

# Entrevista a Frank Wilczek

Domènec Espriu\*

L'autor va fer aquesta entrevista el dia 4 del mes de maig passat. Aquell dia el Premi Nobel de Física de 2004, Frank Wilczek, professor al Massachusetts Institute of Technology, va pronunciar una conferència amb el títol «La màgia continua: l'equació de Dirac avui» dins el cicle *Les grans equacions de la física* al CosmoCaixa.

—*Com és que han tardat trenta anys a donar-li el premi?*

—Naturalment sóc la persona equivocada a qui preguntar-ho! Crec que part de la raó pot ser perquè la teoria va anar bastant avançada respecte dels experiments. Els experiments que realment van demostrar que era correcta no es van dur a terme fins deu anys més tard; així, durant deu anys va ser encara una teoria qüestionada. Ara bé, cada any he pensat, en els últims vint anys, que hi havia possibilitats que el Premi Nobel arribés aquell any!

Crec que hi ha hagut dues coses que han contribuït al fet que passés tant de temps. Una és que la teoria, i això és el que em van dir a Suècia, era tan precisa i tan completa, tan àmplia en les seves afirmacions, que abans de donar-ne l'aprovació i dir que això era tot i que ja entenien el que són les interaccions fortes i no podien ser una altra cosa, volien estar-ne molt segurs. Com que els experiments necessaris podien ser duts a terme, i s'estaven fent, volien estar segurs que no hi hauria grans sorpreses que capgirassin les coses. Aquesta és una part; l'altra part crec que és el fet que molta gent va permejar la nostra síntesi final. Em sembla que volien ser cuidadosos i reconèixer també la gent que va fer possible arribar a aquesta síntesi; en particular, crec que 't Hooft i Veltman, que van proporcionar eines teòriques bàsiques que nosaltres vam usar, i Friedman, Kendall i Taylor, que van fer experiments crucials en què ens vam basar, tots ells, havien de tenir Premi Nobel primer. Friedman, Kendall i Taylor va ser el 1990, 't Hooft i Veltman va ser el 1999. Crec, per tant, que l'altre punt important ha estat el fet d'estar segurs que els treballs anteriors també eren reconeguts.

—*Vostè va passar uns quants anys en l'Institute for Advanced Study, a Princeton, i crec que va viure a la*

\*Domènec Espriu (Barcelona, 1957) és doctor en Física per la Universitat de Barcelona (1982) i actualment és catedràtic de Física Teòrica al Departament d'Estructura i Constituents de la Matèria de la Universitat de Barcelona i gestor del Programa de Física de Partícules del MEC.

*casa d'Einstein. Com es va sentir?*

—Sí, hi vivíem i la casa era nostra. Va ser extraordinari, sobretot al principi. Tenir aquella atmosfera que Einstein havia viscut i, a més, tenir molts dels mobles antics de la casa! Els mobles que Einstein havia usat eren aquests grans i pesats mobles Biedermeier alemanys; alguns eren, fins i tot, massa grans per treure'ls, eren inseparables del lloc. Era, per tant, un sentiment molt especial. Òbviament es va anar dissipant amb el temps, però encara de vegades, quan havia tingut un dia dur o estava frustrat per alguna raó, simplement la idea de caminar per la casa d'Einstein em feia sentir molt especial. Era també una casa bonica, gran, amb grans habitacions... en una ubicació molt bona a Princeton i amb un jardí bonic al darrere. Era molt especial. Realment vaig gaudir vivint-hi. L'única cosa negativa era que el carrer, Mercer Street, que crec que era un lloc tranquil quan Einstein hi vivia, ara és un carrer molt transitat.

—*Aquesta referència a Einstein ens porta al fet que aquest any és l'Any de la Física, és clar. Diverses preguntes surten de manera natural en aquest punt. Una podria ser si vostè creu que l'impacte de la física en la societat, en conjunt, ha disminuït substancialment els últims anys. Penso que des de els temps d'Einstein és evident, ja que Einstein era una figura pública destacada i atreïa multituds allà on anés. Així, què en pensa? Estem perdent impacte públic?*

—Bé, crec que ara hi ha molta més competència; en el món ara hi ha moltes més comunicacions que fa cent anys; molta més gent està, diguem, emitent. Hi ha moltes coses que competeixen per l'atenció: pel·lícules, música, també aspectes intel·lectuals, l'ascens de la biologia, la ciència dels ordinadors, la tecnologia; totes aquestes coses competeixen per l'atenció, tant del públic general com del públic intel·lectual. Per tant, la física no monopolitza les coses de la manera que ho va fer cent anys enrere. Crec que això és part de l'explicació.

Una altra part és que som víctimes dels nostres propis èxits. Durant el segle XX realment hem entès els fonaments del comportament de la matèria ordinària, amb una profunditat i precisió que crec que serà considerat un dels èxits més grans de la humanitat, en el futur. Crec que els historiadors, mirant enrere el segle XX, el que en recordaran, a la llarga, és que aquest va ser el temps en què vam entendre de què està feta la matèria

i com funciona; i aquests seran els fonaments permanents de l'astrofísica, la química, la biologia... en el futur proper. Tot això ha estat resultat de la investigació fonamental en física, començant per la mecànica quàntica, passant per l'estudi de les partícules elementals i acabant amb la QCD, els quarks i els gluons. Ara realment entenem molt detalladament els fonaments de la matèria ordinària. Hi ha qüestions fonamentals tremendament importants sobre el comportament de la matèria en condicions extremes, la cosmologia, les coses divertides que s'han descobert en els acceleradors, les noves partícules, oportunitats per a la síntesi, per aconseguir idees més unificades. Però, mentre que a principi de segle descobertes en física fonamental definien el nostre coneixement de la matèria ordinària, i tenien implicacions tecnològiques immediates o semiimmediates, aquest ja no és el cas. Observacions en la frontera de la física fonamental, la descoberta de noves partícules, noves simetries, entendre l'univers primitiu, encara que és intel·lectualment extremament satisfactori i desafiant, ja no té, o ja no sembla que hagi de tenir, el tipus d'impacte tecnològic que les fronteres de la física tenien cent anys abans. Per tant, és en aquest sentit que som víctimes del nostre propi èxit. Però bé, hi ha moltes coses a fer, tot i que cal que ens adonem que la física ja no està sola en la frontera, en el cim, de l'esforç de la humanitat; és una més de les fronteres i els cims, i ha de viure i competir amb tots els altres.



Figura 1: Franck Wilczek durant la conferència feta a CosmoCaixa el dia 4 de maig de 2005

—Com podem aconseguir que la societat sigui més

*conscient de les coses que fan els físics?*

—La millor manera és fer una bona feina. Aquí és on espero que l'LHC aparegui. També, que hi hagi avenços espectaculars en cosmologia, els somnis sobre computació quàntica; si això realment es produeix, certament captarà l'atenció de la gent. Aquesta és la millor manera, però tot i que facis una gran feina sempre l'has d'explicar al públic, i això demana paciència, ja que la física ha acumulat una gran quantitat de coneixement i sofisticació. Perquè la gent que no ho ha estudiat entengui el que està passant en la física actual, cal tenir paciència per explicar-ho i també tenir una audiència pacient a qui explicar-ho. Has de desenvolupar eines que permetin fer fluir la comunicació de manera no dolorosa, i no només no dolorosa sinó divertida. Els físics destacats haurien, si poden i tenen el talent per fer-ho, de treballar la comunicació amb el públic; jo he començat a fer-ho: escric llibres, faig conferències, publico coses en la web; hi ha moltes oportunitats que no han estat explorades encara; però tot això demana feina.

—L'educació en física a l'escola secundària hauria de tenir un paper segurament...

—Sí, això ha de ser el fonament. La nostra societat necessita diferents nivells d'apreciació de la física i la ciència en general. Ens cal gent que segurament no tenen expectatives d'empènyer les fronteres de la física, però que han de ser conscients i demostrar apreciació dels conceptes i de les dades sobre el món que hem descobert. També és molt important, per prendre bones decisions polítiques en una democràcia, que la gent entengui què és l'energia, quines són realment les expectatives per a l'energia nuclear, què és realment la pol·lució, que hi ha certs límits físics de les coses, etc. D'altra banda, la base de la tecnologia és l'educació i realment s'ha de donar suport a l'educació si esperem obtenir beneficis de la tecnologia. Totes aquestes idees bàsiques haurien de ser apreciades per tothom en una democràcia.

Però també, per tal que la tecnologia avanci contínuament i poder aprofitar les oportunitats que es presentin, cal tenir gent rigorosament entrenada i, fins i tot, gent que sigui capaç d'empènyer les fronteres. Demana molt de temps estar familiaritzat amb les matemàtiques, sentir-se còmode amb els conceptes; per tant, s'ha de començar ben d'hora, i identificar a la gent que té aquest tipus de talent o que es vol orientar en aquesta direcció i encoratjar-los.

—Passem l'LHC, que ja ha esmentat. Què creu que descobrirem, potser, en uns dos anys? Quina seria la seva primera aposta?

—El que he estat dient durant molt de temps, i no veig cap raó per canviar-ho, és que el que més probablement es descobrirà en l'LHC serà un món nou dins de la física, associat al que s'anomena *supersimetria*. Hi ha realment evidència quantitativa que la força relativa de les interaccions fortes, electromagnètiques i febles

pot ser més ben explicada si tenim supersimetria de baixa energia; seguint aquesta línia de pensament tenim ja evidència indirecta d'això, però és molt indirecta i realment en volem tenir una evidència molt més directa. Seria una sorpresa per mi, però no un xoc, que aquesta pista només fos una coincidència. Per mi, la supersimetria de baixa energia és el més probable; encaixa quantitativament amb la idea d'unificació, que els diferents acoblaments s'ajunten a distàncies curtes, però també fa més belles les equacions, estén les simetries de la física i proporciona un candidat per a la matèria fosca astronòmica. Hi ha un tipus de partícula que apareix en els models amb supersimetria, que és estable, interacciona molt feblement amb la matèria ordinària i seria produïda bàsicament en la quantitat justa durant el Big bang per ser aquesta matèria fosca; es veu com a fosca, evoluciona com a fosca... és, per tant, probablement, la matèria fosca. Són moltes les consideracions que em fan pensar que la supersimetria de baixa energia és probable. Si realment és veritat, és extraordinàriament excitant, ja que ens obre una finestra nova als aspectes fonamentals de la física. No només podrem comprovar la unificació dels acoblaments, que les coses s'ajunten a distàncies curtes, sinó que també obtindrem mesures sobre propietats de les partícules supersimètriques que ens donaran més informació sobre el que passa a distàncies molt curtes, sobre quines són les forces més bàsiques de la natura. Això és per mi el més probable, i també el més excitant i optimista, que podria passar.

—*I la segona...?*

—La segona... Bé, no ho sé. Realment no hi he pensat. Però bé, deixi'm dir, si no, diferents possibilitats que s'han discutit i que, tot i que trobo menys atractives, han estat defensades per físics seriosos. Una possibilitat és que la gent descobreixi evidència de dimensions extremes, que tinguin una mida tan petita que fer moure les coses per aquestes dimensions extremes demani una gran quantitat d'energia, que no s'havia pogut aconseguir fins ara però que l'LHC proporcionaria; per tant, es trobarien coses movent-se per les dimensions extremes, que es manifestarien en forma de nous tipus de partícules amb certes propietats especials; aquesta és una altra possibilitat que s'ha discutit. Després hi ha la lògica però desil·lusionant possibilitat que el model estàndard, amb què hem estat treballant durant vint anys, refinant-lo però sense canviar-ne els conceptes fonamentals de cap manera significativa, d'alguna manera es tanqués. Vull dir que, de moment, tot els que s'ha predit ha resultat ser correcte, però que un aspecte fonamental que encara no s'ha comprovat directament és l'existència de l'anomenada *partícula de Higgs*. Una possibilitat és que l'LHC trobi aquesta partícula, completi el que s'anomena el *model estàndard* i res més. Això és lògicament possible, no porta a cap contradicció; una cosa sorprenent del model estàndard és que permet la possibilitat

de tancar-se d'aquesta manera. Però aleshores no hauríem après tant com amb la supersimetria i, en canvi hauríem après que totes aquestes coincidències suggestives, —que sembla que indiquen que podem millorar les equacions, obtenir la unificació i explicar la matèria fosca— tot això només era una gran broma. No crec que aquesta broma fos gaire divertida, no crec que la natura ens faci això a nosaltres, he, he...

—*Què creu que podria solucionar, aleshores, el problema de la jerarquia? Bé, si és que vostè creu que és un problema...*

—Sí, veritablement és un problema. La supersimetria realment ajuda en aquest aspecte, ja que d'alguna manera separa més netament les escales; quan tens supersimetria hi ha cancel·lacions en les correccions quàntiques entre bosons i fermions, que estan relacionats per la supersimetria. Això vol dir que ets menys sensible a les correccions quàntiques que tendeixen a connectar les diferents escales; per tant, fa més fàcil d'encabir l'existència d'una jerarquia. La supersimetria realment ajudaria en el problema de la jerarquia; és difícil de veure com es podria solucionar aquest problema sense alguna versió de supersimetria, d'una manera natural.

L'existència de la supersimetria per si mateixa no és suficient per explicar amb tots els detalls com se soluciona el problema de la jerarquia, però sembla fer-hi una contribució molt important. De totes maneres hi ha altres problemes de jerarquia que no entenem; específicament, no entenem la qüestió del que ara s'anomena *energia fosca*, o *terme cosmològic*, o bàsicament per què l'espai buit pesa tan poc; per tant hi ha un problema de jerarquia: la gran diferència entre el que s'espera de la densitat d'energia de l'espai buit i el que realment s'observa. Hi ha un problema de jerarquia que no entenem realment, potser n'hi poden haver dos.

Hi ha altres problemes, també, que tenen un regust semblant; el problema de la violació forta de CP. Bé, és una mica més tècnic, però és una altra qüestió en què una cosa que hauria de ser d'una certa mida és realment molt més petita. Com ho expliques? Hi ha un problema de jerarquia en la massa de l'electró; la massa de l'electró hauria de ser almenys comparable a la massa del bosó W, i no ho és. Per què no?

Hi ha, per tant, diversos problemes de jerarquia. Alguns dels meus col·legues han pensat molt sobre una teoria del tot, però jo ja estaria content si poguéssim solucionar algun d'aquests problemes i fer una mica de progrés; una teoria d'alguna cosa que realment funciona és millor, al meu parer, que una teoria del tot que no soluciona realment res!

—*Per acabar, quin creu vostè que serà el futur de la física de partícules, en concret de la física de partícules experimental, als Estats Units? I quina és la posició respecte a la construcció del ANELL DE COLLISIÓ LINEAL?*

—El futur a curt termini requereix una mica de pa-

ciència. Crec que estem passant un període baix. Hi ha alguns experiments funcionant, i potser tindran sort. Hi ha un programa al Fermilab que té possibilitats de descobrir alguna cosa nova; hi ha altres experiments en física de B's; però no hi ha realment grans projectes centrals com l'LHC, que serà segur una font principal de progrés, als Estats Units. El que espero, i és probable que passi, però puc pecar d'optimista, és que els descobriments de l'LHC siguin tan dramàtics i obtinguin tanta atenció, obrin tantes oportunitats òbvies, que els Estats Units responguin. I, també, que tinguem un canvi de règim als Estats Units, i que tinguem un govern més sofisticat i més il·lustrat, amb més empatia cap a la ciència; i aleshores tot canviarà. Així és com hauria de ser.

—*Creu que seria assenyat per part de la comunitat de física d'altres energies dels Estats Units pressionar per aquest projecte del ANELL DE COLLISIÓ LINEAL? O és entrar en un carreró sense sortida, com va passar amb l'SSC (SUPERCONDUCTING SUPER COLLIDER)?*

—No, però crec que és una qüestió d'oportunitat. Provar de pressionar ara és molt difícil, perquè, en primer lloc, la situació política és molt desfavorable, en general, però, en segon lloc, hi ha l'argument legítim de dir que l'LHC donarà resultats en pocs anys, que seran molt importants per veure quines serien les expectatives per al proper accelerador. Atès que calen quinze anys per construir-lo, no seria assenyat esperar uns anys i saber millor el que hi ha allà fora abans de fer una inversió a llarg termini d'aquest tipus? Crec que hem d'anar assentant les bases, però que no seria intel·ligent provar de forçar la situació; podria tornar-se'ns en contra. Una mica de paciència i saviesa serà útil.