

Miguel Lorenzo

# LEONARD PARKER

Descobridor de la creació cosmològica de partícules

«MAI HE SENTIT LA FÍSICA COM UN TREBALL,  
SINÓ COM UN ART»

José Navarro Salas

Leonard Parker és catedràtic emèrit en la Universitat de Wisconsin-Milwaukee (EUA). Va ser el fundador del Centre de Recerca Gravitacional d'aquesta universitat. Un centre que ara porta el seu nom, Leonard E. Parker Center for Gravitation, Cosmology and Astrophysics, en reconeixement a les seues contribucions fonamentals en gravitació. El professor Parker és el pioner de l'anomenada teoria quàntica de camps en presència de gravetat. El seu descobriment, a començament dels seixanta, que l'expansió de l'univers pot crear partícules a partir del buit, va obrir un nou camp de la física. Aquest sorprenent resultat es va forjar i es va analitzar amb detall en la seua imponent tesi doctoral (Harvard, 1966) i en els articles que va escriure posteriorment.

En la mateixa època es va descobrir el fons còsmic de microones, que va canviar completament la concepció de l'univers i va impulsar la teoria del Big Bang. El 1992, el satèl·lit COBE va detectar per primera vegada petites fluctuacions de temperatura sobre la temperatura mitjana de 2,7 graus Kelvin. L'efecte descobert pel professor Parker és el mecanisme generador de les fluctuacions de temperatura observades en el fons còsmic de microones i les fluctuacions de densitat de matèria que han donat lloc a les ga-

«PREPARANT LA TESI DOCTORAL PENSAVA QUE  
LA QUANTIFICACIÓ DEL MATEIX CAMP GRAVITATORI ERA  
MASSA DIFÍCIL I QUE SEGURAMENT NO SERIA CAPAÇ  
D'ANAR MÉS ENLLÀ DEL QUE S'HAVIA JA ACONSEGUIT»

làxies i les estructures del nostre univers. Recentment, l'equip internacional del telescopi del Pol Sud BICEP2<sup>1</sup> va anunciar la detecció en el fons còsmic de microones de senyals de les ones gravitatòries creades en l'univers molt primitiu. Aquesta notícia ha generat una enorme expectació en la comunitat científica i també en els principals mitjans de comunicació. Si es confirmara seria la primera detecció directa d'ones gravitatòries, creades també pel mecanisme descobert pel professor Parker.

Leonard Parker és un treballador infatigable, que als seus 76 anys encara és capaç de creuar l'Atlàntic per trobar-se amb amics i col·legues de professió, i parlar i intercanviar impressions sobre el que els uneix a tots: la passió per la física. Amb motiu de la celebració del centenari, el 2015, de la relativitat general d'Albert Einstein, la Universitat de València va organitzar la Conferència ERE2014 (*Almost 100 years after Einstein's revolution*) la primera setmana de setembre. I és ací on el professor Parker va impartir una conferència especialitzada.

Tot i ser un dels físics més destacats del món, és també una persona modesta, molt propera i entranyable. Espigat, amb ulls blaus de mirada una mica burleta, com de xiquet entremaliat, ho observa tot amb curiositat i amb deler per aprendre. És la mirada que acompanya tot artista i és que, en el fons, Leonard Parker n'és un. Amant de la música clàssica i de la pintura des de ben jove –toca el piano, sobretot Mozart, col·lecciona pintura holandesa del segle XVII i fins i tot es va atrevir amb l'escultura–. Tot un humanista que va trobar en les matemàtiques i la física la mateixa consistència interna, harmonia i bellesa que hi ha a la música. Un nen que, quan observava els nombres, veia pintures o quadres en la seua ment, en un mena de simbiosi art-ciència.

De maneres suaus i exquisida educació, s'aproxima a l'entrevista acompanyat per la seua dona Gloria. Coneixedors de les seues inclinacions humanistes, l'entrevista s'ambienta al claustre de la Universitat de València, molt prop de la figura de Lluís Vives.

El naixement d'idees fonamentals noves és sovint molt difícil. A començament dels anys seixanta, fins i tot les noves idees de trencament espontani de simetria de Brout-Englert-Higgs-Guralnik-Hagen-Kibble [dos dels quals premis Nobel de Física el 2013 pel descobriment del bosó de Higgs al CERN] van ser rebudes amb cert escepticisme. En l'actualitat la idea de creació gravitacional de partícules sembla molt natural, però per al seu temps, imagine que no devia ser així. Com va viure les reaccions inicials al seu descobriment?

<sup>1</sup> Resultats publicats el 2014 en un extens article de 25 pàgines en *Physical Review Letters* (112: 241101).



Miguel Lorenzo

**«VA SER MOLT GRATIFICANT PER A MI QUE EL MECANISME DE CREACIÓ DE PARTÍCULES DESENVOLUPAT A LA MEUA TESI ESDEVINGUERA TAN CENTRAL PER A UNIR CAMPS APARENTMENT DESCONNECTATS DE LA FÍSICA»**

Deixa'm començar recordant el context d'aquells anys. El 1962, quan vaig començar la meua tesi doctoral a Harvard, vaig voler treballar en la interfase entre la relativitat general i la teoria quàntica de camps. Vaig tenir l'enorme sort de tenir excel·lents mestres en teoria de camps i física de partícules: Wendell Furry, Sidney Coleman, Roy Glauber, Sheldon Glashow i Julian Schwinger (aquests tres últims van ser, amb els anys, premis Nobel). La meua pretensió en la tesi era trobar noves implicacions de la teoria quàntica de camps en el context de la teoria de la relativitat general d'Einstein. Pensava que la quantificació del mateix camp gravitatori era massa difícil i que segurament no seria capaç d'anar més enllà del que s'havia ja aconseguit. Però tenia el convenciment que valia la pena estudiar la teoria de camps quàntics i partícules elementals als espai-temps que eren solucions de les equacions d'Einstein per al camp gravitatori. Afortunadament, Sidney Coleman va acceptar ser el director de la meua tesi en aquest projecte, que se n'eixia completament del corrent de recerca predominant. Vaig haver d'estendre la teoria quàntica de camps, ben formulada en l'espai-temps de la relativitat especial, a un espai-temps en expansió, com predeia la cosmologia de la relativitat general. La formulació de la nova teoria em va portar a establir sense cap dubte que l'expansió creava espontàniament partícules elementals. La meua tesi va ser finalitzada a Harvard el 1965, però, vaig haver d'esperar a defensar-la fins que el meu director va tornar d'una estada a Europa de dos anys.

Això degué retardar la publicació del seu fantàstic resultat.

El 1964 li vaig enviar còpies d'una part de la meua tesi, incloent-hi el meu resultat de creació de partícules, a B. S. DeWitt [el pare de la gravetat quàntica per aquells anys]. Ràpidament em va convidar a impartir un col·loqui a l'Institute of Field Physics, a la Universitat de Carolina del Nord, i em va oferir un lloc postdoctoral, just la plaça que deixaria vacant Peter Higgs el 1965. El seu famós treball sobre el bosó de Higgs el va fer allí.

Vaja, quina casualitat...

Per desgràcia van faltar diners i el meu treball allí tenia una enorme càrrega docent, que em va impedir traslladar a articles científics els resultats de la meua tesi. En acabar els meus dos anys de contracte vaig rebre una oferta de professor ajudant a la Universitat de Wisconsin, a Milwaukee, però també amb una enorme càrrega docent. Per sort, una enorme nevada a Nova York ens va obligar, a la meua dona i a mi, a retardar el nostre vol per dues setmanes. Les vaig aprofitar per escriure el primer article (1969), que descrivia amb detall la creació gravitatòria de partícules.

Encara sort! Però, com es va rebre aquell article?

Es va rebre molt bé. Però això ho vaig saber després. El 1969 la National Science Foundation va aprovar i em va finançar un projecte d'investigació. Entre els objectius hi havia determinar, utilitzant els mètodes de la tesi, la creació de partícules que devia ocórrer en un col·lapse gravitatori que formara un forat negre. John Wheeler [un dels físics més influents d'aquells anys] s'hi va interessar i el vaig visitar a Princeton durant el curs 1971/72. Allí em vaig adonar que els meus treballs estaven generant molt d'interès, sobretot a l'antiga



Miguel Lorenzo

**«SI LA DETECCIÓ DELS SENYALS DELS GRAVITONS ES CONFIRMARA SERIA UN DELS MAJORS AVENÇOS CIENTÍFICS DEL NOSTRE TEMPS»**

Unió Soviètica (Sakharov ho descriu en les seues memòries) i a Europa. No obstant açò, va costar temps als mateixos Estats Units.

Però, tornem a la qüestió dels forats negres i la creació de partícules. Quan hi va pensar?

Abans de deixar Harvard, li vaig suggerir al meu supervisor que trobava interessant calcular la creació de partícules deguda a un forat negre. Em va suggerir que li escriguera a John Wheeler i li demanara un postdoct per a treballar sobre aquest projecte. Però vaig rebre una resposta inicial negativa. Al final vaig aconseguir anar a Princeton, com he dit abans, però amb els meus propis fons de la National Science Foundation. Mentre treballava en el projecte, i ja de retorn a Wisconsin, va arribar a les meues mans el famós article de Steven Hawking

sobre creació de partícules per forats negres. Vaig entendre immediatament que el problema havia estat resolt de manera molt brillant. Vaig lamentar que Hawking no citara els meus articles de 1968 i 1969 de creació de partícules. Una superposició de solucions d'energia positiva i negativa, igual a la que jo havia trobat que causava l'expansió de l'univers, la va trobar Hawking en la formació d'un forat negre. Això és la causa de la creació de parells de partícula-antipartícula en els dos casos.



Miguel Lorenzo

**«HAWKING VA CONVÈNCER TOTS QUE LA SEGONA LLEI DE LA TERMODINÀMICA ERA COMPATIBLE AMB ELS FORATS NEGRES, I VA POSAR DE MANIFEST UNA CONNEXIÓ PROFUNDA ENTRE LA TERMODINÀMICA I LA RELATIVITAT GENERAL.»**

Per tant, el fenomen de creació gravitatòria de partícules havia anat adquirint diferents cares. Usant el formalisme que vostè havia desenvolupat, Hawking es va adonar el 1974 que els forats negres creaven també partícules, i de manera molt íntimament relacionada amb la termodinàmica. Com va influir això en la investigació en el camp?

El resultat tan elegant de Hawking va ser molt influent. Va convèncer tots que la segona llei de la termodinàmica (sobre l'increment de l'entropia) era compatible amb els forats negres, i va posar de manifest una connexió profunda entre la termodinàmica i la relativitat general. Va ser molt gratificant per a mi que el mecanisme de creació de partícules desenvolupat a la meua tesi esdevinguera tan central per a unir camps aparentment desconnectats de la física.

Poc després vostè va treballar en la producció de gravitons. Es va sorprendre en veure en les seues equacions que l'expansió de l'univers era també capaç de crear gravitons? [Els gravitons serien a les ones gravitatòries de la relativitat general, el que els fotons són a les ones electromagnètiques].

En primer lloc m'agradaria contextualitzar una mica més la pregunta. Quan treballava en la meua tesi, i vaig demostrar que l'expansió isòtropa de l'univers crea partícules, em vaig preocupar per estudiar si hi havia alguna situació especial en la qual això no es donava. Efectivament, l'expansió de l'univers no pot crear directament fotons. Llavors vaig pensar inicialment, influït per un treball de Roger Penrose, que això implicaria que l'expansió de l'univers no podia crear tampoc gravitons. Però la situació no era realment així. Les equacions matemàtiques dels gravitons no eren del mateix tipus que les dels fotons (això havia estat ja demostrat pel físic rus Evgueni M. Lifshitz, com va assenyalar Leonid Grixtxuk el 1975). Fent ús dels meus resultats, es demostrava que l'expansió isòtropa de l'univers creava necessàriament gravitons. El 1977 Lawrence Ford i jo realitzem el primer estudi sistemàtic i rigorós sobre el tema.

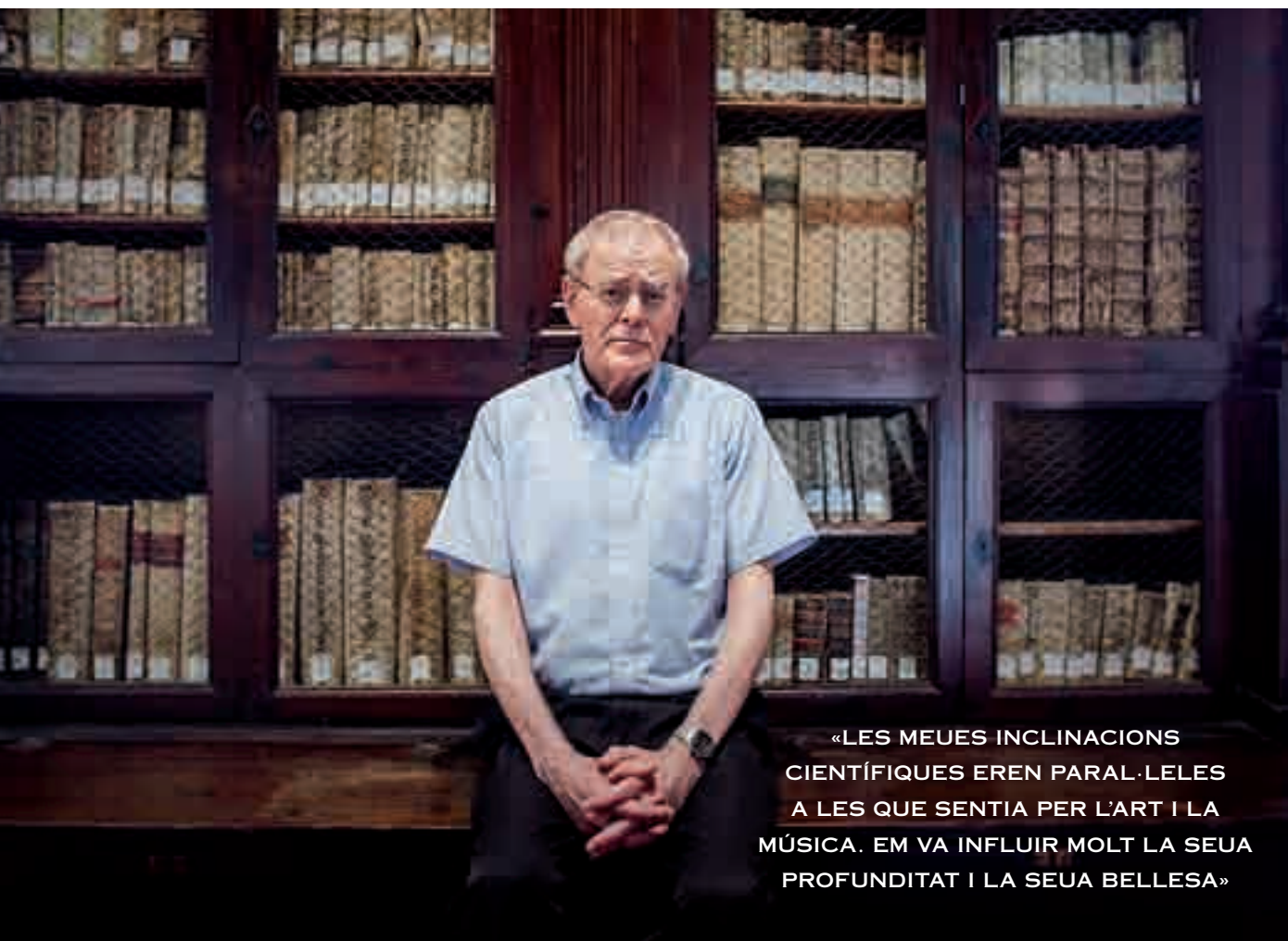
Va pensar que alguna vegada sofisticats experiments (com s'intenta ara amb BICEP2 o el satèl·lit Planck) podrien ser capaços de detectar els efectes d'aquests gravitons?

He d'admetre que va ser emocionant assabentar-me el març passat que els efectes d'aquestes ones gravitatòries sobre la polarització del fons còsmic de microones estaven dins del rang de detecció dels instruments actuals. Falta encara dilucidar la separació entre l'efecte produït pel fons astrofísic de l'efecte provinent de les ones gravitatòries creades en l'univers molt primerenc.

Després del descobriment de la partícula de Higgs al CERN, creu que és apropiat afirmar que el gravitó (o les ones gravitatòries) s'han convertit en la partícula més cercada de la física?

Sí, efectivament. Les ones gravitatòries s'han detectat indirectament en el púlsar binari de Hulse-Taylor [constituït per dos estels de neutrons]. Encara que no s'han detectat de manera directa per LIGO, o altres detectors d'ones gravitatòries terrestres, és molt plausible que es detecten en els pròxims anys. Fins fa poc es pensava que la detecció dels gravitons, els quàntums associats a les ones gravitatòries, estava fóra del rang observacional, a causa de la seua quasi negligible interacció amb la matèria. Això ha canviat radicalment amb la possibilitat de detectar els gravitons creats per la ràpida expansió de l'univers primitiu. Mesures d'alta precisió en la polarització del fons còsmic de microones poden detectar el senyal produït per gravitons creats en els primers instants

Miguel Lorenzo



**«LES MEUES INCLINACIONS CIENTÍFIQUES EREN PARAL·LELES A LES QUE SENTIA PER L'ART I LA MÚSICA. EM VA INFLUIR MOLT LA SEUA PROFUNDITAT I LA SEUA BELLESA»**

de l'expansió de l'univers. Només aquesta font pot ser suficientment potent per a crear senyals mesurables. La col·laboració BICEP2 afirma haver detectat els senyals d'aquests gravitons. El satèl·lit Planck ha detectat també senyals semblants deguts a la pols galàctica. Ambdós grups estan col·laborant conjuntament per a poder donar una resposta conclusiva. Si la detecció dels senyals dels gravitons es confirmara seria un dels majors avenços científics del nostre temps.

Òbviament, vostè hauria pogut ser ja de ben jove professor a Harvard o a qualsevol altra universitat de les més cobejades. Per què va decidir restar a la Universitat de Wisconsin-Milwaukee?

Sempre ho he tingut clar. No volíem que els nostres fills es desarelaren. No estava disposat a això per millorar la meua posició professional. Puc haver estat ingenu, però no me'n penedesc.

Una altra pregunta personal. Vostè toca el piano i també col·lecciona pintures del segle XVII. Com han influït

les seues inclinacions humanístiques en el seu treball i en la seua visió de l'univers?

De molt jove estava fascinat per l'art i la música. Vaig estudiar els dibuixos d'artistes com Leonardo da Vinci i vaig intentar reproduir-los. Gaudia dibuixant al llapis i carbó, i pintant aquarel·les i a l'oli. També em vaig comprar eines per a esculpir en un bloc de marbre, però era massa per a mi. Vaig estudiar també piano de jove i de més gran... la música és tan bella. Als dotze anys vaig començar a interessar-me per les ciències i a llegir amb gran interès llibres sobre àtoms i nuclis. A l'Institut em vaig interessar per la química, la física, la biologia i la genètica de mosques de fruites. Però aquestes inclinacions eren paral·leles a les que sentia per l'art i la música. Em va influir molt la seua profunditat i la seua bellesa. Realment no he sentit mai que feia física com a vocació o treball, sinó com un art. Encara em sent, en fer recerca, com un artista. Ho faig el millor que puc, encara que estiga ja jubilat. ☺

José Navarro Salas. Catedràtic de Física Teòrica, IFIC-Universitat de València.