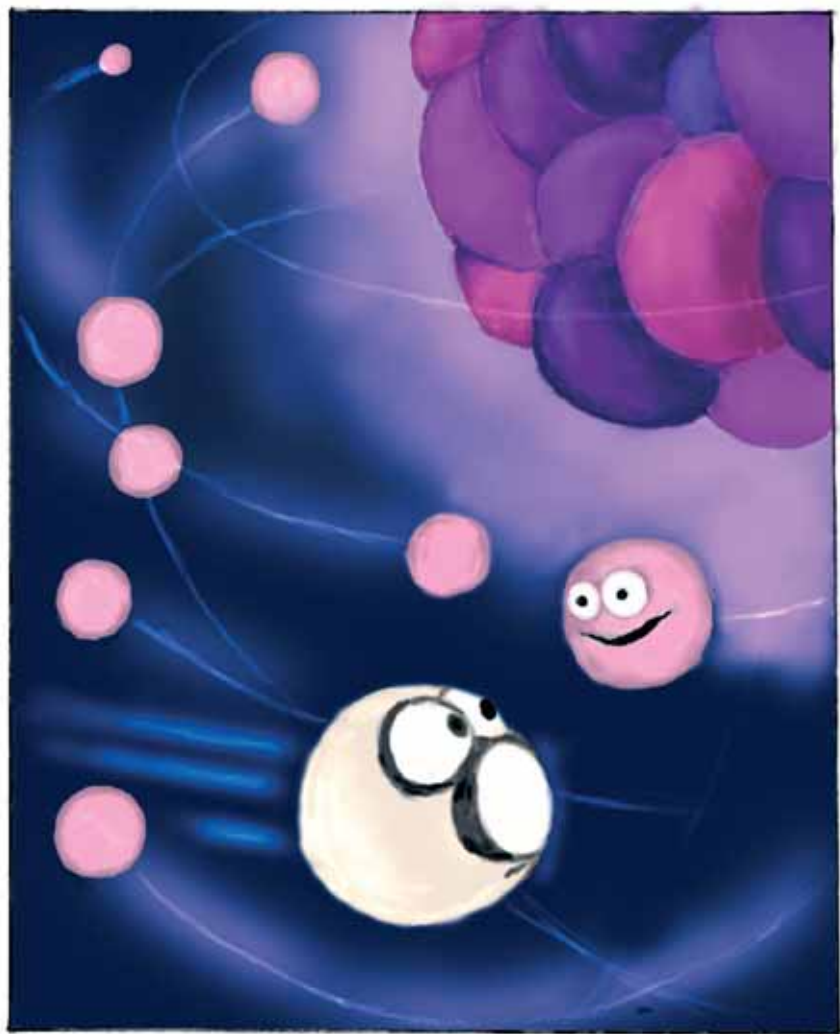
- Sí, noranta-quatre.

- Doncs ja ho tens. Estàs parlant amb un àtom de plutoni.

"Plutoni? Quin nom més estrany!", va pensar en Take, i se li va escapar un somriure. L'àtom, que ja estava acostumat a tota mena de bromes, va intuir que a en Take li aniria bé una mica més d'explicació.

- Has vist mai una **taula periòdica**? És com un full quadriculat, i a cada àtom ens posen en un requadre o en un altre segons els protons que tenim. A tots els que en tenen només un els posen junts en un mateix requadre que té una etiqueta on diu "hidrogen". Als que en tenen dos se'ls posa en un altre amb un rètol que diu "heli". I així amb tots... Quan vegis una taula periòdica, fixa't en la casella on hi ha els àtoms amb noranta-quatre protons, és la meua, i veuràs que hi ha escrit "plutoni"...

En Take s'havia d'afanyar. Ja començava a deixar enrera l'àtom de plutoni i aviat el tindria tan lluny que ja no podria fer-li més preguntes. I abans que l'àtom acabés la seva explicació ja li va fer una altra pregunta.



Doncs ja ho tens.  
Estàs parlant amb un àtom de plutoni.

- Sí, sí, gràcies, ja ho entenc... d'això... i com és que tens tots aquests electrons donant voltes?

- Perquè tots els àtoms col·leccionem electrons. No et pensis que jo sóc l'únic que ho fa! A tots els àtoms ens agrada tenir uns quants electrons al voltant, i ells estan encantats! Recordes el que t'he dit de la taula periòdica? Doncs als àtoms ens agradaria tenir un electró donant voltes per cada protó que tenim. A mi, per exemple, em faria il·lusió tenir noranta-quatre electrons al meu voltant, però encara me'n falten bastants... Tot això és per la **càrrega elèctrica**. La càrrega elèctrica és molt important! Cada un dels meus protons té una càrrega positiva, i en canvi els electrons la tenen negativa. Per això m'agradaria tenir tants protons com electrons, perquè aleshores tindria tantes càrregues positives com negatives i en conjunt estaria equilibrat. A ningú li agrada estar carregat...

- Sí, ja ho entenc. Però, escolta, si tot això és tan normal com tu dius, com és que jo no ho havia vist mai? Fins ara jo havia vist els electrons per un cantó i els àtoms per un altre...

- Això és perquè tu has estat en una estrella, Take, i allà tot és especial. A les estrelles hi fa molta calor, i tothom xoca amb tothom. Oi que te'n recordes? Tu no podies mantenir la teva direcció, perquè a cada xoc te la canviaven, i els àtoms no podíem mantenir els nostres electrons perquè després d'un xoc cadascú sortia pel seu cantó... Però en circumstàncies més normals els àtoms i els electrons anem junts. Ara jo recullo tots els electrons que puc perquè com que ja fa estona que hem sortit de l'estrella, i ja no fa tanta calor, els àtoms i els electrons podem estar junts. Ai, Take! Si en lloc de venir d'una estrella vinguessis de la Terra no t'estranyaria haver vist tots

aquests electrons al meu voltant, perquè a la Terra això és normal. Aleshores el que t'estranyaria seria que algú t'expliqués que a les estrelles els electrons i àtoms van separats, cadascú a la seva...

L'àtom s'havia anat quedant enrera de mica en mica i a en Take cada vegada li costava més entendre què li deia. Va intentar frenar una miqueta per estar més estona amb ell, però no va poder. Tampoc abans, quan es volia afanyar a atrapar-lo, no havia pogut accelerar. En un últim intent per mantenir la conversa, en Take va forçar la veu per adreçar-se a l'àtom:

- Perdona, no et sento, m'ho podries repetir?

Però s'havia allunyat tant d'aquell àtom de plutoni que ja no va poder entendre què li deia, i no va poder esbrinar res més dels àtoms.

- Potser algun dia trobaré algú que em pugui explicar més coses...

# De camí cap a la terra

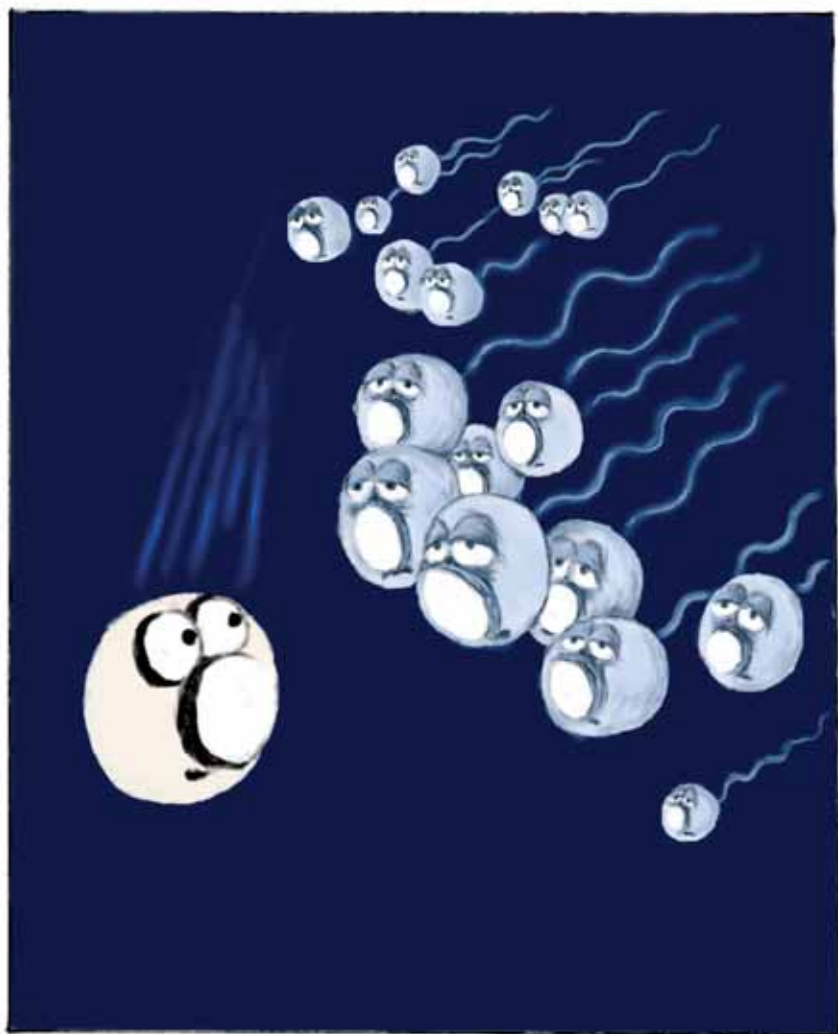
Després d'aquesta trobada en Take s'entretenia a comptar els protons de tots els àtoms amb què es trobava i mirava quin nom hi havia al requadre de la taula periòdica que li tocava. Però a poc a poc el viatge s'havia anat fent avorrit.

A mida que s'havia anat allunyant de la supernova l'espai estava cada cop més desert i li costava més de trobar alguna partícula. Quedaven ja molt llunyans aquells primers moments quan en Take s'havia quedat astorat en veure's enmig de milions i milions de fotons i de partícules que sortien de la supernova gairebé tots alhora. Tothom havia anat fent camí pel seu compte, i en Take s'havia quedat gairebé sol. Només de tant en tant es creuava amb algú que venia vés a saber d'on. Potser d'alguna estrella, qui ho sap...

Però hi havia una mena de fotons molt estranys que es trobaven per tot arreu. No eren gaires, i ja n'havia vist uns quants en començar el seu viatge, però aleshores no els havia fet gaire cas perquè eren molt pocs enmig de tots aquells altres que, com ell, sortien de la supernova. Però ara, que tots els seus companys de supernova havien desaparegut, li cridava l'atenció que continués trobant-se amb aquests fotons. El més curiós és que no venien de cap lloc en concret, venien de tot arreu! Com que eren fotons, en el primer que es va fixar en Take va ser en la seva energia: en tenien molt poca!

Tot plegat era ben misteriós, d'on sortien tots aquells fotons? No podia ser de cap supernova perquè no portaven cap direcció en concret. Això era el que més el desconcertava, que vinguessin de molts llocs a la vegada... I com és que, tot i venir de llocs diferents, tots tenien la mateixa energia? La temptació era massa forta per resistir-se a preguntar-ho:





Escolteu, jo vinc d'una supernova, i vosaltres?

Nosaltres de la Gran Explosió  
que hi va haver fa molt de temps.

- Bon dia, companys! Em dic Take i sóc un raig gamma. Quina mena de fotons sou vosaltres, que teniu tan poca energia?

- Nosaltres som microones!

Microones! Com els que fem servir els humans per descongelar menjar i cuinar. És ben curiós, a la Terra hem hagut d'inventar un aparell per produir microones, i en canvi en Take ha vist que a l'espai que hi ha entre les estrelles n'està ple. És clar que a la Terra tampoc hi tenim gaires raigs gamma i en canvi a les supernoves són la cosa més normal del món... En Take volia saber-ne més coses.

- Escolteu, jo vinc d'una supernova, i vosaltres?

- Nosaltres de la **Gran Explosió** que hi va haver fa molt de temps.

- De la meua supernova, ja fa uns quants anys...

- Doncs de la nostra explosió encara fa més temps. Ens creuríeu si et diem que fa 14.000 milions d'anys?

No va saber què contestar. Primer va pensar que li volien prendre el número, però a hores d'ara ja havia vist tantes coses estranyes que no venia d'una més. Va fer les mateixes preguntes a tots els fotons que es trobava, i tots li van explicar la mateixa història. Al final, és clar, es va creure això que li explicaven sobre una gran explosió de la qual aquests microones eren el ressò.

I així van passar no se sap quants anys, o potser fins i tot segles o mil·lenis durant els quals en Take es va avorrir molt. Pràcticament l'única compan-

ya que tenia eren aquests misteriosos microones. Només de tant en tant es creuava amb algun electró que anava a la seva o amb algun àtom que buscava electrons per completar la seva col·lecció.

En Take ja estava començant a pensar que potser a partir d'ara el viatge seria sempre així de solitari. Potser el seu destí era córrer per aquella part de l'espai on gairebé no passa res. És ben curiós que, quan era a la supernova, es delia per anar-se'n, i en canvi ara enyorava aquella època en que li passaven tantes coses: xocava amb electrons, amb àtoms, amb fotons, tan aviat anava cap aquí com cap allí... "Em sembla", pensava en Take, "que les coses interessants només passen pels volts de les estrelles".

– Tant de bo passi a prop d'una altra, potser així em tornaran a passar coses i faré més descobriments...

Estava tan capficat amb aquests pensaments que no es va adonar que se li acostava un fotó "diferent" fins que va ser massa tard... Ja havia passat de llarg i ara ja s'allunyaven l'un de l'altre. En Take es va girar i es va quedar bocabadat en veure que era un fotó de llum visible. D'aquells que els humans podem veure amb els ulls i que tant abunden al Sol.

– D'on carai ha sortit aquest?

Amb prou penes havia acabat la pregunta quan es va creuar amb un altre fotó visible. Venia de la mateixa direcció que l'altre... Era només una casualitat?

Res de casualitat! Al cap d'un moment es va creuar amb un altre fotó que venia de la mateixa direcció, i al darrera d'aquest se li acostaven uns quants més.

Tots venien del mateix lloc...

– Allà hi ha alguna cosa!

I tant que hi havia alguna cosa! Ara els fotons visibles ja no venien d'un en un... venien per desenes, i al cap d'un moment per centenars... Confirmat! En Take s'acostava a una estrella!

De mica en mica la va anar veient. Era ben maca, amb uns quants planetes al seu voltant. Però no era una estrella qualsevol, era el nostre Sol! Es va desinflar una mica quan, després de fer els seus càlculs, va veure que si continuava en línia recta passaria ben a prop del Sol i de la Terra... però passaria de llarg de tots dos... Travessaria el sistema solar sense visitar cap planeta i després tornaria a l'espai que hi ha entre les estrelles, aquell en el qual s'havia estat tant de temps i on pràcticament només hi ha microones. "Llàstima", va pensar, "que tal i com vaig no pugui visitar la Terra. Tant de bo alguna cosa m'empentés una miqueta i em desviés prou per poder visitar la Terra..."

S'acostava al Sol, i a mida que s'hi acostava cada vegada es creuava amb més i més fotons que en venien. També va veure uns quants àtoms que sortien del Sol, i això li va fer pensar en la seva supernova. Déu n'hi do la d'àtoms i electrons que sortien del Sol. Però li van dir que això no era normal.

– Sempre en surten uns quants, però no tants com ara. Ens has enganxat en un moment excepcional perquè al Sol li ha sortit una taca. És el que a la Terra en diuen **tempestes magnètiques**. Si passes per allà, ja en sentiràs a parlar...



Déu n'hi do la d'àtoms  
i electrons que sortien del Sol.

Mentre escoltava aquestes explicacions, va sentir una sensació estranya. Si no fos que era una suposició ridícula per a un fotó, hauria dit que s'estava marejant. Li semblava que perdia l'equilibri, que tot es movia al seu voltant i perdia el rumb, que no anava dret... Era això! Per primera vegada en tot el viatge, en Take no es movia en línia recta. De mica en mica anava virant cap l'esquerra i cada cop s'acostava més al Sol. El Sol l'estirava cap ell i l'estava desviant de la seva direcció inicial. En Take estava completament desorientat, i els àtoms que hi havia per allà se'n van burlar.

– De què t'estranyes, Take? Que no havies sentit a parlar de la llei de la gravetat?

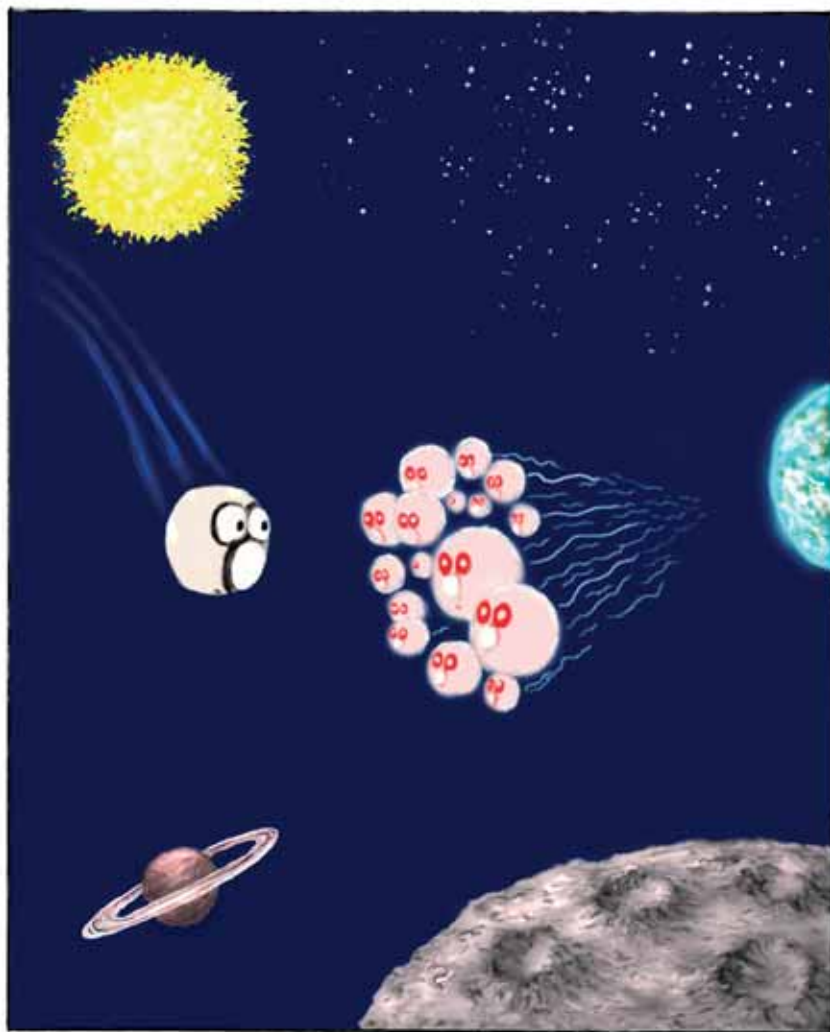
– Sí! Però no sabia que a mi també m'afectés. Com que els fotons no pesem...

Tothom s'ho pensava. Fins que aquell físic anomenat Albert Einstein va dir que la gravetat afectava tothom. Fins i tot els fotons!

Quin gran savi! Ho havia descobert tot sobre els fotons: que eren com partícules, que viatgen sempre a la mateixa velocitat, que no hi ha res més que pugui anar tan ràpid, i que no sempre viatgen en línia recta, perquè els raigs de llum es corben una mica quan passen a prop d'una estrella... De fet, l'Einstein és tan famós entre els fotons que tots saben qui era i coneixen els llocs on va estar.

En Take estava comprovant que l'Einstein tenia raó. De mica en mica anava girant cap l'esquerra i ara apuntava de dret a la Terra. Gràcies al Sol, que li havia donat aquella empenta que tant desitjava, en Take coneixeria un planeta. El nostre planeta, el planeta d'aquell gran savi.

# L'entrada a l'atmosfera



De la Terra, en sortia un grupat d'infraroigs  
i tothom els cosia a preguntes per saber què els esperava  
en aquest planeta.



Estava entusiasmat, potser aniria a parar a Ulm, la ciutat d'Alemanya on va néixer Einstein. Però ara tornava a tenir uns companys de viatge peculiars. Els microones encara hi eren. Els microones sempre hi eren! Però ara els fotons que més es feien notar eren els visibles que sortien del Sol. En Take se sentia especial. A la supernova no cridava l'atenció perquè allò estava farcit de raigs gamma. En canvi, aquí tothom se'l mirava i li preguntava d'on venia. "És una història molt llarga..." I ell, és clar, l'allargava tant com podia perquè li agradava ser el centre d'atenció: se sentia important. I per fer-se l'interessant de tant en tant deixava anar un comentari del tipus:

– Aquí gairebé tots els fotons sou visibles, però d'on jo vinc...

Aquestes paraules li donaven una aire misteriós, i s'hi recreava. Tothom trobava el seu to una mica pretencios, però ningú s'hi resistia perquè era, de bon tros, el fotó més interessant que corria per allí. I ell se n'aprofitava...

Però a mida que es van anar acostant a la Terra, cada vegada hi havia menys fotons que se l'escoltessin, perquè ara hi havia uns altres fotons que cridaven l'atenció de tothom. De la Terra, en sortia un grapat d'infraroigs i tothom els cosia a preguntes per saber què els esperava en aquest planeta.

– Uff! Allà passen moltíssimes coses. Ja ho veureu...

– Com per exemple què?

– Fixeu-vos en nosaltres. Quan vam sortir del Sol érem com vosaltres, fotons visibles. Però ara som infraroigs perquè la Terra ens ha canviat... allà ens hem deixat part l'energia que teníem quan vam sortir del Sol.

En Take els va fer un cop d'ull i va veure que, efectivament, gairebé tots eren infraroigs. Així doncs, era veritat: a la Terra als fotons els passen coses. "Tant queixar-me que no passava res", va pensar en Take, "i ara em fa por no saber què m'espera allà baix..." Aleshores algú va dir:

– Atenció, fotons! Estem a punt d'entrar a l'atmosfera de la Terra. Tres, dos, un...

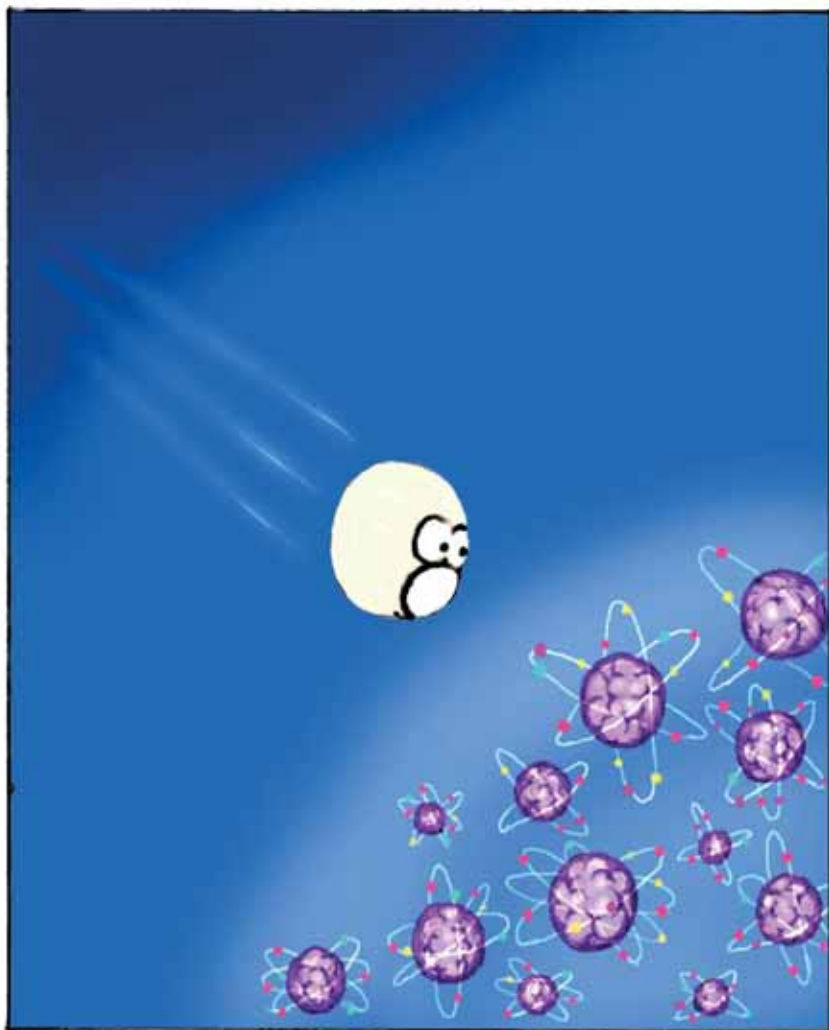
En Take ja no va sentir el zero. Així que hi va entrar es va fúmer un castanyot amb el primer àtom que hi havia per allí. El xoc els va canviar a tots dos.

Del primer que es va adonar és que a l'àtom se li havia escapat un dels seus electrons, que amb el xoc havia sortit disparat. "Pobre àtom", va pensar en Take, "espero que no s'hagi fet gaire mal. Si només ha perdut un electró encara es pot dir que ha estat de sort". Però un cop li va passar l'ensurt, va veure que ell també s'havia deixat alguna cosa en el xoc... Havia perdut energia. Perquè, recordem-ho, energia és l'única cosa que tenen els fotons, i per tant és l'única cosa que poden perdre... Aleshores ho va entendre tot.

– Maleït electró! S'ha aprofitat de la confusió del xoc per robar-me energia i se n'ha anat corrent. Atrapeu-lo! Atrapeu-lo!..

Però ja era massa tard. L'electró havia tingut temps de desaparèixer i en Take es va haver de fer a la idea que ja no recuperaria l'energia que havia perdut. Ja no seria mai més un raig gamma. A partir d'ara seria un raig X, com els que fan servir els metges per fer radiografies i veure si t'has trencat algun os.

– Ara ja sé quina mena de coses passen a la Terra! Això és ple d'electrons i si bades una mica et prenen tanta energia com poden. Per això hi ha tants



Atenció, fotons!  
Estem a punt d'entrar a l'atmosfera de la Terra.  
Tres, dos, un...

fotons que hi arriben essent visibles i quan surten s'han quedat en infraroigs... Hauré de fer l'ull viu perquè no em torni a passar.

Mentre en Take continuava el seu descens cap la superfície es creuava amb tot de fotons que venien d'allà baix. Un d'aquests fotons va fer un comentari que li va cridar l'atenció:

– Oh, no! Una tempesta magnètica!

No era la primera vegada que sentia aquesta expressió. Quan va passar a prop del Sol li havien comentat que n'estaven sortint més àtoms del que és normal, i que d'això se'n diu una tempesta magnètica. Li havien assegurat que a la Terra en sentiria a parlar, i era cert!. Ara podia esbrinar què carai volia dir tot allò.

– Bon dia, company! Per què et fan por les tempestes magnètiques?

– Perquè sóc un fotó amb molt poca energia. Sóc una ona de radio. Duc notícies molt importants i necessito rebotar en aquesta part de l'atmosfera per poder tornar cap la superfície.

– I què tenen de dolent les tempestes magnètiques?

– Doncs que ho capgiren tot per aquí dalt. Les tempestes magnètiques revolucionen els àtoms, els quals, en lloc de fer-nos rebotar cap a baix, ens capturen. I si em capturen aquesta notícia tan important que duc no arribarà.

– I ja ho saben, allà baix, que aquí passen aquestes coses?

– I tant. Se n'adonen de seguida que hi ha problemes. Bé, ells en diuen interferències!

“Curiós”, va pensar en Take. Però no en va fer massa cas perquè estava prou enfeinat intentant evitar el xoc amb els àtoms de l'atmosfera. Cada vegada era més difícil, perquè a mida que s'endinsava en l'atmosfera es trobava amb més àtoms. Es va fixar que els àtoms que veia a la Terra solien anar en grupets, a vegades eren només grups de dos, però d'altres eren compostos de tres o fins i tot molts més. Ho trobava estrany perquè fins ara, tant a la supernova com a l'espai interestel·lar, sempre havia vist els àtoms d'un en un. “D'aquests grupets, se'n diuen molècules”, li va comentar un fotó que tenia al costat, “a la majoria dels àtoms no els agrada estar sols”.

“Molècules? Que interessant!”, va pensar en Take, “aquell àtom de plutoni em va explicar que als àtoms els agrada rodejar-se d'electrons. I ara descobreixo que també busquen la companyia d'altres àtoms. Sí que són sociables...” Tots aquests pensaments van despistar en Take i, és clar, va passar el que sol passar quan bades... “Patapam!”.

Un altre xoc, i un altre electró que fugí corrents. En Take de seguida mira a veure si ho té tot... què carai ho ha de tenir tot! Ja li han pispat una mica més d'energia!

– És indignant! Això és ple de pispes!

El fotó que abans li havia explicat tot allò de les molècules va comprendre que en Take anava molt despistat i que li aniria bé una mica d'informació.

– Et donaré una bona notícia. Com menys energia tinguis menys probabilitats tens que et robin. Els fotons més energètics són els més llaminers per als electrons, per això t'han atracat de seguida, perquè has arribat com a raig gamma. Després, com que eres un raig X i tenies menys energia has durat una mica més. I ara, que aquest galifardeu t'ha plomat encara més i només t'ha deixat energia per ser un ultraviolat, corres menys perill. Però tot i amb això no arribaràs gaire lluny si no t'espaviles...

– I què he de fer?

– D'entrada, has de saber que a cada tipus de fotó ens atraquen uns àtoms i unes molècules diferents. Ara ets un ultraviolat, igual que jo. Has de tenir en compte que a l'atmosfera terrestre el nostre principal enemic és una molècula que es diu ozó: la reconeixeràs fàcilment perquè són tres àtoms d'oxigen que van juntets.

– Una molècula de tres àtoms d'oxigen? I n'hi ha gaires per aquí dalt?

– Déu n'hi do, però estem de sort, perquè diuen que mai n'hi havia hagut tan pocs com ara. Així que si ens ajudem l'un a l'altre potser tots dos aconseguirem arribar a la superfície. Els ultraviolets no ho hem tingut mai tan fàcil com ara per arribar-hi.

– I què farem si hi arribem?

– No sé. Tot depèn d'on caiguem... Si caiem sobre una bactèria o un virus segurament els matarem. Si caiem sobre algú que s'està a la platja el posarem una mica morè i l'ajudarem a fabricar vitamines... però també és pos-

sible que li fem mal: que el cremem o fins i tot li provoquem un càncer, si massa fotons arribem fins a ell... Els ultraviolats podem ser molt bons o molt dolents, Take.

En Take va quedar moix. Potser era millor deixar-se prendre una mica més d'energia i no ser tan perillós. Ben mirat, si en perdia una miqueta més, només una miqueta, deixaria de ser un fotó ultraviolat i es convertiria en llum visible... Però el seu company també li havia dit que una mica d'ultraviolats són necessaris, perquè ajuden a fabricar vitamines... Què havia de fer? Mantenir-se tal i com era i assumir el risc de provocar un càncer, o deixar-se prendre energia i potser fer que algú es quedés sense aquella vitamina?

Estava confús. No sabia què fer. Però mentre donava voltes a totes aquestes preguntes una molècula d'ozó va atrapar el seu company i en Take s'ho va prendre com un senyal i va decidir que intentaria arribar fins a la superfície de la Terra.

# El bronzejat d'Einstein





Els científics van trigar bastant a descobrir  
com funcionava la llum.  
Fins que un bon dia ho va fer l'Einstein.

Per animar-se una mica, es va posar a pensar en les coses bones que els ultraviolats poden fer. Cada tipus de fotó serveix per a alguna cosa. Els ultraviolats bronzegen i ajuden a fabricar vitamines; amb els raigs X els metges poden fer radiografies; els microones descongelen el menjar; amb els visibles veiem les coses; els infraroigs escalfen... Va pensar en tots aquells infraroigs que havia vist abans d'entrar a l'atmosfera. Li havia semblat que eren molts els que s'escapaven de la Terra. Però els que feia temps que estaven per aquí deien que cada vegada n'hi ha més que no poden escapar i, com que es queden a la Terra, l'escalfen. De la mateixa manera que les tempestes magnètiques absorbeixen les ones ràdio, també hi ha unes molècules que absorbeixen els infraroigs. Són els gasos d'efecte hivernacle, i els anomenen així perquè com que no deixen que els infraroigs surtin de la Terra fan que tota la seva escalfor es quedi al planeta. Com que cada vegada hi ha més gasos d'aquest tipus (com el diòxid de carboni), la Terra s'escalfa cada cop més.

– És curiós com funciona tot això. Nosaltres, els ultraviolats, bronzegem, però els infraroigs no. L'única diferència que hi ha entre nosaltres i ells és que nosaltres tenim més energia... Però si ajuntéssim uns quants infraroigs, entre tots tindrien tanta energia com un de nosaltres... però així i tot no serien capaços de fer el que un sol de nosaltres fa: bronzegar! Per què?

És molt desconcertant. A veure, un fotó només és energia. Per tant, quan diem que els raigs ultraviolats bronzegen estem dient que necessitem energia per posar-nos morens. Aleshores, per què ens fa servei l'energia d'un ultraviolat i no ens el fa la d'un grapat d'infraroigs?

La resposta és un xic complicada. A la nostra pell hi ha un pigment que es diu melanina i que, quan s'estimula, fa que ens posem morens. Aquest pigment

necessita l'energia d'un fotó ultraviolat per estimular-se, per això la llum ultraviolata ens bronzeja. Si aquest pigment pogués "emmagatzemar" energia, cada vegada que li arribés un fotó infraroig podria quedar-se amb la seva energia, guardar-la i pensar: "ja em falta menys!". Aniria emmagatzemant la miqueta d'energia de cada fotó infraroig que li arribés i quan hagués acumulat l'energia suficient s'estimularia i ens posaríem morens només amb llum infraroja... Però les coses no funcionen així. Aquest pigment no pot emmagatzemar energia, i per tant quan li arriba un fotó infraroig fa com si no l'hagués vist perquè no pot "guardar-se" la seva energia per més endavant. Per això, si només ens arribessin infraroigs, per molts que fossin, no ens bronzejaríem mai.

Tot plegat és bastant complicat i, de fet, els científics van trigar bastant a descobrir com funcionava tot això. Fins que un bon dia ho va fer l'Einstein, i per aquest descobriment li van donar el premi més important que pot guanyar un científic: el premi Nobel. Bé, de fet, ni ell ni cap dels científics d'aleshores s'havien preocupat de saber per què la llum ultraviolata ens bronzeja i la infraroja no. El que els tenia intrigats era per què la llum ultraviolata provoca un corrent elèctric en alguns metalls i en canvi la infraroja no ho fa. Però això és perquè en aquella època no estava de moda prendre el sol i, a més, la majoria dels científics eren de països on no en fa gaire, de sol. Per això, en lloc de pensar per què uns fotons bronzejaven i els altres no, van pensar per què uns creen un corrent elèctric i els altres no. Però tots dos problemes s'expliquen pel mateix motiu.

# Descobrint Barcelona



De sobte nota que la pedra  
el llença cap amunt, cap al cel...

En Take estava a punt d'aconseguir-ho. Tenia el terra ben a prop. Estava molt concentrat en evitar el xoc amb les molècules de gas de l'atmosfera, però tot i amb això va reconèixer cap on anava. Va veure el mar i una serralada de muntanyetes que anava més o menys paral·lela a la costa. Cauria entre el mar i les muntanyes...

Hi havia moltes ciutats, l'una al costat de l'altra. Algunes estaven enganxades amb la del costat, a d'altres els faltava ben poc. I al mig de totes, hi va reconèixer... Barcelona! Però, de moment, només hi volarà per sobre, perquè tal i com va passarà de llarg i caurà una mica més al nord. Quina gràcia! Tant parlar d'Einstein i al final veurà, ni que sigui des de l'aire, una ciutat que el declararà hoste il·lustre quan aquest físic la visità durant una setmana...

De fet, en Take no caurà a cap ciutat. Se'n va de dret a un bosc no gaire espès que hi ha nord enllà, amb herbes, clapes de terra i bastantes pedres... Una pedra! Hi ha una pedra que cada cop veu més a prop... "si hi xoco rebotaré, i qui sap cap on aniré aleshores", pensa en Take.

Va de dret a la pedra però no en surt rebotat. La pedra se'l queda un instant. En Take es desorienta, "què em vol fer aquesta pedra?" De sobte nota que la pedra el llença cap amunt, cap al cel...

–He d'esbrinar dues coses. Primer: què m'ha fet la pedra? Segon: si ara que vaig cap amunt faré com aquells infraroigs i acabaré sortint de la Terra?

Aviat troba la resposta a la primera pregunta. La pedra li ha robat energia! No té res d'estrany, perquè les pedres també són formades per àtoms i electrons, com les molècules de l'atmosfera, i per tant també poden robar energia als fotons.

En Take n'ha perdut una mica més, i ara ja no és un fotó ultraviolat... ara és un fotó visible... de color blau. La pedra l'ha convertit en un fotó de llum visible! Se n'alegra, perquè no li feia cap gràcia això de ser un ultraviolat després de saber que podria ser tan perillós.

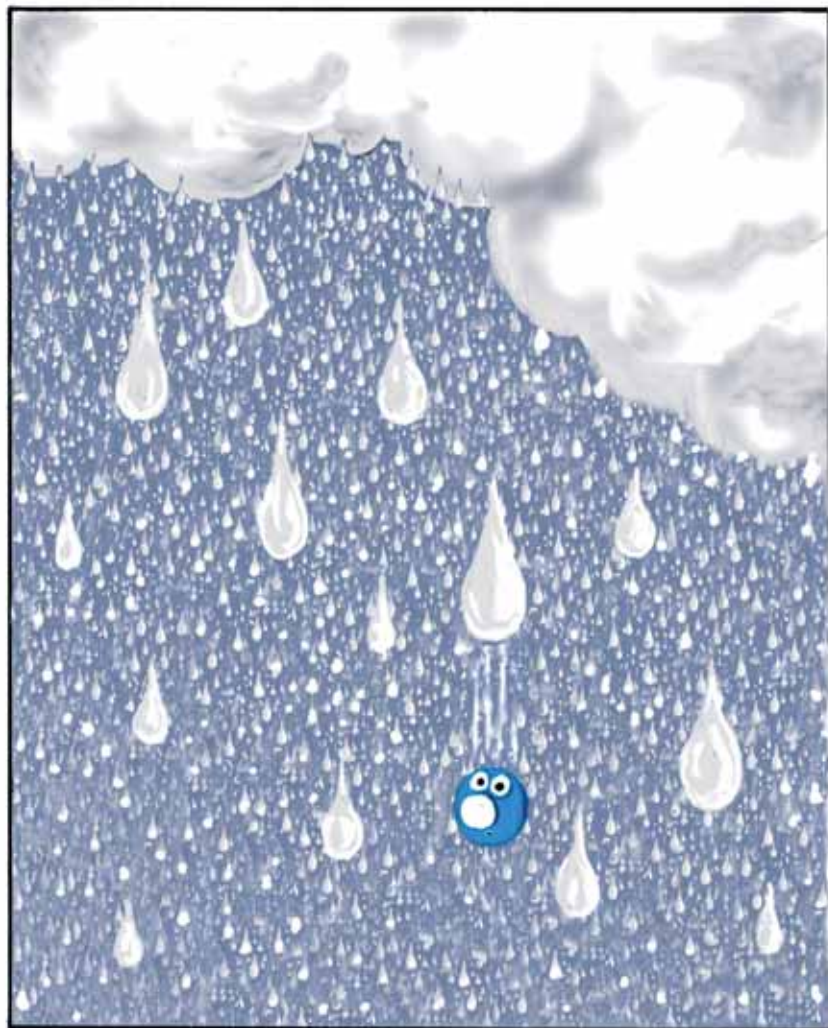
D'això de convertir fotons ultraviolats en visibles se'n diu fluorescència. No només ho fan algunes pedres, també ho fan les cuques de llum. Per això brillen de nit: perquè encara que sigui fosc són capaces de "fabricar" llum que nosaltres podem veure.

Quanta raó tenien aquells infraroigs... si en passen de coses a la Terra! Ara a en Take només li falta saber si continuarà anant cap amunt i al final sortirà de la Terra cap l'espai interestel·lar o bé si encara hi ha alguna altra sorpresa que el pugui fer tornar cap avall...

En Take puja i puja gaudint de la vista que se li obre en mirar cap baix. Ara passa un altre cop per sobre de Barcelona. Quina vista! Es fixa en la Rambla i pensa en la dona del científic, a la qual tant li agradaven les flors. Durant els dies que van estar-se a Barcelona, l'any 1923, Einstein es va fer un tip de comprar flors per a la seva dona...

Mentre s'enlaira nota que fa poc que ha plogut, perquè l'aire és ple de petites gotes d'aigua. "Pobres infraroigs", pensa, "això és una trampa per a ells. Si entren en alguna d'aquestes gotes ja han begut oli, perquè ja no en sortiran".

I a ell? Què li passaria a ell si entrés en una gota d'aigua? La gota no se'l quedaria, perquè no és cap infraroig. Però li faria alguna altra cosa?



Així que hi arriba xoca amb la primera gota d'aigua que troba  
i surt rebotat... cap avall.



– Més val que no ho provi. Per si de cas. És clar que, si no em passa res acabaré sortint de la Terra com tots aquells infraroigs, i això tampoc m'està bé...

Puja i puja, sense saber si entrar en una gota d'aigua li aniria bé o malament. I mentre s'ho rumia es troba de cara amb un immens núvol blanc... Milions i milions de gotes d'aigua l'estan esperant! Es vol fer el valent i diu: "Millor, així sortiré de dubtes". Però en realitat està tan espantat que no sap què pensar. No cal que s'hi encaparrí gaire, s'ho troba tot fet perquè així que hi arriba xoca amb la primera gota d'aigua que troba i surt rebotat... cap avall.

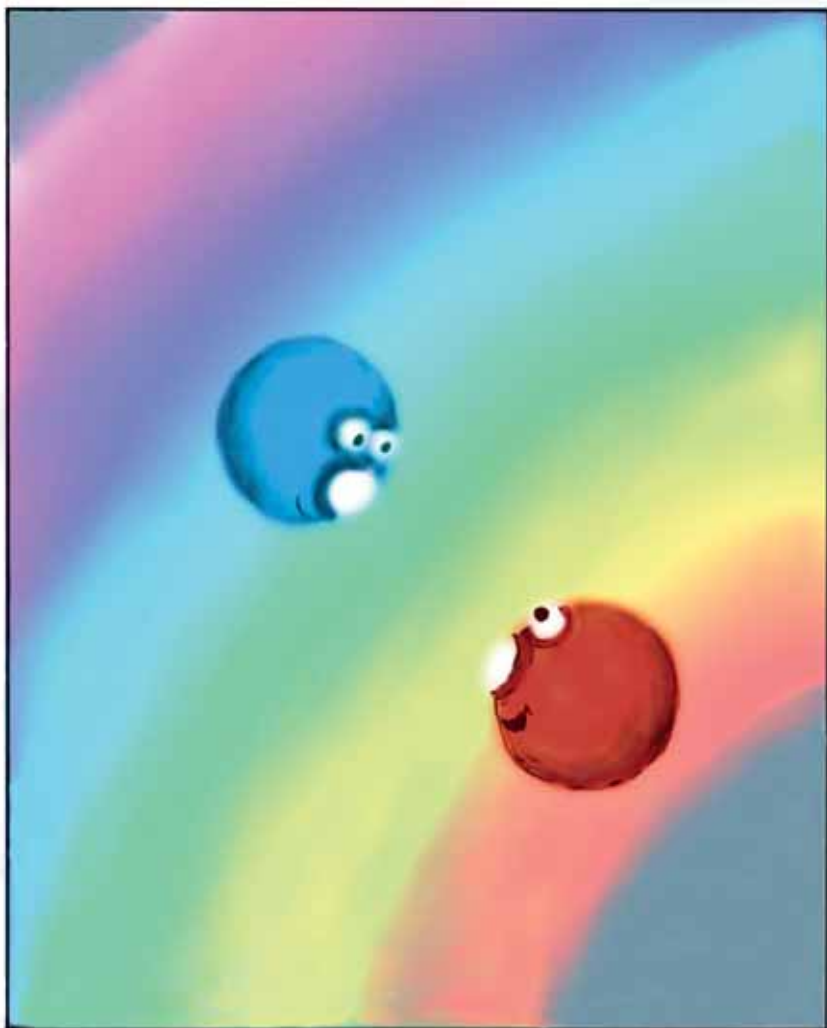
El núvol blanc s'ha comportat com si fos un mirall i ara en Take sobrevola Barcelona per tercera vegada...

– Primer cap avall. Després cap amunt. Ara un altre cop cap avall. M'acabaré marejant!

Baixa, i aquest cop travessa la ciutat en sentit contrari, en direcció sud-oest. El núvol és a sobre el centre de la ciutat, amb la Rambla just a sota, i ara en Take passa per sobre l'**Escola Industrial** que hi ha al carrer Urgell. L'edifici li crida l'atenció no només per l'estil noucentista, tan típic de Barcelona, sinó perquè és un dels que Einstein va visitar i tingué ocasió d'assistir a una ballada de sardanes. L'hi acompanyaren moltes autoritats polítiques, tant de la ciutat com de Catalunya, que li volien ensenyar per què n'estaven tan orgulloses: feia pocs anys que l'havien inaugurada i era tot un símbol de l'interès català per la ciència i el progrés. Com també ho va ser que l'Ajuntament declarés aleshores Einstein hoste d'honor de Barcelona, o que, més endavant, declarés el 2007 l'Any de la Ciència.

Però tal i com va, en Take tornarà a passar de llarg de la ciutat...

# Tot parlant d'Einstein



Bon dia, fotó vermell!  
Sabies que Einstein va estar uns dies a Barcelona?

Haviem deixat en Take sobrevolant Barcelona. Ara comença a deixar-la enrera i passa per sobre el delta del Llobregat. El xoc amb el núvol li ha fet perdre la por a les gotes d'aigua i ja no l'amòina que hi hagi gotetes per tot arreu. Es relaxa i s'anima a xerrar amb un fotó vermell que té al costat i que va en la mateixa direcció que ell. De què parlen dos fotons quan es troben? Doncs d'Einstein!

– Bon dia, fotó vermell! Sabies que Einstein va estar uns dies a Barcelona?

– I tant, fotó blau! L'any 1923, això va ser tot un esdeveniment. Va pronunciar conferències, va assistir a una recepció oficial a l'Ajuntament de Barcelona, es va trobar amb el president de la Mancomunitat de Catalunya, que aleshores era la institució més important del país...

– Què dius ara?

–Va ser molt sonat! Tots els diaris en van parlar... Pensa que no hi ha hagut mai cap científic que hagi estat tan conegut i estimat com ell. Anés on anés, el paraven pel carrer. Va ser més famós que Picasso o Samitier, que eren l'artista i el futbolista de moda d'aleshores. Fins i tot en parlava *En Patufet*, que era una revista infantil, i les revistes d'humor, com *L'Esquella de la Torratxa* o *La Campana de Gràcia*, en feien acudits...

En Take està tan embadalit escoltant aquestes històries que no s'adona com que el fotó vermell es va apartant d'ell de mica en mica. Quan se n'adona, fa un xiscle. No entén res! Fa només un moment anaven tots dos en la mateixa direcció, i ara cadascú va en una direcció diferent. Què ha passat? Qui ha canviat de direcció?

- Tots dos hem canviat de direcció, Take. Que no ho has notat?
- No! Quan he canviat de direcció, jo?
- Al mateix temps que ho he fet jo. Quan hem entrat i sortit d'aquella gota d'aigua.
- Que hem entrat i sortit d'una gota d'aigua?
- Sí, Take, sí... Et veig molt despistat! Quan hi hem entrat tots dos hem canviat una mica la nostra direcció, i quan n'hem sortit hem tornat a fer-ho. Jo l'he canviada una miqueta, Take, però tu l'has canviada encara més, per això ara cadascú va en una direcció diferent...
- En travessar la gota d'aigua? És per la llei de la refracció? (La mateixa que fa que el tros d'una cullera que hi ha dins d'un got d'aigua sembli que no encaixa amb el tros que queda fora...?)
- Sí, Take. I com que per a cada color és diferent, tu que ets blau ara vas en una direcció i jo, que sóc vermell, en una altra.
- No sabia que per cada color fos diferent.
- Doncs ara ja ho saps, Take. És per això que a vegades veiem l'arc de Sant Martí, perquè les gotes d'aigua que hi ha al cel destrien els colors de la llum i fan que es vegin un a un per separat. Això és l'arc de Sant Martí... Adéu, Take, no saps com t'envejo, perquè després de passar per aquella gota d'aigua ara vas de dret a Barcelona.

# El centre de la ciutat



Sobrevola Barcelona per quarta vegada!  
Però si tot va bé aquesta vegada no només passarà per sobre, sinó  
que hi anirà de dret...

Què? En Take dóna un cop d'ull al que té al davant... Sobrevola Barcelona per quarta vegada! Però si tot va bé aquesta vegada no només passarà per sobre, sinó que hi anirà de dret...

Continua el seu descens cap la ciutat, la qual travessa d'oest a est. Torna a passar per sobre de l'Escola Industrial i al cap d'un moment ja és a sobre la plaça de Catalunya. Quants records d'Einstein en pocs metres! Al número 10 d'aquesta plaça, fent cantonada amb el Passeig de Gràcia, hi havia l'Hotel Colón, que és on va fer estada durant la seva visita a Barcelona.

Una mica més avall de la font de Canaletes, al número 115 de la Rambla, en Take veu la [Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona](#), de la qual Einstein va ser membre i on pronuncià una conferència sobre les seves teories. I el que ell deia no només interessava els científics... quin enrenou que van causar les seves idees! La seva visita va ser un tot un esdeveniment per a tothom: científics, filòsofs, obrers, polítics... Absolutament a tothom va impressionar.

Uns volien que els expliqués les seves teories científiques. Però d'altres s'estimaven més preguntar-li pel socialisme, la revolució, el nacionalisme o la pau. I ara en Take passa per sobre del carrer de Sant Pere més Baix on justament Einstein va parlar de tot això amb un dirigent de la CNT, el sindicat obrer més important d'aquella època.

Ara passa per sobre de la plaça de Sant Jaume, i somriu en pensar que Einstein va ser als edificis dels dos costats. Al palau de la Generalitat hi va pronunciar tres conferències sobre una de les seves teories científiques més estranyes: la de la [relativitat](#), que és la que explica que en Take no anés en

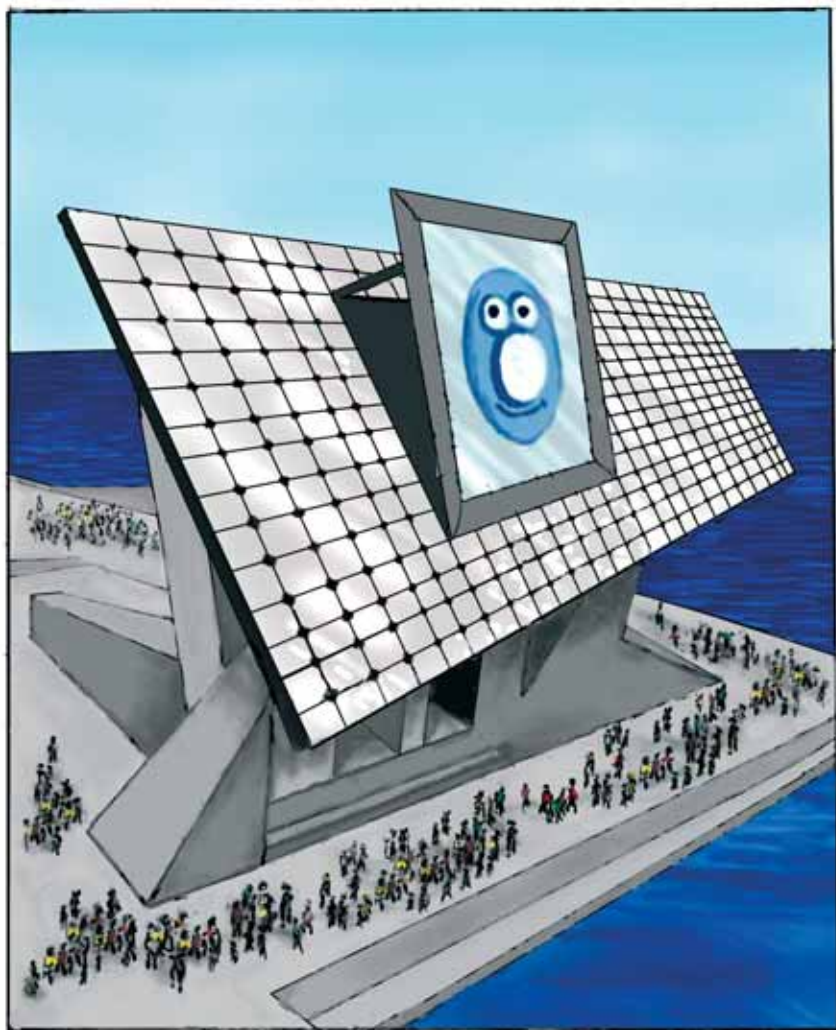


línia recta, sinó que "es torcés" quan va passar a prop del Sol. Va fer les conferències convidat per l'[Institut d'Estudis Catalans](#).

I a la dreta, en Take hi té l'Ajuntament. Li agradaria visitar el [Saló de Cent](#), no només per la seva bellesa, sinó també perquè voldria veure la sala on l'alcalde va encapçalar una recepció oficial de benvinguda a Einstein. Va ser un acte solemne, en el qual l'alcalde li va dir que no era un estranger a Barcelona ni enlloc, perquè tant ell com la ciència pertanyia per igual a tota la humanitat.

Llàstima que en Take encara vola massa amunt, i només passa per sobre d'aquests dos edificis... Continua els seu descens i veu el mar cada cop més a prop. Però de sobte xoca amb una partícula de pols que flota per l'aire. És una partícula enorme, o almenys això és el que li sembla al pobre Take, i aquest xoc fa que canviï de direcció i ara se'n vagi cap al nord-est. Si els seus càlculs són correctes i no hi ha més sorpreses, impactarà amb el terra més o menys just on s'acaba la ciutat.

Acaba el viatge



Cada cop que capturen un fotó,  
aquestes plaques fotovoltaïques n'agafen l'energia.

Els seus càlculs són correctes. Però no arriba a impactar amb el terra... Poc abans d'arribar-hi es troba amb una altra sorpresa: un enorme rectangle fosc. "Què deu ser aquest rectangle?", pensa en Take.

Ai, si en Take ho hagués preguntat qualsevol li hauria pogut dir. Tothom reconeix la [placa fotovoltaica](#) del Fòrum!

Això no hi era quan ens va visitar Einstein! Però ara, i gràcies a les seves idees, per tot arreu hi ha "rectangles foscos" com aquest. Saps què fan? Capturen fotons! I per què? Perquè els fotons són energia, només energia, te'n recordes? I nosaltres la necessitem per fer servir molts aparells. Cada cop que capturen un fotó, aquestes plaques agafen l'energia del fotó. Havies sentit a parlar de l'energia solar? Doncs és això: l'energia dels fotons.

Però amb l'energia que li ha pres a en Take, la placa fotovoltaica envia ràpidament un electró per un munt de cables elèctrics que hi ha a la ciutat. L'electró arriba fins una bombeta que està encesa i converteix l'energia de l'electró en un fotó blau, com en Take, i l'emet. El fotó arriba fins aquest llibre, rebot a en la pàgina que estàs llegint i ara mateix t'entra per l'ull.



# TAKE, EL FOTÓ

Qui és qui?



**Albert Einstein.** Un dels científics més importants de la història. Va néixer a Ulm (Alemanya) l'any 1879, però va estudiar matemàtiques a Zurich (Suïssa), on treballava en una oficina de patents fins que els seus descobriments el van fer famós. El seu descobriment més important és la teoria de la relativitat, però també va ajudar a demostrar l'existència dels àtoms i a explicar què és la llum.

**Àtom.** Ens podem imaginar un àtom com un diminut sistema solar en el qual els protons i els neutrons estan junts formant un nucli, que faria de Sol, al voltant del qual els electrons –molt més petits– donen voltes de la mateixa manera que la Terra i tots els planetes giren al voltant del Sol. En grec, la paraula àtom vol dir “indivisible”. Tot i que sabem que en realitat els àtoms no són indivisibles, sinó que es poden trencar (en electrons, protons i neutrons), l'important és la idea que qualsevol cos (ja sigui un full de paper o un llapis) és format per aquestes partícules que, en combinar-se, formen tots els objectes que veiem.



**Càrrega elèctrica.** Propietat de les partícules que formen els àtoms: els electrons tenen una càrrega negativa i els protons la tenen positiva. Com que normalment els àtoms tenen tants electrons com protons en conjunt no estan carregats elèctricament perquè les positives es contraresten amb les negatives, però si un àtom perd o guanya electrons es carrega elèctricament. Les càrregues de diferent signe s'atreuen, i les del mateix signe es repel·leixen. Com que nosaltres estem formats d'àtoms, a vegades també tenim càrrega elèctrica i ens pot passar el corrent si toquem algun objecte amb càrrega diferent.

**Electró.** Partícula amb càrrega elèctrica negativa que forma part de l'àtom. Els electrons donen voltes entorn del nucli dels àtoms, de manera similar a com la Terra dona voltes entorn del Sol. Els electrons són molt més petits que els protons o els neutrons, les partícules que formen els nuclis dels àtoms.

**Escola Industrial.** Centre d'estudis de formació tecnològica, fundat l'any 1904, en plena Revolució Industrial, per formar tècnics que treballassin a les indústries. La van crear el gremi d'empresaris, la Diputació i l'Ajuntament de Barcelona amb la finalitat de modernitzar la indústria i el sistema educatiu català. La podem trobar al carrer Comte d'Urgell.

**Espai interestel·lar.** Espai que hi ha entre les estrelles. A prop de les estrelles hi poden haver uns quants planetes formant un Sistema Solar com el nostre, però la immensa majoria de l'espai que hi ha entre elles està gairebé buit: pràcticament no hi ha partícules i la majoria dels pocs fotons que hi ha són microones procedents de la Gran Explosió.

**Espectre.** El conjunt de tots els diferents tipus de llum ordenats segons la seva energia. De més energètics a menys tenim: raigs gamma, raigs X, ultraviolats, llum visible, infraroigs, microones i ones de ràdio. Dins la llum visible, hi trobaríem els diferents colors per aquest ordre: blau, verd, groc, taronja i vermell.

**Fotó.** Una de les dues maneres que tenim d'imaginar-nos la llum (l'altra és com una ona electromagnètica). Segons Einstein, la llum és formada per petites partícules d'energia: els fotons. El que distingeix els diferents tipus de llum és l'energia dels seus fotons. Per exemple, la llum blava és formada per fotons amb més energia que els de la llum vermella.

**Gran Explosió.** Explosió que es va produir fa uns 14.000 milions d'anys i a partir de la qual es va crear tot l'Univers. Normalment se la coneix pel seu nom en anglès: *Big Bang*.

**Institut d'Estudis Catalans.** Institució creada l'any 1907 per la Diputació de Barcelona, amb l'objectiu de promoure la cultura catalana. Inicialment tenia només quatre seccions (Història, Arqueologia, Literatura i Dret) i la seva seu era al Palau de la Generalitat. L'any 1911 es va inaugurar la seva secció de Ciències i actualment té la seva seu al carrer del Carme.

**Llei de la gravetat.** Llei descoberta per Isaac Newton al segle XVII segons la qual les masses s'atreuen les unes a les altres. És la que fa que les coses "pesin" i explica perquè la Terra fa voltes entorn del Sol i perquè les coses cauen cap a terra quan les deixem anar. Segons una llegenda, a Newton se li va ocórrer aquesta llei quan li va caure una poma al cap mentre descansava sota un arbre. Einstein va modificar una mica aquesta llei (en la seva teoria general de la relativitat) i va deduir que la llum també "pesa".

**Neutró.** Partícula sense càrrega elèctrica (és a dir, és neutra: ni positiva ni negativa) que, juntament amb els protons, trobem al nucli dels àtoms. Els neutrons són una mica més grans que els protons i molt més grans que els electrons.

**Ona electromagnètica.** Una de les dues maneres que tenim d'imaginar-nos la llum (l'altra és com una partícula d'energia). Des de aquest punt de vista la llum seria com una vibració que es propaga com les ones del mar. Si ens la imaginem així, el que fa diferent un tipus de llum d'un altre és la longitud de l'ona. Per exemple, a la llum blava li correspon una longitud d'ona més petita que a la vermella.

**Placa fotovoltaica.** Dispositiu mitjançant el qual es genera electricitat a partir de la llum del Sol. Les plaques fotovoltaiques són constituïdes per uns materials (semiconductors) que amb els seus electrons són capaços de capturar l'energia dels fotons per convertir-la en electricitat.

**Protó.** Partícula amb càrrega elèctrica positiva que, juntament amb els neutrons, trobem al nucli dels àtoms. Els protons són molt més grans que els electrons i una miqueta més petits (molt poc) que els neutrons.

## **Reial Acadèmia de Ciències i Arts de Barcelona.**

Fundada l'any 1764 per setze científics que es reuniren en una farmàcia del carrer de la Boqueria amb l'objectiu de promoure la física i les matemàtiques. Una de les seves primeres activitats va ser reunir en una biblioteca els llibres científics més importants del món. La podem trobar a la Rambla.

**Relativitat.** Einstein va descobrir aquesta teoria –la que l'ha fet més famós– en dues etapes. El 1905 va enunciar la teoria especial segons la qual la velocitat de la llum és constant i va arribar a la famosa equació  $E = mc^2$  segons la qual massa i energia són equivalents. L'any 1916 va enunciar la teoria general de la relativitat, que és una modificació de la llei de la gravetat de Newton.

**Saló de Cent.** És l'estança més important de l'Ajuntament de Barcelona. Es va construir l'any 1373 i és on es reunia el Consell de Cent, format pels representants que governaven la ciutat.

**Taula periòdica.** Classificació dels elements químics en què a cada element li correspon un lloc en funció del nombre de protons que té. Aquesta taula va ser inventada pel científic rus Dimitri Mendeleiev l'any 1869. El lloc que ocupa cada element en aquesta taula determina algunes de seves característiques químiques. Per això, quan Mendeleiev la va descobrir i va veure que a la taula hi quedaven alguns llocs en blanc, va ser capaç de predir l'existència dels elements que havien d'ocupar aquests llocs i les seves característiques.

**Tempestes magnètiques.** Es produeixen quan arriben a l'atmosfera de la Terra molts àtoms emesos pel Sol i fan que l'atmosfera es carregui elèctricament. Això succeeix sobretot a l'estiu i provoca interferències amb les ones de ràdio.

**Velocitat de la llum.** Velocitat a la qual es mouen els fotons, i que en el buit és de 300.000 quilòmetres per segon (10.000 vegades més ràpid que un avió). En qualsevol altre medi (com per exemple l'aire o l'aigua), la llum viatja més a poc a poc. Segons la teoria de la relativitat, la velocitat de la llum és una constant, és a dir: tothom que la mesuri obtindrà el mateix valor amb independència d'on sigui i de si està quiet o es mou.