Jordi Play

CATERINA BISCARI

Directora del sincrotró ALBA

«LA LLUM ÉS CONEIXEMENT I DESENVOLUPAMENT»

Cristina Sáez

Assegura Caterina Biscari (Modica, Itàlia, 1957) que cada dia reten un petit homenatge a Albert Einstein. De somriure franc i una mica tímida, aquesta científica brillant, filla d'italià i andalusa, va començar estudiant astrofísica a la Universitat Complutense de Madrid i després es va doctorar a Nàpols, on li van oferir una beca per a treballar al CERN. «Vaig canviar l'astrofísica pels acceleradors i no me n'he penedit», assegura.

Caterina Biscari dirigeix una de les institucions científiques més importants d'Espanya i Europa, el sincrotró ALBA, el primer accelerador de partícules del sud-oest del Vell Continent, ubicat a Cerdanyola del Vallès (Barcelona). I és una de les principals impulsores de l'Any Internacional de la Llum, que es va inaugurar al començament d'enguany. Aquesta investigadora ens acompanya fins al túnel circular de 300 metres en què està encapsulat el sincrotró. En un lateral, un corredor recte emergeix i hi treballen diversos investigadors joves.

«Entendre com manipular els electrons perquè facen allò que volem i entendre la interacció entre la matèria i la llum seria impensable sense la teoria de la relativitat», explica aquesta científica, que ha desenvolupat la seua carrera com a investigadora en diversos sincrotrons del món, i sobretot als Laboratoris Nacionals de Frascati de l'INFN (Institut Nacional de Física Nuclear), a Itàlia. Caterina Biscari assenyala darrere seu una de les set línies experimentals d'ALBA i explica que just aquesta funciona basant-se en l'efecte fotoelèctric, la descripció de la qual li va valdre el Nobel a Einstein.

«La llum arriba a la matèria, colpeja els electrons que hi ha en els àtoms més superficials i els confereix energia. Llavors aquests s'escapen de la superfície de la matèria i són captats per un sensor, que detecta l'energia que tenien inicialment i d'ací dedueix les propietats de la matèria. D'alguna manera és com si es tancara el cercle i és molt bonic, no creuen?», ens pregunta la professora Biscari, que al moment remata dient que la física explica les lleis fonamentals que regeixen l'univers. «I és meravellós que puguem entendre aquelles lleis, que puguem entendre un poquet d'aquest univers en què vivim.»

«ÉS MERAVELLÓS QUE PUGUEM ENTENDRE LES LLEIS FONAMENTALS DE L'UNIVERS, QUE PUGUEM ENTENDRE UN POQUET D'AQUEST UNIVERS EN QUÈ VIVIM»

Per què dedicar un any a la llum?

I per què no? Hi ha anys que s'han dedicat a la física, a Darwin… per què no podem dedicar un any a la llum? La idea va sorgir el 2009, i de fet va ser John Dudley, el president de la Societat Europea de Física (EPS), qui va començar a pegar-li voltes. Volia proposar un any de la llum per a portar el coneixement i les aplicacions de la llum a aquells països més necessitats, en els quals l'electricitat o no existeix o és un luxe només accessible a uns quants. Així doncs, li ho vam proposar a les Nacions Unides, que hi van accedir. I curiosament els països que més entusiasmats s'hi van mostrar al començament van ser Mèxic i uns quants països africans.

El 2015-2016 també es commemorarà el centenari de la teoria de la relativitat general d'Albert Einstein.

Així és, d'ací que pensàrem a celebrar l'any de la llum el 2015. El nostre objectiu és donar a conèixer a la societat temes científics, com la investigació que fem al sincrotró ALBA, i que avui dia són encara bastant desconeguts. Volem allunyar-nos de la imatge que mostra la ciència i en particular la física com una cosa que fan uns bojos amb cabells a l'estil d'Einstein. La ciència és útil per a la societat. El desenvolupament científic que es fa, per exemple, en el gran col·lisionador d'hadrons, al CERN, és útil per a després poder desenvolupar aplicacions com ara xips que estimulen la retina i permeten a persones amb alguna discapacitat visual recuperar part de la visió. Sense la investigació bàsica no pots desenvolupar el nanomaterial que s'implanta en l'ull. Volem que la societat en siga conscient i també els polítics, que entenguen que si no hi ha finançament per a la ciència, no hi ha avenços.

Què aporta la llum a la ciència?

La llum és coneixement i desenvolupament. ALBA ens permet transformar la interacció de la llum amb la matèria en dades útils: aconseguim veure gràcies una sèrie de detectors dels productes de la interaccció de la llum que emeten els electrons quan els accelerem a altíssimes velocitats amb els materials orgànics i inorgànics que volem investigar.

Jordi Play

«LES APLICACIONS DE LA LLUM DEL SINCROTRÓ SÓN INFINITES. PER EXEMPLE, EN CIÈNCIES DE LA VIDA PERMET ESTUDIAR ELS SISTEMES BIOLÒGICS AMB UNA GRANDÍSSIMA RESOLUCIÓ»

De quina manera participa ALBA en l'Any Internacional de la Llum?

Formem part del comitè de l'Any Internacional des de l'inici. Hem participat directament en l'organització i ho farem en totes les activitats que s'han programat i que pretenen remarcar el que significa la llum per a la ciència. I nosaltres, en concret, parlarem de la llum de sincrotró. Els primers acceleradors es van crear en els anys trenta del segle passat. Els físics van començar a construir-los per a intentar obtenir feixos de partícules molt energètiques que interaccionaren amb la matèria per investigar-la. En el primer prototip de sincrotró es va observar el 1946 que els electrons emetien llum visible. S'havia predit que els electrons emetien radiació, però es desconeixia que ho feren també amb l'espectre visible. Allò va ser una enorme sorpresa. La van anomenar llum de sincrotró, i va ser el primer pas per a desenvolupar el seu ús.

Quins avenços científics realitzats gràcies a aquesta tecnologia destacaria?

Des de l'estudi de proteïnes i de l'ADN, fins a la investigació de nous materials. També fàrmacs; en ALBA per exemple s'han realitzat estudis per a veure l'eficàcia de nous fàrmacs per a combatre la malària. De fet, avui dia el 80 % de la investigació que es fa en la indústria farmacèutica passa per la llum de sincrotró.

No hi ha prou amb les simulacions de fàrmacs que realitzen mitjançant supercomputació?

Primer se simulen els fàrmacs, però després cal realitzar experiments i proves. I és ací on entra el sincrotró. El mateix ocorre amb els nous materials, els semiconductors, tota l'electrònica que es desenvolupa actualment, la nanotecnologia. Molts dels aparells que tenim ara eren impensables fa cinc anys i s'han pogut desenvolupar també gràcies als avenços obtinguts als laboratoris de llum de sincrotró.

Què fa tan especial la llum del sincrotró?

La llum del sincrotró és una reproducció en el laboratori d'un fenomen que existeix en la naturalesa. Per exemple, en els estels hi ha partícules carregades, electrons, ions, i, com que hi ha camps magnètics molt forts, aquestes partícules emeten radiació, part de la qual és el que veiem des de la Terra. Nosaltres en el laboratori, en els acceleradors, aconseguim aquest fenomen accelerant electrons a altíssimes energies, els portem pràcticament a la velocitat de la llum, i els guiem mitjançant camps magnètics perquè facen voltes en l'accelerador i perquè emeten la llum de sincrotró. I aquesta llum que emeten la fem interaccionar amb la matèria. D'aquesta interacció sorgeixen productes que ens donen una informació molt valuosa sobre la matèria, ens permeten veure detalls que ens són invisibles en els nostres detectors naturals, que són els ulls. Curiosament, aquests funcionen de manera molt semblant encara que tenen un rang d'utilització molt més limitat. La llum que emeten els electrons és de diferents tipus d'ona i va des de l'infraroig fins als raigs X, encara que la part que més s'usa és la de raigs X. La llum és un fenomen ondulatori i com major és l'energia dels fotons, més petita és la longitud d'ona i més es pot interaccionar amb dimensions més petites de la matèria. Per tant, com més petita és la longitud d'ona, més petits són els detalls que aconsegueixes veure usant aquesta llum.

Jordi Play

Com si fóra un microscopi...

Exacte, però molt més potent. També podríem comparar aquesta llum amb els raigs X dels hospitals. Ací tenim fonts més potents, focalitzades i coherents que tenen una major capacitat d'indagar en les característiques de la matèria. Però el principi és el mateix que hi ha darrere d'una radiografia.

«ENTENDRE LA INTERACCIÓ ENTRE LA MATÈRIA I LA LLUM SERIA IMPENSABLE SENSE LA TEORIA DE LA RELATIVITAT»

Aquests electrons que corren per ALBA, d'on procedeixen i com els manipuleu?

Així és. En passar pels camps magnètics emeten llum que extraiem en diferents punts de l'accelerador i que portem a una de les set línies experimentals que tenim. Encara que ix en línia recta ho fa en distintes freqüències, per la qual cosa la fem passar per una sèrie de sistemes amb lents, espills, vidres, badalls per a aconseguir un feix molt focalitzat i amb una longitud d'ona o energia –és el mateix– molt precisa. Llavors es porta al punt en què el científic té la seua mostra. Al voltant de la mostra es posen detectors que arrepleguen els productes de la interacció entre el feix de llum amb la mostra. Arrepleguen aquestes dades, les emmagatzemen en computadores molt potents i després aquestes dades s'analitzen per a extraure'n la informació sobre la matèria. Així s'aconsegueix veure des de la composició de la mostra, les seues propietats, la distribució dels àtoms, i tot això amb una precisió i resolució altíssimes.

En quins àmbits científics s'utilitza la llum de sincrotró?

En moltíssims! Les aplicacions són infinites. Per exemple, en ciències de la vida és molt usada, perquè permet estudiar els sistemes biològics amb una resolució enorme. Ací en ALBA s'ha aconseguit realitzar la primera cartografia d'una cèl·lula amb hepatitis C. Es posa la mostra en el punt en què arriba la llum i es va girant de manera que s'aconsegueix fer una tomografia en 3D de la cèl·lula completa, a diferència del que podríem aconseguir amb un microscopi electrònic, en el qual hauríem de tallar la cèl·lula en trossos per a poder-la estudiar. En ALBA també s'han dut a terme estudis sobre el virus del VIH i determinades proteïnes artificials; sobre el creixement de les plantes, sobre nous fàrmacs, sobre l'ADN. Però també hem dut a terme estudis de patrimoni cultural. Un equip d'investigadors de la Universitat Politècnica de Catalunya estava estudiant els vitralls del món àrab, procedents de Síria, Granada i Egipte. En ALBA poden estudiar-ne la composició i com les van fer, i això és molt important per a temes de conservació i restauració. De fet, tots els grans museus que fan investigació utilitzen la llum de sincrotró. Per exemple, poden practicar talls de menys d'un mil·límetre de les teles i aquesta mostra els permet saber per què, posem per cas, els colors es degraden. Això és el que ha ocorregut amb els quadres de Van Gogh. Els conservadors estaven preocupats perquè el groc es degradava molt. Al començament van pensar que tal vegada era una qüestió de brutícia, però van veure que es devia a un químic que s'havia usat per a restaurar-los, que interaccionava amb els grocs i els feia perdre el color.

«MOLTS DELS APARELLS QUE TENIM ARA S'HAN POGUT DESENVOLUPAR GRÀCIES ALS AVENÇOS ALS LABORATORIS DE LLUM DE SINCROTRÓ»

En tots els acceleradors de partícules hi ha dues rajoles bàsiques: els camps elèctrics i els camps magnètics. Els primers serveixen per a donar energia a les partícules. I els segons, per a fer que seguesquen una trajectòria. Si vols, per exemple, fer girar els electrons en cercles, has d'usar camps magnètics. Aquests electrons es generen en una estructura del sincrotró anomenada càtode o *gun*, en anglès, en el fusell. De manera molt simplificada, escalfem un metall a temperatures altíssimes i llavors emet electrons; mitjançant un camp elèctric, donem energia a aquests electrons que comencen a caminar molt ràpidament. En aquest moment, mitjançant una combinació de camps elèctrics i magnètics els portem a l'accelerador circular, que en ALBA és de 300 metres, on els fem pegar voltes hores i hores.

I és en aquestes curses quan generen la llum que s'utilitza per a escodrinyar la matèria.

També en ciència de materials és habitual usar aquesta tecnologia.

Serveix per a estudiar materials semiconductors, nous materials per a bateries, per a memòries d'emmagatzematge més eficients i més petites, per a nanomaterials, o per a grafè i fer l'electrònica flexible, per exemple. I un dels grups d'investigadors més importants que vénen a ALBA treballa amb temes de catàlisi. Entre els nostres usuaris hi ha Avelino Corma, premi Príncep d'Astúries d'investigació 2014. També en fan un ús important grups que estudien materials com el ciment. Tracten de donar-li propietats diferents de les que coneixem, per fabricar edificis cada vegada més lleugers però molt resistents.

Jordi Play

«EL CIENTÍFIC NECESSITA LA LLIBERTAT D'INVESTIGAR I D'EQUIVOCAR-SE I D'ANAR AL LÍMIT DE LA TECNOLOGIA. NOMÉS AIXÍ S'AVANÇA»

Des que va entrar en funcionament, el 2012, ALBA té set línies en marxa, les que estaven previstes en la primera fase del projecte.

Així és i la nostra intenció és anar ampliant-les per a poder acollir més projectes. Ara mateix rebem el doble de sol·licituds que les que podem atendre, provinents de totes les autonomies d'Espanya i també d'altres països.

Tots els investigadors que arriben a ALBA saben com usar un sincrotró?

En absolut, cal aprendre a fer-ho. Els que l'han usat abans tenen més autonomia, però tots necessiten ajuda. En ALBA tenim científics que donen suport tècnic i científic als grups d'investigadors que ens visiten per primera vegada i també en la preparació de les propostes, que són avaluades per un comitè internacional d'experts que les prioritza en funció de l'excel·lència científica. Aquests usuaris són públics i els seus resultats es publiquen, per la qual cosa no paguen per usar el sincrotró. De fet, si són investigadors estatals els paguem el viatge i l'estada. També tenim usuaris que són industrials, perquè una de les nostres missions és donar servei a empreses. Com que els seus resultats no són públics, perquè sovint involucren drets de patents, llavors han de pagar per usar el sincrotró. I en molts casos necessiten suport per a usar el sincrotró i també per a interpretar les dades.

«JOHN DUDLEY VOLIA PROPOSAR UN ANY DE LA LLUM PER A PORTAR EL CONEIXEMENT I LES APLICACIONS DE LA LLUM A AQUELLS PAÏSOS EN QUÈ L'ELECTRICITAT NO EXISTEIX O ÉS UN LUXE NOMÉS ACCESSIBLE A UNS QUANTS»

Quant pot arribar a durar un experiment?

Depèn. Per exemple, els que estudien cristal·lografia de proteïnes cristal·litzen les proteïnes als laboratoris i després arriben ací amb la mostra, la posen davant del feix de llum i en pocs minuts o hores enllesteixen l'experiment. Altres, en canvi, necessiten passar-se ací una setmana, com aquells que estudien com es comporta una mostra a diferents temperatures. No obstant això, el temps mitjà sol ser d'uns tres dies.

Quines diferències hi ha entre l'LHC o Gran Col·lisionador d'Hadrons, ubicat al CERN a Ginebra, i ALBA?

La diferència més important és que l'LHC serveix per a estudis de física fonamental, i ALBA per a investigació aplicada. El CERN és un organisme internacional, amb participació de desenes de països, entre els quals està Espanya, i ALBA és una institució nacional. Després, el seu accelerador fa 30 km i el nostre 300 metres. A l'LHC del CERN s'acceleren les partícules, en aquest cas protons, a energies altíssimes, 2.000 vegades superiors a les que tenim ací en ALBA, i fan col·lidir un feix de protons amb un altre feix de protons. Els productes de les col·lisions són l'objectiu d'estudi del CERN, perquè donen informació sobre l'estructura fonamental de l'univers. Allí es tracta d'investigar la física fonamental, que no té una aplicació directa. Allí els experiments consisteixen en grans detectors, tan grans com una catedral, plens de cables, sensors, que arrepleguen els productes de la interacció de protons contra protons. Cadascun dels experiments són grups formats per milers de persones. S'arrepleguen moltíssimes més dades que no en les proves d'ALBA i després són analitzades per exèrcits d'estudiants i físics que els analitzen i detecten els senyals de les partícules, com el recent descobriment del bosó de Higgs. Al CERN es fa investigació simplement per a entendre. El científic necessita la llibertat d'investigar i d'equivocar-se i d'anar al límit de la tecnologia. Només així s'avança.

Cristina Sáez. Periodista, Barcelona.