

EL TEMPS

El britànic Paul Dirac (1902-1984) revolucionà la física amb una nova teoria sobre l'electró, que el portà a postular l'existència d'estats d'energia negativa i l'existència del positró.

A la recerca de l'antimatèria

L'aparent troballa del bosó de Higgs, el més passat, va ser aclamada com una gran fita històrica, però per als físics de partícules això sobretot marca l'inici d'una nova recerca. Al CERN, a Suïssa, equips rivals proven de desxifrar els secrets de l'antimatèria. Si se'n surten, caldrà tornar a escriure les lleis de la física.

Unes ovelles pasturen a l'esquerra de la porta cap a l'antimón. A la dreta, un parell de llaunes rovellades esperen que algú les reculli. Un cartell adverteix: "Alerta. Radiació!" Un altre prohibeix d'anar amb bicicleta. Una porta metàl·lica groga mena cap a l'interior de l'anomenat edifici AD, als terrenys del centre de recerca del CERN, a prop de Ginebra. La màquina que hi ha a l'interior és un desaccelerador d'antiprotons. Els xiuxiueigs i els cops secs de les bombes pneumàtiques i del sistema de refrigeració es barregen amb el brunzit sord dels aparells d'aire condicionat. És aquí on els científics generen un material misteriós que probablement no existeix enlloc de l'univers: antiàtoms.

A uns quatre metres sobre terra, una passarel·la condueix cap a un insòlit paisatge de cables, tubs i formigó. Des d'aquesta talaia privilegiada es poden observar els laboratoris on científics es passegen amunt i avall entre imants, aparells electrònics, tancs d'heli i línies de llum. La fita d'aquests homes i dones és explorar el reialme de l'antimatèria.

Separats per porticons, quatre equips competeixen per a desxifrar els secrets de la natura. Les seves instal·lacions són una mena de fàbrica d'antipartícules. Aquí, els científics guien, refreden, desacceleren i centrifuguen aquestes partícules generades artificialment. Durant el procés, descobreixen quines formes de manipulació són possibles amb aquest material d'un món misteriós i alternatiu. Un d'ells ho anomena "gimnàstica de partícules".

"La cursa ha començat". Aquesta frase, "La cursa ha començat", és escrita al contenidor on es prenen les mesures. Jeffrey Hangst, director del projecte, s'enorgulleix que el seu equip vagi al capdavant de la cursa. Hangst va passar 15 anys desenvolupant el seu equip, i ara en recull els fruits. Hangst és el primer científic que ha reeixit a capturar àtoms individuals d'antihidrogen en paranys magnètics. Ningú més no ha pogut capturar els àtoms durant un quart d'hora. Ell va practicar amb èxit el primer mesurament d'un d'aquests antiàtoms, i això va fer forrolla entre els físics.

L'anell accelerador on Hangst du a terme els experiments és l'eina central

del CERN: al centre, li va concedir fama internacional. Als seus desenvolupadors, Simon van der Meer i Carlo Rubbia, el premi Nobel. Avui, però, el desaccelerador d'antiprotons s'amaga en un carreró. Ja no és fàcil de localitzar la fàbrica d'antimatèria entre tots els tallers i edificis d'oficines i de maquinària del CERN. L'atenció del públic ja fa temps que se centra en el nou i gegantí superaccelerador, el Gran Col·lisor d'Hadrons (LHC), sobretot últimament.

A principi de juliol, físics del CERN van anunciar, orgullosos, que l'LHC havia aconseguit la seva primera victòria parcial important: les dades que es van presentar a la principal conferència d'estiu de físics de partícules a Melbourne confirmen gairebé sens dubte que per fi s'ha trobat l'anomenat bosó de Higgs, la partícula que proporciona massa a les altres partícules. El descobriment marca la fi d'una cacera que gairebé ha durat cinquanta anys.

Les noves lleis de la natura.

"És difícil de no emocionar-se amb els resultats", explica Sergio Bertolucci, director de recerca del CERN. Ell i els seus col·legues estan d'acord que aquest és un gran moment de la història del seu camp, potser el descobriment del segle. I, així i tot, és també un descobriment que tothom s'esperava. Hauria estat més sorprenent que no haguessin trobat la partícula de Higgs, perquè això hauria destruït l'actual teoria estàndard de la física de partícules.

Mirant-ho d'aquesta manera, els científics no estan tan emocionats pel que finalment han assolit com per tot allò que hi ha més enllà. "La feina de debò tot just comença", comenta Rolf-Dieter Heuer, director general del CERN. És a dir, el descobriment del bosó de Higgs simplement serveix per a tornar a confirmar una teoria que ja existeix. Els físics saben que entren en un terreny on ja no es podran guiar per les equacions actuals. Què passarà a partir d'ara és incert.

Amb les fórmules que es coneixen no n'hi ha prou per a comprendre per què el món és com és i no d'una altra manera, ni tampoc per a entendre amb detall com es va crear l'univers durant el Big Bang. Per a aprofundir aquests secrets, caldrà desxifrar noves lleis de la natura.

Què li va passar a l'antimatèria?

Un dels trencaclosques principals que pot obrir pas a aquest nou territori el trobem en la pregunta que Jeffrey Hangst vol respondre: per què el món es compon de matèria? I què li va passar a l'antimatèria? Hangst té un especial interès en aquest material tan insòlit: es comporta igual que la matèria corrent, però és totalment diferent. Les propietats són les mateixes, és a dir, l'antividre es trencarà igual que el vidre, l'antior brillarà igual que l'or i l'antiaigua esquitxarà com l'aigua. Tampoc no hi haurà cap diferència visible entre una persona feta de matèria normal i una de feta d'antimatèria. Seran completament idèntiques.

Però ai si totes dues –matèria i antimatèria, imatge i còpia– entren en contacte l'una amb l'altra! Si això passés, es produiria un esclat brillant de llum i de cop i volta totes dues desapareixerien.

El fet més important, però, és que en la realitat l'antimatèria no existeix. L'antimón no és res més que una possibilitat, una possibilitat que la natura aparentment no ha convertit en realitat. En les equacions dels teòrics, tant el món com l'antimón tenen el mateix paper, però en l'univers observable, real, tot es compon de matèria, i d'antimatèria no n'hi ha.

"Entendre'n el perquè sempre m'ha fascinat", explica Hangst. Els físics estan convençuts que arribar a comprendre bé la relació entre matèria i antimatèria portarà una revolució a l'hora d'interpretar l'univers.

Alguna cosa en lloc del no-res.

A mitjan segle XIX, el filòsof alemany Friedrich Wilhelm Schelling va pronunciar allò que va anomenar "la pregunta final, desesperada": per què hi ha alguna cosa?, per què aquesta cosa no és el no-res? En la física moderna, l'astorament metafísic de Schelling s'ha reformulat: per què la matèria i l'antimatèria no existeixen, a parts iguals, a l'univers?

Els físics admeten que la força del Big Bang va crear tots dos tipus de matèria en proporcions idèntiques. Amb cada partícula va néixer la seva contrària, l'antipartícula corresponent. I com que la natura els va concedir la capacitat de destruir-se mútuament, el moment en què es van crear també incloïa les llavors de la seva mort.

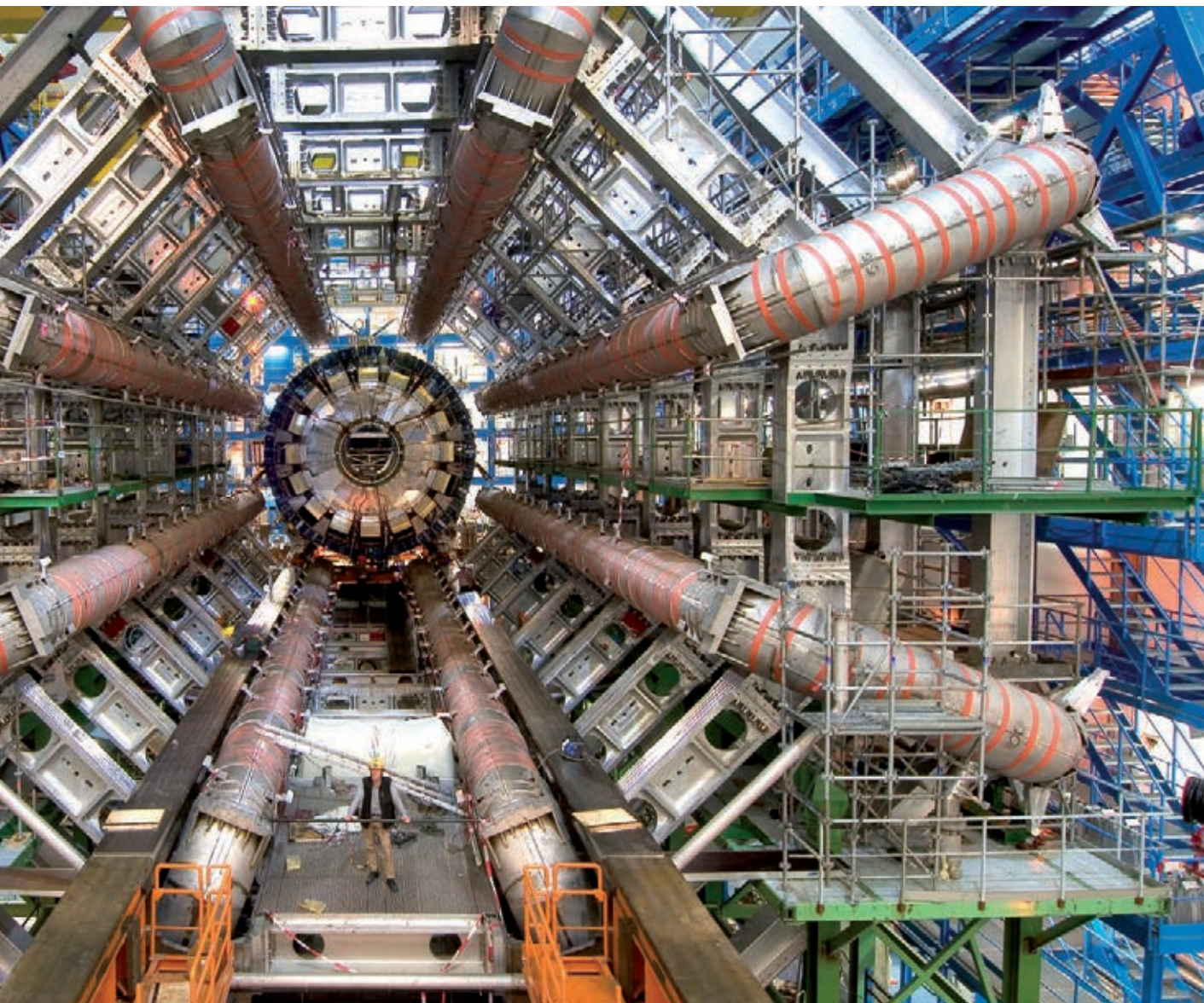


EL TEMPS

L'aparent descobriment del bosó de Higgs

Però aleshores un canvi providencial va alterar radicalment el curs de l'univers. Els físics es deleixen per a poder entendre què va passar exactament poc després del Big Bang. En aquests moments, només saben els resultats d'aquells esdeveniments en la història recent del cosmos: la matèria vençia l'antimatèria.

Però no guanyava pas de gaire. Tot al contrari, la proporció que existia entre els dos tipus de partícules es pot calcular fent servir la densitat de les partícules en l'univers actual. El resultat és impressionant: hi havia 1.000.000.001 partícules per cada 1.000.000.000 d'antipartícules. Pot ser rellevant, aquesta diferència tan minúscula? Doncs sí.



marca el començament d'una nova recerca. A la imatge, el Gran Col·lisor d'Hadrons del CERN, a Suïssa.

L'evolució posterior de l'univers revela que aquella partícula va ser decisiva. Si la proporció de matèria i antimatèria hagués estat idèntica, l'existència còsmica s'hauria destruït a si mateixa en fraccions de segon, i hauria deixat només un desert de radiació.

Un petit desequilibri. Ni galàxies ni estels ni planetes ni tan sols els àtoms més corrents no s'haurien creat a l'univers sense aquest petit desequilibri –i, naturalment, la humanitat no hauria tingut l'oportunitat de plantejar-se els misteris de l'existència. L'univers no hauria estat res més que una immensa bola de llum constantment en expansió. Gràcies a aquest

petit desequilibri, però, va haver-hi supervivents de la conflagració còsmica. La matèria i l'antimatèria es van incinerar l'una a l'altra en explosions violentes, cosa que generà pura energia radioactiva, que encara avui existeix en forma de la radiació de fons que omple tot l'univers. Però el petit romanent, aquell petit esclat de matèria va sobreviure i va formar la llavor de tot allò que ens meravella quan mirem el cel il·luminat pels estels. I tot allò que forma les muntanyes, els oceans, les plantes, els animals i els éssers humans de la Terra també prové dels supervivents d'aquella immensa orgia de destrucció que va marcar l'inici de la història còsmica.

D'ençà que els físics van reconèixer que tota la diversitat i la complexitat del món es pot atribuir a la victòria de la matèria sobre l'antimatèria, un dels grans objectius del seu camp ha estat d'esbrinar quina va ser la causa d'aquell misteriós desequilibri. Tot i que els físics han estat capaços de reconstruir els processos del Big Bang amb una precisió sorprenent, aquesta pregunta fonamental encara roman sense resposta.

Una gran recerca. Però ara la gran recerca de respostes ha començat. Una recerca que implica fer servir tecnologia a gran escala. Al Brookhaven National Laboratory, als afores de Nova York, científics fan xocar ions d'or a gairebé

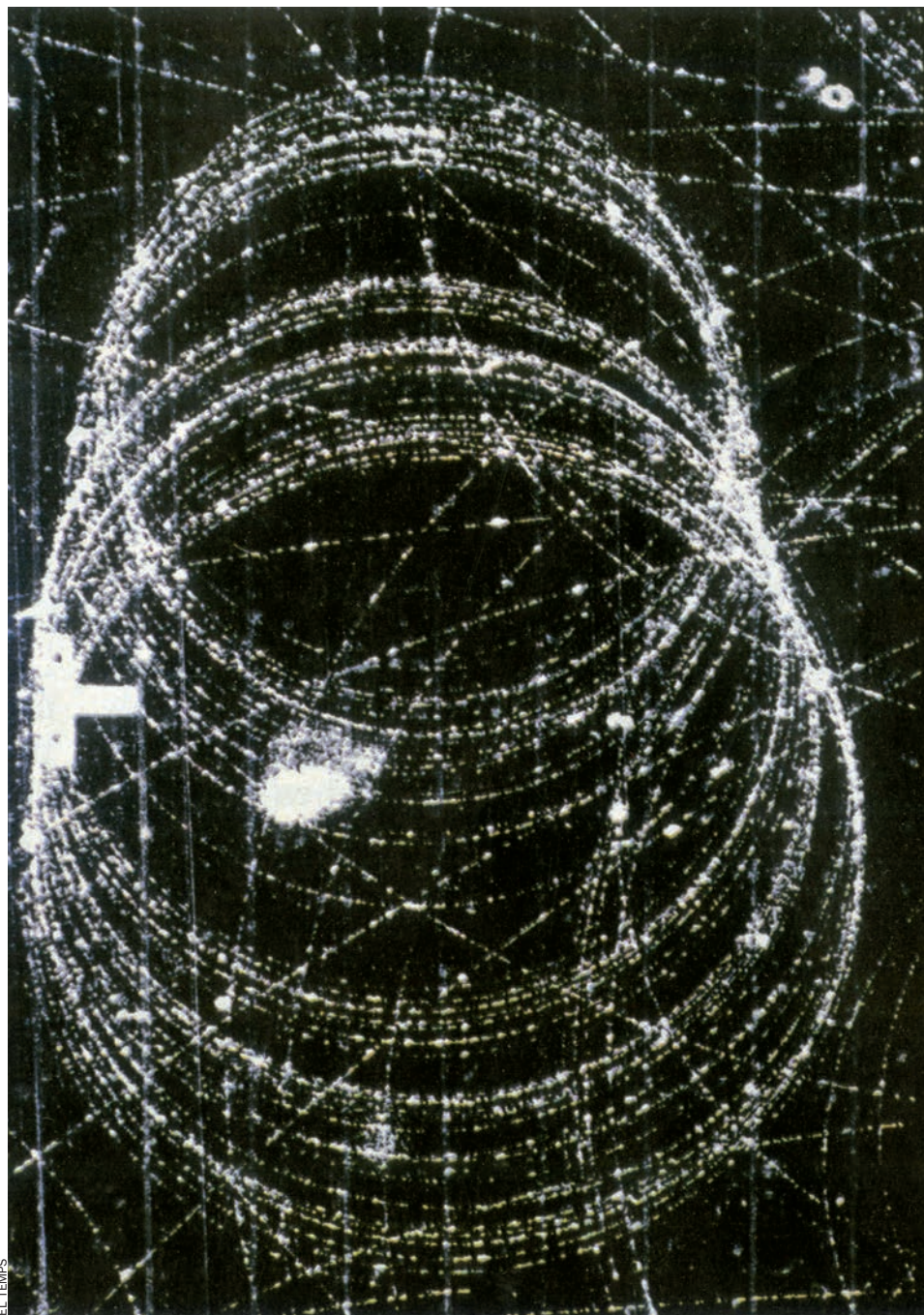
la velocitat de la llum. L'any passat van arribar a identificar divuit nuclis d'antiheli –les partícules d'antimatèria més grans detectades fins ara– entre les restes de molts milers de milions de fragments de partícules. En un intent de detectar partícules d'antimatèria encara més grans, físics de partícules han muntat un equip experimental a l'espai. El detector, acoblat a l'Estació Espacial Internacional (ISS), cerca senyals de l'antimón des del maig de l'any passat. D'una altra banda, al Japó, científics bombardegen un tanc de 50.000 tones d'aigua altament purificada amb neutrins. L'objectiu és detectar petites diferències entre les propietats dels neutrins i de les antipartícules corresponents, els antineutrins. Finalment, un dels quatre immensos detectors subterranis de l'LHC, al CERN, es dedica principalment a una tasca: detectar diferències en el comportament de la matèria i l'antimatèria.

“L'home més estrany” revolucionà la física. Però el primer cop d'ull al reialme de les antipartícules es va fer en un despatx, i no pas en un laboratori. Paul Dirac (1902-1984), el descobridor de l'antimón, era un anglès escanyolit i pàl·lid que cridava l'atenció perquè tenia un comportament estrofolari i un recel gairebé patològic. Fins i tot en el cercle de pioners de la física quàntica –que no anava precisament mancat d'excèntrics–, en Dirac era considerat exòtic. El físic danès Niels Bohr el va descriure com “l'home més estrany”, mentre que a Albert Einstein l'amoïnaven els malabarismes de Dirac entre la follia i la genialitat.

Les relacions socials l'incomodaven, i fins i tot evitava de treballar amb científics del seu camp, la física teòrica. En una conversa, només hi havia tres temes que l'empenyien a articular unes quantes frases coherents: Mickey Mouse, els valsos de Chopin i la cantant Cher.

Com més feliç es trobava era tot sol, amb les seves equacions. Els seus col·legues admiraven i alhora temien la intel·ligència d'aquest anglès excèntric.

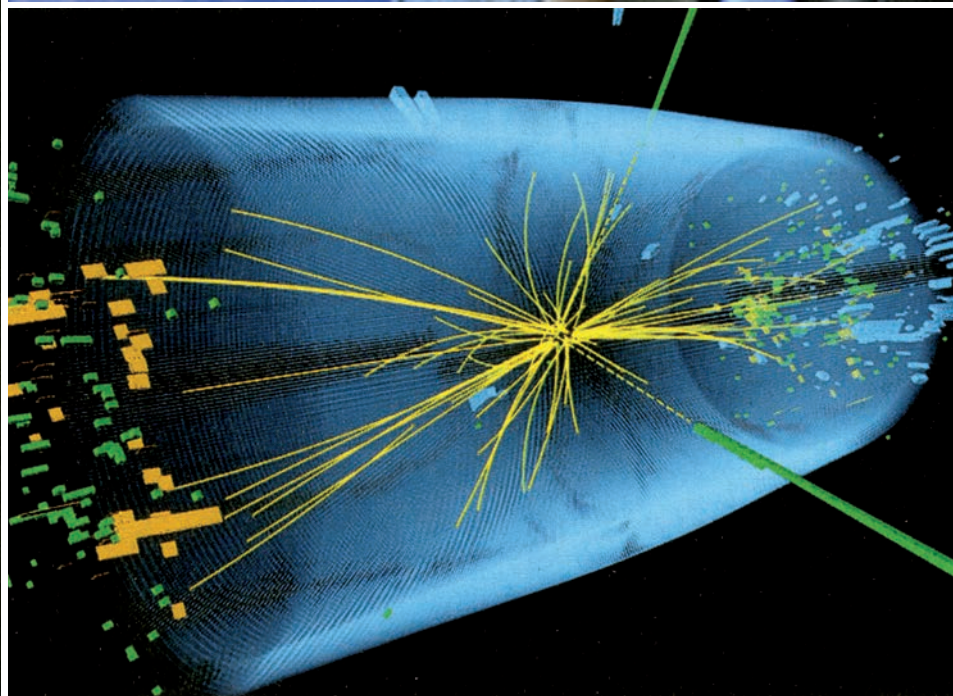
Segons una anècdota que explicava el físic alemany Werner Heisenberg, ell i Dirac viatjaven junts amb un vaixell cap al Japó, quan Dirac li va demanar per què li agradava ballar. Heisenberg li va explicar que era un plaer de ba-



La recerca de l'antimatèria mobilitza milers de científics d'arreu. Un dels centres on més s'hi treballa és al Centre Europeu per a la Recerca Nuclear (CERN), a Ginebra, prop de la frontera

llar amb noies maques, Dirac contestà: “Heisenberg, com pots saber amb antelació que les noies són maques?” Dirac estava desconcertat per l'interès per la poesia del físic nord-americà Robert Oppenheimer. Se li atribueix aquesta frase: “En la ciència, vols dir alguna cosa que ningú no sap en paraules que tothom pugui entendre. En la poesia estàs obligat a dir alguna cosa que tothom ja sap en paraules que ningú no pugui entendre.”

La bellesa de les equacions. Tota la capacitat que aparentment li mancava en les relacions interpersonals, li sobrava en obsessió per l'elegància de les fórmules. Probablement, cap físic no s'ha mogut com ell pel desig de l'harmonia matemàtica. Estava profundament convençut que la veritat es podia trobar en la bellesa de les equacions. No va ser casualitat que Dirac, el mag de les fórmules, creés l'equació que duu el seu nom, una equació que els seus



franco-suïssa. Dalt, Rolf-Dieter Heuer, director general del CERN.

col·legues van rebre com un “miracle absolut”.

Feia temps que Dirac cercava una teoria dels electrons nova i millorada quan, a final del 1927, va topar finalment amb un fórmula d'una simplicitat captivadora. De cop i volta, semblava possible d'explicar les propietats dels electrons d'una manera totalment diferent. Frank Wilczek –que, com Max Born, va rebre més endavant el premi Nobel– va descriure l'equació de Dirac

com a “dolorosament bella”. A només 25 anys, Dirac s'havia reservat un lloc d'honor en el camp relativament nou de la física quàntica.

Només hi havia un petit problema. La teoria de Dirac descrivia l'electró amb precisió, però també preveia l'existència d'una misteriosa partícula bessona, tot i que amb polaritat oposada. Què n'havien de fer els científics, d'aquest estrany capritx de les matemàtiques? Al principi, van provar debades de fer

desaparèixer la problemàtica partícula fantasma amb enginyers matemàtics. Però va resistir obstinadament tots els seus esforços.

Missatgers de l'univers. El terme “antielectró” va aparèixer per primera vegada en un article de Dirac l'any 1931. Però ni tan sols Dirac mateix no semblava confiar del tot en la seva teoria. No va deixar clar si es referia a una partícula realment detectable. Li devia semblar massa precipitat de postular l'existència de tot un antimón basant-se simplement en una fórmula. Més endavant li van demanar per què no havia anunciat clarament la nova partícula en aquell moment. “Pura covardia”, va respondre.

Fins i tot quan l'americà Carl Anderson, de 26 anys, va fer el seu gran descobriment, al principi va passar desapercebut entre la comunitat científica. Al vapor d'aigua d'una cambra de boira, Anderson hi havia vist unes línies estranyes de condensació que semblaven provenir d'electrons carregats positivament. Però ningú no va arribar a la conclusió que aquests podrien ser els antielectrons que Dirac havia descrit.

El reconeixement va arribar durant una conferència a la Royal Society de Londres, on es van presentar els resultats dels Estats Units. El públic va observar fascinat les fotografies dels rastres fantasmagòrics de les partícules. Semblava com si missatgers de les profunditats de l'univers ploguessin damunt el planeta Terra. Després d'impactar-hi, creaven parelles partícula-antipartícula que poc després desapareixien en el no-res. La forma més elemental de creació i destrucció es desplegava davant dels ulls del públic. L'orador, Patrick Blackett, ho va anomenar el “pacte de la mort”.

Alimentar la imaginació. Aquell dia, un nou element va entrar al món de la ciència-ficció. Ja només el terme *antimón* és suficient per a inspirar fantasies, car insinua la possibilitat d'una forma oposada d'existència. Cel i infern, Crist i Anticrist, matèria i antimatèria. Podria haver-hi cap connexió?

Però més enllà de tota especulació metafísica, l'antimatèria també és especialment fascinant perquè revela la força explosiva de la famosa fórmula d'Einstein, $E = mc^2$. La massa, tal com

indica l'equació, no és res més que energia molt concentrada. Normalment aquesta energia es troba *atrapada* en forma de matèria. Però quan una partícula i la seva antipartícula xoquen aquesta energia s'allibera immediatament amb una potència extraordinària. Si fa no fa, amb una cullerada de matèria combinada amb la quantitat corresponent d'antimatèria n'hi hauria prou per a alliberar el poder destructiu de la bomba d'Hiroshima.

No és estrany, doncs, que en les utopies dels escriptors de ciència-ficció l'antimatèria tingui el paper de supercombustible o de superbomba. O bé que extraterrestres àvids de poder destrueixin planetes amb els seus canons d'antimatèria, o bé que megaciutats xuclin tota l'energia de petites canonades d'antimatèria. A la novel·la *Àngels i dimonis*, Dan Brown descriu la cacera d'un receptacle d'antimatèria amb què la societat secreta dels Il·luminati planeja de destruir el Vaticà. La famosa nau de *Star Trek*, l'Enterprise, només podia posar rumb cap a civilitzacions remotes perquè el seu *motor de curvatura* s'alimentava d'antimatèria.

No obstant això, els físics mai no han posat gaires esperances en el fet d'arribar a ser capaços de transformar aquestes visions en realitat. Saben prou bé que totes les fàbriques d'antiprotons del món juntes produeixen anualment menys de la mil milionèsima part d'un gram d'antimatèria. A aquest ritme, haurien d'haver començat a treballar força abans del Big Bang per a produir una sola superbomba –a banda el problema que implicaria haver d'emmagatzemar l'antimatèria durant tant de temps sense detonar una explosió prematura.

Mentrestant, els físics han trobat més usos per a l'antimatèria produïda al laboratori. La tomografia per emissió de positrons (TEP), per exemple, va fer possible d'analitzar per primera vegada un cervell en funcionament. Actualment, científics del CERN fan servir cèl·lules d'hàmsster per a provar l'eficàcia de la radiació antiprotonica per a destruir tumors. Els positrons també es poden fer servir per a detectar petites fissures en turbines.

Macrocosmos i microcosmos. Però la gran fascinació per l'antimatèria no



Imatge del Gran Col·lisor d'Hadrons (LHC) del CERN. A principi de juliol, físics del CERN van anunciar que aquest accelerador de partícules havia aconseguit la primera victòria parcial important:

és de natura tècnica sinó filosòfica. Va tenir un paper clau en l'impressionant intent de la física moderna d'enllaçar el microcosmos i el macrocosmos.

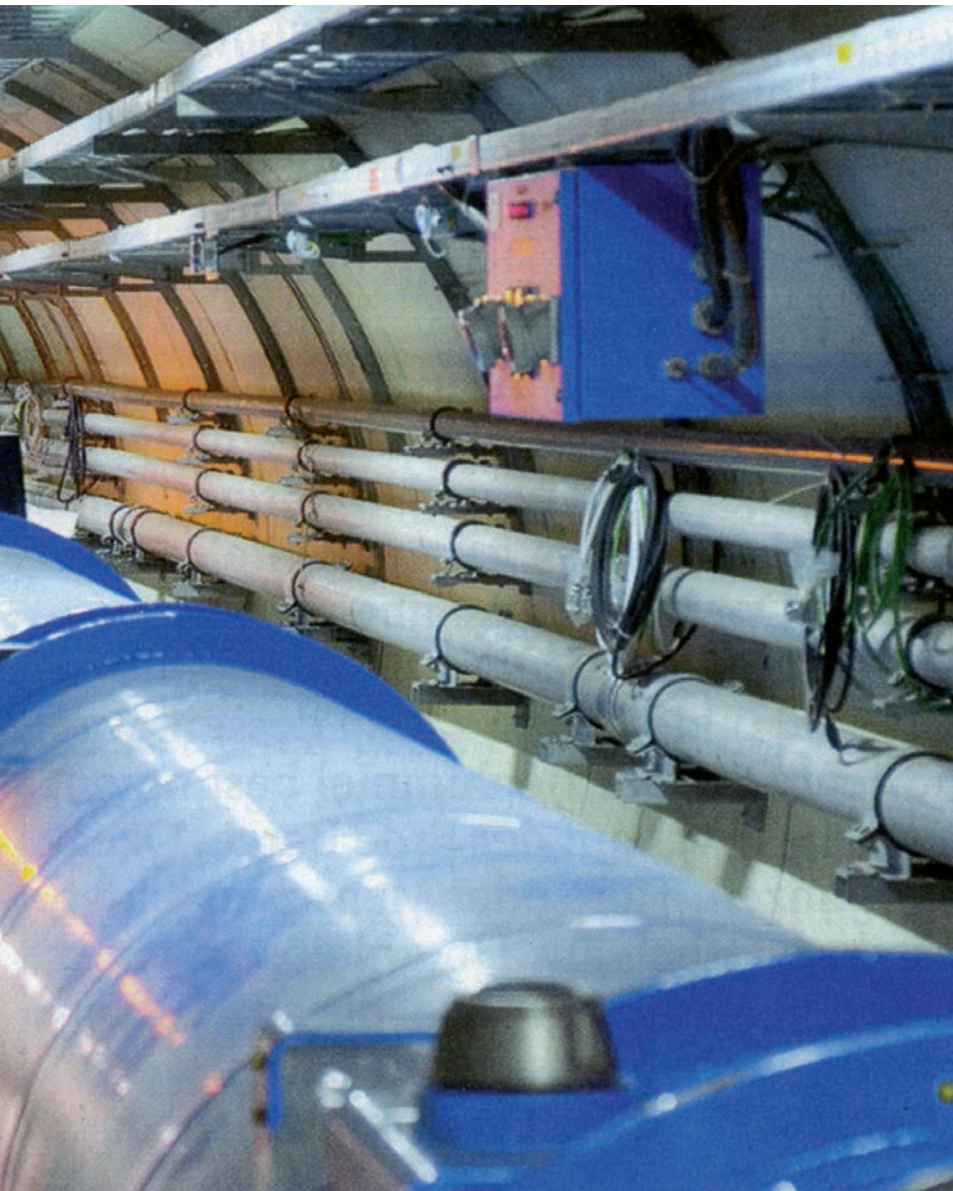
Els anys 60, els científics es van adonar de la connexió tan estreta que hi havia entre la física de partícules i la cosmologia –les ciències d'allò molt petit i d'allò molt gran. Com més profundament penetraven en el món subatòmic, més aprenien sobre els inicis del cosmos. Va ser allà, a l'origen de l'univers, on es devia originar la asimetria entre matèria i antimatèria que fa possible tota l'existència material.

Aquesta connexió decisiva la va establir un físic que més endavant va

guanyar el premi Nobel, tot i que no per la recerca en el camp de la física sinó per la contribució a la pau mundial. Més o menys en el mateix moment en què s'anava convertint en dissident, Andrei Sakhàrov, un dels pares de la bomba d'hidrogen soviètica, també començava a interessar-se per la cosmologia.

Aïllat dels seus col·legues d'occident, va fer tombs i més tombs a la manera com la matèria podia haver vençut l'antimatèria i va formular les condicions sota les quals això hauria estat possible.

Una cacera mundial. Devia haver passat enmig dels inicis de la creació



les dades que es van presentar a la conferència d'estiu de físics de partícules a Melbourne confirmaven gairebé sens dubte que per fi s'havia trobat l'anomenat bosó de Higgs.

de l'univers, només fraccions de segon abans de l'inici del temps. Tal com el gel canvia totes les seves propietats quan es transforma en aigua, l'univers sencer devia haver sofert una transformació, un "petit entrebanc", tal com diu John Ellis, teòric del CERN. I també va haver-hi alguna cosa més. Sakhàrov va teoritzar que, en les profunditats de les seves lleis, la natura tracta de manera diferent les aparentment bessones matèria i l'antimatèria.

Allò que Sakhàrov havia postulat semblava atrevit i especulatiu, i així i tot la natura semblava donar-li la raó. Un descobriment sensacional tot just havia sacsejat el món de la física de partícules.

les. Els anomenats kaons, uns residents de vida extremament curta i no gaire destacables en el zoo de les partícules, aparentment es descomponien d'una manera diferent que els seus corresponents antikaons.

Val a dir que la diferència és mínima –massa petita, de fet, per a explicar satisfactòriament la quantitat de matèria a l'univers. Però ara que algú havia demostrat que l'antimatèria no és l'equivalent exacte de la matèria s'havia obert una porta. Hi ha diferències. Els físics de partícules, amb la intenció de comprendre millor quines són aquestes diferències, es van embarcar en una cacera mundial per a trobar més asime-

tries. Entre ells, els més decidits són els del CERN.

"El primer resultat realment emocionant". Allà, entre les muntanyes de la serralada dels Jura, uns 10.000 científics s'han proposat de fer xocar protons entre si amb la màxima força possible. Acceleren feixos de partícules amb imants gegants al voltant d'un túnel circular de 27 quilòmetres. Van de Suïssa a França i de França a Suïssa 11.200 vegades per segon, fins que finalment xoquen i exploten.

Aleshores els científics estudien la boirina de fragments de partícules que en resulta. L'objectiu és descobrir la nova física, fenòmens que no es poden explicar mitjançant el conjunt de fórmules conegudes en la física de partícules. Saben que la resposta als grans trencaclosques de la física de partícules s'amaga en alguna banda, en formes d'energia que mai no s'havien explorat –juntament amb el secret que fa comprensible l'antimatèria.

Aquest innovador aparell del CERN va entrar en funcionament fa dos anys i mig. Durant dos anys –amb decepció general– semblava que la natura s'arrapava estrictament a les fórmules conegudes.

Però a final de l'any passat es va revelar el primer indici d'una nova física. Les notícies, aleshores, no provenien dels investigadors del bosó de Higgs als dos detectors gegants, Atlas i CMS, que han estat aclamats ara. Es tractava d'un equip més petit de l'experiment LHCb, que va anunciar el descobriment. (El món del CERN és tan particular que un equip de 750 científics de 15 països es pot considerar petit.)

"És el primer resultat realment emocionant que ha proporcionat l'accelerador", explica el físic del projecte LHCb, Thomas Ruf, amb la veu plena d'orgull. Fulleja un llibret de dades de partícules, un petit fulletó que enumera tots els kaons, muons, omegues, lambdes i barions del món de les partícules, un element indispensable al despatx de cada físic de partícules.

L'efecte del mesó D. El fulletó enumera les dotzenes de possibles processos de desintegració en què s'han observat diferències entre matèria i antimatèria. Però aquesta vegada és diferent,

perquè l'efecte és cinc o fins i tot deu vegades més fort que no hauria de ser. I –cosa encara més important– passa en els anomenats mesons D, partícules que només contenen un quark encantat. Pocs científics havien considerat aquesta possibilitat fins ara.

I ara els teòrics s'han embarcat amb il·lusió en l'estudi del comportament dels quarks encantats, que fins ara sempre s'havia negligit. Els físics de l'LHCb proven de tornar a calibrar el seu aparell per a fer-lo tan sensible com sigui possible a la desintegració dels mesons D.

Ruf i els seus col·legues tenen l'esperança de trobar més sorpreses entre les dades de la col·laboració LHCb. I queden encara els resultats de l'any passat, que no s'han analitzat del tot i que actualment estudien més d'una dotzena de científics. Les dades confirmaran l'efecte del mesó D? Encara no ho saben, perquè totes les dades que reben són desvirtuades... deliberadament.

Per a evitar que els científics s'enzequin amb la pròpia eufòria mentre analitzen les dades, els resultats s'oculten amb l'ajuda de programes especials. Fins que l'anàlisi no sigui completa i no s'hagi determinat que és segura, les dades no es revelaran. Aleshores es farà evident si hi ha proves per a fomentar les idees dels científics.

La recerca de l'antimatèria a l'espai. Un altre científic que s'ha establert al CERN també espera respostes: el premi Nobel Samuel Ting. Però no és en el túnel accelerador de les profunditats de la terra, sinó 400 quilòmetres més amunt, on Ting creu que pot trobar la resposta al misteri de l'antimatèria.

Des de la distància, un cartell atreu l'atenció cap a l'edifici on treballa. Mostra com plou radiació damunt la terra com si fos remota pols d'estel. Aquest és el laboratori de Ting. Va ser ell qui, amb gran resistència, va aconseguir que l'Estació Espacial Internacional s'equipés l'any passat amb un detector de partícules. Ni tan sols quan va explotar el transbordador espacial Columbia, que havia de carregar el seu equip fins a l'estació, no va abandonar la seva missió. Ting va continuar fent pressió fins que no es va concedir un altre transbordador per al seu experiment. Aparentment, als polítics

també els fascina l'objectiu de cercar antimatèria a l'espai. Era una proposta realment atrevida, i que era rebuda amb gran escepticisme entre els col·legues de Ting: 1.500 milions de dòlars per a un experiment que molt pocs creien que tingués èxit. Alguns es pensaven que era un projecte absurd.

Cercant a llocs poc habituals.

Però Ting era imparable. "Sempre passa igual, amb les idees genuïnament inusuals." Els teòrics diuen "això no durà enlloc", i els experimentadors, "això no funcionarà", explica.

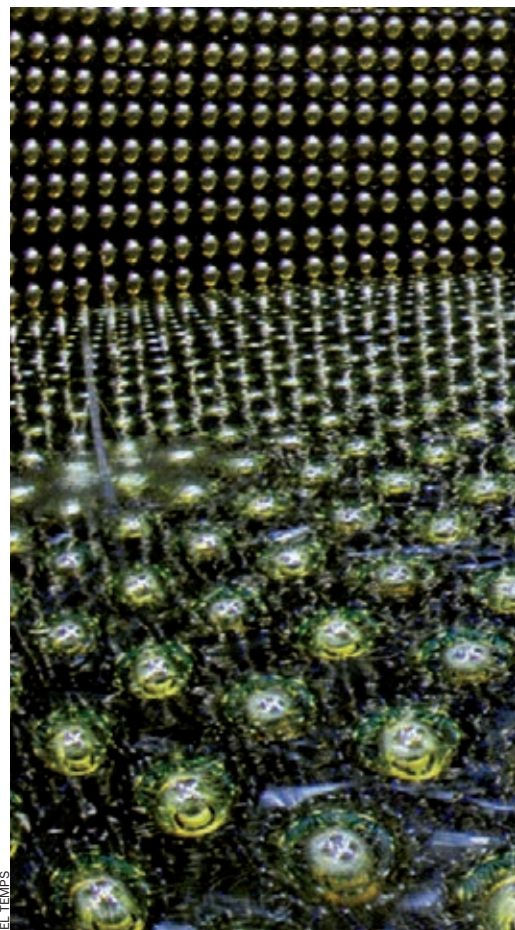
Quan va arribar als Estats Units des de Taiwan, recorda Ting, no tenia sinó cent dòlars a la butxaca, i tot i això va fer una carrera d'èxit. Més endavant, com a físic de partícules, va buscar allà on ningú no s'esperava res, i al final va guanyar un Nobel. Per què s'hauria d'equivocar, aquesta vegada? "Fa dècades que busquen antimatèria", es mofa Ting. "I què han trobat fins ara? Res."

Per això ha arribat l'hora de fer-se una pregunta totalment diferent, afirma Ting: I si l'antimatèria no hagués desaparegut? I si simplement existís en unes altres regions de l'univers? De fet, Dirac mateix també va especular sobre el fet que potser només era coincidència que la Terra fos formada de matèria. "És molt possible que per a alguna de les estrelles sigui al contrari", va dir en el seu discurs d'acceptació del Nobel.

Això no es pot detectar només amb telescopis, explica Ting, i és precisament per això que va fer dur a l'espai l'Espectròmetre Alfa Magnètic (AMS), que pesa 8,5 tones. Si mai antiàtoms vinguessin a petar al nostre racó de la Via Làctia, l'AMS els trobaria. I només un sol àtom d'antisilici o d'anticarboni bastaria per a convèncer la comunitat científica que existeixen antiestels i antigalàxies senceres en alguna banda de l'univers.

Poques paraules i ben dites.

A Ting no li falta confiança en si mateix. L'AMS és únic entre els experiments de física de partícules perquè és fet totalment a mida dels dissenys del líder del projecte. En alguns altres projectes, compta el conjunt de científics. Aquí, tot se centra en Ting.

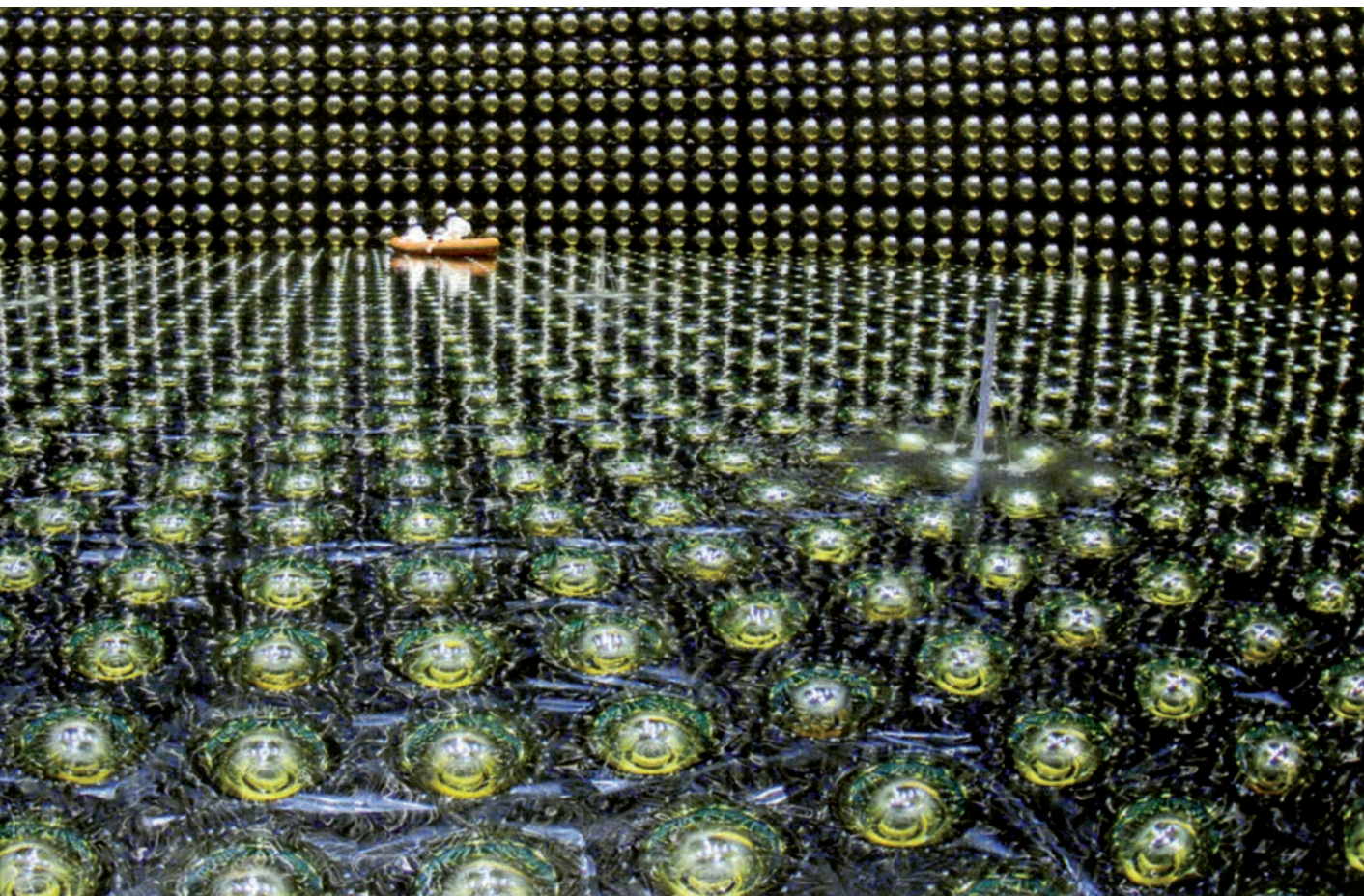


EL TEMPS

El risc que les recerques no facin sinó ratificar

Cada dia, poc abans de les cinc de la tarda, els membres del seu equip surten dels edificis propers i es reuneixen breument al rebedor, on alguns juguen amb els panells solars d'una maqueta de l'ISS i alguns altres observen com l'Atlàntic, cobert de núvols, passa a poc a poc a través d'un monitor gegant. Les imatges són en directe des de l'espai, transmeses per una mena de càmera web des de l'estació espacial. Aleshores, a les cinc en punt, tothom es dirigeix cap a l'oficina de Ting. Seu al tron d'una taula de roure enorme on caben, pel cap baix, un parell de dotzenes de científics. La façana del despatx, que Ting mira, és de vidre, cosa que li permet d'observar la sala de control, on tècnics monitoritzen el seu laboratori espacial nit i dia, 365 dies l'any. Però ara Ting prem un botó i una pantalla baixa del sostre i tapa les vistes a la sala de control.

L'informe d'actualització apareix a la pantalla i mostra els esdeveniments de les últimes 24 hores. Temperatura?, senyals?, irregularitats? A poc a



les prediccions actuals –és a dir, que l'estudi dels antiàtoms no reveli cap diferència entre matèria i antimatèria– no descoratja els científics.

poc però amb seguretat, Ting fa les preguntes que ha de fer. Les respostes són ràpides i breus. No hi ha hagut esdeveniments estranys, i a les 17.04 els científics tornen a la feina. Segons el *Petit Llibre Vermell* de Mao, la cosa més important de les reunions és que siguin breus, explica Ting.

Al seu laboratori espacial, els caçadors de partícules còsmiques ja han capturat material de l'univers més de 17.000 milions de vegades. Han estat capaços de detectar gairebé tots els elements de la taula periòdica, incloent-hi heli, silici, carboni i ferro, entre més. Però Ting no vol revelar si també hi ha indicis d'antiheli o partícules d'antimatèria encara més complexes en la radiació còsmica. "Només puc prometre una cosa", diu. "Ho publicaré tan tard com pugui. Abans vull estar-ne totalment segur."

'Física bella'. Jeffrey Hangst i els altres científics de l'edifici AD enfoquen el problema de l'antimatèria d'una manera relativament directa. Físics nu-

clears, d'altres energies, de làsers i de plasma s'han unit per a investigar com es pot tractar el material de l'antimón. Amagat darrere una muntanya de blocs de formigó, hi ha el tub d'acer a través del qual els tècnics disparen feixos d'uns quants milions d'antiprotons cada minut i mig. Els científics desacceleren les partícules, les dirigeixen amb l'ajuda de camps magnètics i elèctrics i proven de formar-ne antiàtoms.

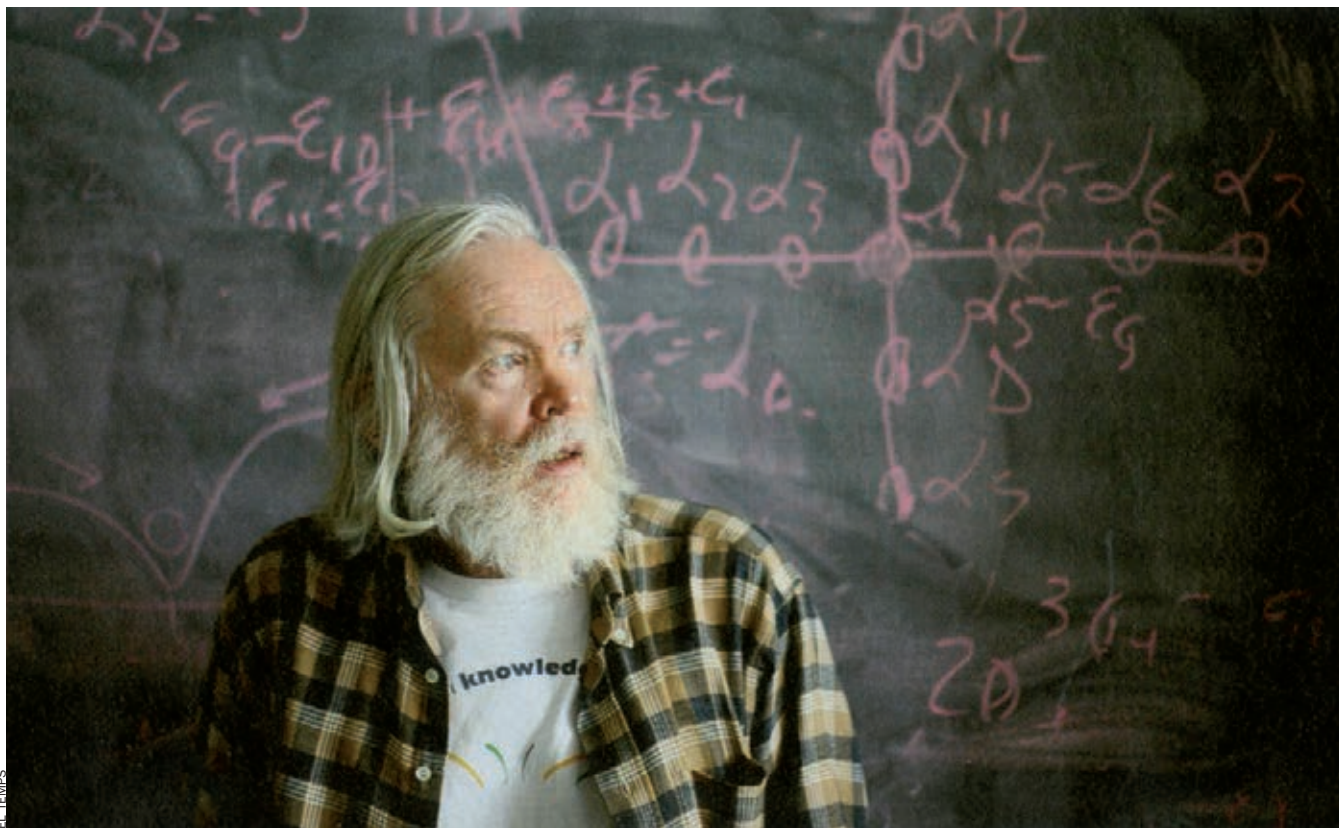
Amb un pressupost relativament modest, mesurat simplement en milions de dòlars, l'acostament de l'AD tendeix a trobar-se aclaparat pels projectes principals del CERN. Per a la majoria dels científics que treballen amb l'LHC, de 3.000 milions d'euros, la fabricació d'antiàtoms sembla una mena d'entreteniment. "També cal una mica d'aquesta física bella", diu el teòric del CERN John Ellis, amb una barreja d'arrogància i respecte.

El físic japonès Masaki Hori, de l'Institut Max Planck d'Òptica Quàntica, a prop de Munic, ha pogut crear estranys objectes artificials a partir

d'heli i antiprotons, que li han permès de mesurar la massa de l'antiprotó. Treballant al laboratori làser, Hori i el seu equip perfeccionen un mètode per a poder mesurar la massa més acuradament d'allò que ja era possible amb la matèria normal. "Aleshores escriurem matèria de llibre de text", diu amb orgull.

Dues oficines més enllà, Michael Doser treballa en un altre experiment. Vol mesurar com el camp gravitacional de la Terra afecta l'antimatèria. Fins i tot espera ser capaç de mesurar com la gravetat de la Lluna afecta els antiàtoms.

Un èxit darrere un altre. Però quan Jeffrey Hangst va centrar més l'atenció va ser quan fou capaç de bombardejar un sol antiàtom amb microones. "Durant l'últim any i mig hem tingut un èxit darrere un altre", explica. "El CERN està encantat amb nosaltres". Impacient, acuita el seu equip. Desenvolupen una nova trampa d'antiprotons que també inclourà una finestra que



John Ellis va encunyar el terme *teoria del tot*, la perspectiva de trobar una mena de fórmula general que unifiqui totes les lleis de la natura.

farà possible d'irradiar els presoners de l'antimón amb làsers. Hangst vol que el nou aparell funcioni abans no s'aturi l'accelerador per a manteniment, a final de la tardor.

Però algun d'aquests intents podrà demostrar que l'espectre energètic de l'antihidrogen és diferent del del seu àtom bessó fet de matèria? És possible que un antiprotó sigui més lleuger que no un protó? I pot ser que la gravetat actui de manera diferent sobre la matèria i l'antimatèria?

Hori, Doser i Hangst saben molt bé que probablement cap dels seus companys no s'hi jugaria res, en la resposta de cap d'aquestes preguntes. "Si realment trobem res, serà com si el sol de cop i volta sortís per l'oest", diu Hori. De fet, la sagrada equació dels electrons de Dirac no permet la mena de diferències que busquen els científics de l'edifici AD.

Però no es deixen pas dissuadir per tot això. "De vegades simplement cal esperar miracles", diu Doser. El seu col·lega Hangst afegeix: "M'agrada molt arriscar-me. Aquells que només fan cas dels teòrics aviat topen amb entrebancs." Hangst fa referència a la

divisió entre la comunitat dels físics. En física, fins i tot més que en algunes altres disciplines, es dibuixa una distinció entre dues menes d'investigadors. Els teòrics actuen com a hereus de Paul Dirac i proven de desxifrar la veritat fent servir només el poder de la ment. Per als físics experimentals, en canvi, compta allò que diuen els instruments.

La teoria del tot. John Ellis forma part del primer grup. Aquest anglès amb barba blanca de xaman és un veterà al CERN. Durant els darrers quaranta anys ha controlat els experiments dels seus col·legues als acceleradors des del seu despatx, i també es va encarregar durant anys de la direcció de la divisió teòrica.

Com a jove investigador va veure com els científics muntaven l'anomenat model estàndard de la física de partícules, un recull de fórmules que aplega totes les lleis conegudes del microcosmos. Més endavant, Ellis va crear el terme *teoria del tot*, una referència a una fita llunyana que motiva molts teòrics: la perspectiva de trobar finalment una mena de fórmula general que unifiqui totes les lleis de la natura.

Però la recerca d'una teoria que ho englobi tot de moment ha estat decebedora, i no pas per manca d'idees. Ans al contrari, una muntanya de dissennys del món s'ha anat acumulant a la taula d'Ellis durant anys, incloent-hi piles d'articles que tracten de temes com ara l'escuma quàntica, els esfalerons, la matèria fosca i partícules supercompanyes de deu dimensions.

L'única cosa que totes aquestes idees tenien en comú és que no es podien comprovar. Els teòrics van augmentar l'energia fins a dimensions impressionants. Els aparells amb què aquests fenòmens s'haurien hagut d'estudiar no existien.

Un moment decisiu. Però ara, com afirmen Ellis i molts dels seus col·legues, la física es troba en un moment decisiu. Amb l'arribada de l'LHC, finalment hi ha un accelerador capaç d'aprofundir en àrees interessants. Mentre el món celebra el descobriment del bosó de Higgs, l'última peça del model estàndard, els teòrics ja han començat a pensar què passarà després. Ara són a punt d'aventurar-se cap a un món desconegut, cap a reialmes que ja

