



## **RECERCAT. Butlletí de la recerca a Catalunya. Núm. 136, març 2018. Especial Richard Feynman**

Departament de Recerca i Universitats. Direcció General de Recerca

### Sumari

<b>ANÀLISI</b> .....	<b>3</b>
Celebració del centenari del naixement de Richard Feynman .....	3
Infografia sobre Richard Feynman (1918-1988) .....	5
<b>CATALUNYA</b> .....	<b>6</b>
Es crea el clúster LASER-GO per facilitar la internacionalització de la fotònica de la BioRegió.....	6
7a Trobada de Gestors de Projectes Europeus de Catalunya.....	7
<b>MÓN</b> .....	<b>8</b>
Horizon Birth Day Prize atorga tres premis .....	8
The Science Bridge: agermanar cultures entre Orient Mitjà i Occident .....	9
<b>CIÈNCIA</b> .....	<b>10</b>
Més a prop dels ordinadors quàntics .....	10
Generador i indicador de fotons .....	12
<b>INNOVACIÓ</b> .....	<b>14</b>
Impuls de les administracions locals en aplicacions industrials de la fotònica.....	14
DBGen: diagnòstic genètic de les patologies de la visió .....	16
<b>UNIVERSITATS I CENTRES</b> .....	<b>17</b>
Feynman, el geni.....	17
«L'electrodinàmica quàntica sempre té un paper en la nostra recerca sobre els límits del model estàndard»	19
Feynman, el científic que va intuir el futur.....	21

<b>Feynman, un virtuós (també) de la docència .....</b>	<b>22</b>
<b>Noves aplicacions tecnològiques gràcies a la llum .....</b>	<b>24</b>
<b>«El control de la polarització a través de la llum i sense contacte obre la porta a una nova generació de dispositius» .....</b>	<b>25</b>
<b>Cuidar la boca ajuda a controlar la diabetis .....</b>	<b>28</b>
<b>Els carbins permeten la producció de nous fàrmacs a partir dels ja existents .....</b>	<b>29</b>
<b>Fòssils de rosegadors de fa 12 milions d'anys per observar el canvi climàtic.....</b>	<b>30</b>
<b>BITS DE TERMINOLOGIA.....</b>	<b>32</b>
<b>Curiositats terminològiques de la nanotecnologia .....</b>	<b>32</b>
<b>RECURSOS EDUCATIUS .....</b>	<b>34</b>
<b>Nanoinventum, disseny de nanorobots per a infants.....</b>	<b>34</b>
<b>The BIG Bell Test.....</b>	<b>35</b>
<b>RECOMANACIONS .....</b>	<b>36</b>
<b>Feynman Total: l'Any Feynman a Catalunya .....</b>	<b>36</b>
<b>III Festival de Nanociència i Nanotecnologia .....</b>	<b>37</b>
<b>Nanoroom, per conèixer les aplicacions de les nanotecnologies.....</b>	<b>38</b>
<b>QuantumFracture .....</b>	<b>39</b>
<b>¿Está usted de broma, Sr. Feynman? .....</b>	<b>40</b>
<b>AVÍS LEGAL .....</b>	<b>41</b>

## Anàlisi

### Celebració del centenari del naixement de Richard Feynman

Enguany es commemora el centenari del naixement de qui va ser, en paraules del recentment desaparegut Jorge Wagensberg, el segon físic més brillant del segle XX, pel cap baix. Des del butlletí electrònic RECERCAT ens volem afegir a la celebració de l'efemèride amb un número especial que es fa ressò de la vida i l'obra del savi estatunidenc, recollides en una infografia, així com de la recerca que es duu a terme a Catalunya en els àmbits de coneixement relacionats amb Feynman.

El segle xx va ser el segle de la física, gràcies a la revolució que van significar tant la física quàntica com la física relativista. Tot un seguit de científics rellevants van contribuir a desxifrar els secrets de la matèria: Planck, Einstein, Bohr, Born, Heisenberg, Schrödinger, Dirac, Pauli, Von Neumann, Wigner, Feynman... De la relació anterior, probablement Richard P. Feynman és el que més s'allunyava dels cànons establerts per a una personalitat del món acadèmic.

Richard Feynman és considerat un dels físics més importants del segle xx. Segons la revista Physics World, d'una llista de 130 físics d'arreu del món, Feynman es troba entre els 10 físics més importants de la història. El seu bagatge acadèmic i professional així ho acredita: Feynman es va llicenciar al MIT, es va doctorar a Princeton i va ser docent, durant molts anys, al Caltech.

Entre els seus treballs més importants destaca la introducció dels diagrames de Feynman, una forma intuïtiva de visualitzar les interaccions de partícules atòmiques en electrodinàmica quàntica mitjançant aproximacions gràfiques en el temps. De fet, Feynman acabaria rebent el Premi Nobel de Física l'any 1965 per la seva formulació de l'electrodinàmica quàntica o QED (compartit amb Julian Schwinger i Sin-Itiro Tomonaga). Però cal destacar-ne altres contribucions al coneixement científic:

Va col·laborar amb Murray Gell-Mann en la descripció de la interacció nuclear feble.

En l'àmbit de la física de partícules, va teoritzar sobre el model Parton, precursor de la cromodinàmica quàntica.

En física de la superfluïdesa de l'heli líquid, va observar que la superfluïdesa era un comportament quàntic observable a escala macroscòpica.

Feynman també va participar en el projecte Manhattan a Los Alamos, en què es va desenvolupar la bomba atòmica, com a responsable de la divisió de càlcul del projecte i de la supervisió de la seguretat de les plantes d'enriquiment d'urani. El físic americà també va participar en la Comissió Rogers, encarregada d'esbrinar les causes de la tragèdia del transbordador espacial Challenger.

Quant a l'aspecte docent, Feynman va arribar a esdevenir un professor de física extraordinari, i una bona mostra d'això la tenim en els tres volums de les molt recomanables *The Feynman Lectures on Physics*, obra de referència per als estudiants de primers cursos de la carrera de ciències físiques. Com a gran divulgador, cal esmentar la seva ponència *There's Plenty of Room at the Bottom*, on planteja la possibilitat de manipulació directa d'àtoms individuals. De fet, Feynman és considerat una de les figures pioneres de la nanotecnologia i una de les primeres persones a proposar el desenvolupament dels ordinadors quàntics.

Algunes aficions de Feynman són una bona mostra de la seva qualificació de físic atípic. Fruit d'una estada acadèmica al Brasil, Feynman es va aficionar a la música samba i va aprendre a tocar la frigideira i els bongos. També va practicar la pintura i va aconseguir un cert èxit amb el pseudònim Ofey. Moltes anècdotes de la vida d'aquest físic brillant estan recollides en el seu polèmic best-seller titulat *Surely You're Joking, Mr. Feynman!: Adventures of a Curious Character*.

A Catalunya, són diversos els centres de recerca i les universitats capdavanteres en què s'estudien algunes de les matèries relacionades amb els camps de recerca de Richard Feynman (física teòrica, electrodinàmica quàntica, nanotecnologia, computació quàntica, òptica quàntica...), i en aquest número ens en fem ressò mitjançant articles i entrevistes als seus responsables. Aquest número especial també recull algunes de les principals activitats que es duran a terme al nostre país per commemorar l'any Feynman.

- [Infografia sobre Richard Feynman](#)

## Infografia sobre Richard Feynman (1918-1988)

- [Infografia](#)

## Catalunya

### **Es crea el clúster LASER-GO per facilitar la internacionalització de la fotònica de la BioRegió**

El European Cluster Partnership in Photonics for Health, conegut com a LASER-GO, va ser engegat el mes de gener passat per Biocat, juntament amb cinc ecosistemes europeus més de ciències de la vida i de la salut. L'objectiu d'aquest clúster és facilitar a les empreses i les entitats catalanes que analitzen conjuntament els àmbits de la fotònica i les ciències de la vida i de la salut l'entrada als mercats dels Estats Units, el Canadà, el Japó, Corea del Sud, Austràlia, Israel, Nova Zelanda i Singapur.

LASER-GO és una aliança europea cofinançada per la Unió Europea mitjançant l'Executive Agency for SMEs (EASME). Coorganitzada per Biocat, té una durada prevista de 18 mesos i un pressupost global de mig milió d'euros.

Biocat publicarà properament convocatòries, a través de LASER-GO, per a missions empresarials que s'organitzaran en aquests països, que van ser assenyalats com a mercats prioritaris per les empreses de la BioRegió en l'Enquesta d'internacionalització 2017.

També se signaran acords de col·laboració per facilitar l'aterratge empresarial de les empreses d'aquest tipus. Aquests acords seguiran un model semblant als anomenats gateways del projecte europeu bioXclusters plus per a l'aterratge, en diversos mercats, de companyies de medicina personalitzada, i dels quals ja s'han beneficiat empreses catalanes com ara Anaxomics i Avida Biotech.

En aquest camp, Catalunya té centres punters com l'ICFO i empreses com Hemophotonics, Radiantis, Signadyne —spin-off de l'ICFO, adquirida el 2016 pel gegant Keysight Technologies—, ProCareLight, Coronis Computing, FractalMed, Transmural Biotech, WegaPixel, DyCare, Galgo Medical, Alma IT Systems, Braingaze, QMENTA (abans MintLabs), COSINGO-Imagine Optic Spain, INTERmedic o Impetux Optics. Així, Biocat presentarà als Estats Units, el Canadà, el Japó, Corea del Sud, Austràlia, Israel, Nova Zelanda i Singapur aquestes potencialitats catalanes en l'àmbit de la fotònica.

A més de Biocat, LASER-GO està integrat per Opticsvalley, el clúster més gran de França especialitzat en òptica, fotònica, electrònica i programari; Human.technology Styria GmbH, el principal clúster d'Àustria especialitzat en ciències de la vida i tecnologia sanitària; el Laser and Engineering Cluster (LITEK), el principal clúster d'alta tecnologia de Lituània, centrat en optoelectrònica i tecnologies làser; Medicen Paris Region, un dels clústers més grans d'Europa especialitzats en biotecnologia, salut digital (digital Health) i dispositius mèdics, i Optence, un dels clústers destacats en tecnologia òptica a Alemanya.

- [Biocat](#)

## **7a Trobada de Gestors de Projectes Europeus de Catalunya**

L'Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca (AGAUR) va organitzar, l'1 de març passat, la 7a Trobada de Gestors de Projectes Europeus de Catalunya, amb la col·laboració de la Universitat Pompeu Fabra.

En aquesta 7a edició hi han participat entorn de 200 gestors de recerca, en un espai de diàleg i d'intercanvi de coneixement facilitat per al personal de la gestió de projectes europeus de recerca, desenvolupament i innovació (RDI) de les universitats i els centres de recerca de Catalunya i d'altres actors implicats.

L'edició d'enguany s'ha centrat en la definició del proper programa marc (anomenat provisionalment FP9), que donarà forma al futur de l'RDI europea en el període 2021-2027. Durant la trobada es van donar a conèixer les propostes actuals de debat en l'entorn europeu, les quals es van definir, i es va fixar el posicionament del Govern de Catalunya. El Departament d'Empresa i Coneixement, i les seves principals entitats implicades en l'RDI (ACCIÓ, AGAUR i CERCA), a banda de la Delegació del Govern de la Generalitat de Catalunya davant la Unió Europea a Brussel·les, van elaborar un informe que es va presentar davant de representants de la Comissió Europea a finals de gener de 2018. Aquest informe reflecteix el posicionament dels principals actors de Catalunya sobre la definició del futur FP9, amb la finalitat de garantir que les prioritats més importants per al futur de Catalunya quedin reflectides.

Aquesta trobada va incloure també tres sessions transversals sobre la recerca i la innovació responsables (RRI); conceptes aglutinadors que connecten diversos aspectes de la relació entre l'RDI i la societat, com ara la participació ciutadana, l'accés obert, la igualtat de gènere, l'educació científica, l'ètica i la governança; el data management plan i l'accés i la reutilització de les dades de recerca generades pels projectes Horitzó 2020, i l'impacte social de l'RDI, les claus per distingir conceptes com ara impacte científic i social, disseminació i transferència.

## Món

### Horizon Birth Day Prize atorga tres premis

Horizon Birth Day Prize és una iniciativa de la Comissió Europea (CE) que va comprometre un milió d'euros del programa marc Horitzó 2020 de recerca i innovació de la Unió Europea (UE), destinada a trobar alguna manera de reduir la mortalitat en mares i nounats. L'Institut de Recerca per al Desenvolupament (IRD) de França, dirigit per Alexandre Dumont, va guanyar aquest premi. La cerimònia es va celebrar el febrer passat.

El treball dut a terme per l'equip d'investigació de l'Institut de Recerca per al Desenvolupament de França ha permès reduir el nombre de morts de mares en hospitals de Mali i el Senegal en un terç. La solució guanyadora, QUARITE (Quality of care, risk management, and technology in obstetrics to reduce hospital-based maternal mortality in Senegal and Mali), va desenvolupar un mètode d'anàlisi i seguiment de les causes de morts maternes en hospitals de Mali i el Senegal. Posteriorment es va aplicar aquest coneixement per evitar més morts, la qual cosa va reduir la mortalitat materna en hospitals en un 15 % en tot el país i fins a un 35 % en hospitals de districte.

La Fundació Bill & Melinda Gates es va afegir a aquesta iniciativa i es va comprometre a atorgar un altre milió d'euros, que es va concedir a l'equip d'Owens Wiwa pel projecte Clinton Health Access Initiative (CHAI) a Nigèria. El projecte Clinton Health Access Initiative (CHAI) es va implementar en una població total d'aproximadament 10 milions de persones al nord de Nigèria i, en 12 mesos, va reduir la mortalitat materna en un 37 % i la neonatal, en un 43 %. L'enfocament de la CHAI es va centrar a identificar primerament les possibles complicacions, aplicar-hi immediatament intervencions simples i, quan fos necessari, derivar ràpidament la mare i el nadó al sistema sanitari.

Finalment, MSD for Mothers es va comprometre a donar mig milió d'euros més, que van rebre Haleema Shakur-Still i el seu equip de l'Escola d'Higiene i Medicina Tropical de Londres per WOMAN Trial. El projecte WOMAN Trial va provar i validar l'ús d'un fàrmac estabilitzador de coàguls de sang com a tractament de primera línia per al sagnat postpart, causa principal de mortalitat materna arreu del món.



## **The Science Bridge: agermanar cultures entre Orient Mitjà i Occident**

The Science Bridge és una iniciativa global que promou la col·laboració científica entre cultures i nacions per facilitar la innovació, la invenció i el descobriment en neurociència entre Orient Mitjà i Occident. El projecte ha estat promogut per l'investigador Mazahir Hassan, de l'Achucarro Basque Center for Neuroscience. Fins ara, ha rebut el suport de més de 200 científics de tot el món, inclosos 29 premis Nobel.

A més d'impulsor de la iniciativa, Hassan és l'autor principal d'un article, publicat a la revista Neuron, en què 122 científics de 82 institucions de recerca en 22 països (entre els quals hi ha Espanya) donen suport a la ciència com una plataforma per agermanar cultures per sobre dels conflictes polítics.

Per a Hassan els científics, com a persones buscadores de coneixement, són ambaixadors de la humanitat i tenen a les mans la possibilitat d'aprofitar de manera creativa el poder de les diferents cultures i la col·laboració internacional.

M. T. Hasan et al., The Science Bridge, Neuron, 96(4), 730735 (2017). DOI:  
<https://doi.org/10.1016/J.NEURON.2017.09.028>

## Ciència

### Més a prop dels ordinadors quàntics

La computació quàntica ha fet un pas endavant amb el desenvolupament d'un processador quàntic programable fabricat amb silici. Amb aquest avenç, els científics esperen que els ordinadors quàntics siguin més fàcils de controlar i fabricar. L'equip d'investigadors va fer servir energia de microones per alinear dues partícules electròniques suspeses en silici i després va realitzar un conjunt de càlculs per comprovar-ho.

La vella dita del gat de Schrödinger s'utilitza sovint per enquadrar un concepte bàsic de la teoria quàntica i explicar el concepte peculiar, però important, de superposició, segons el qual una cosa pot existir en diversos estats alhora. El cas del famós felí, amic de Schrödinger, explica els estats simultanis d'estar mort i viu en el mateix moment. La superposició és el que fa que la computació quàntica sigui un camp tan potencialment prometedor.

Els processadors d'ordinadors estàndard es basen en paquets o bits d'informació, i cadascun representa una sola resposta: sí o no, 1 o 0. Els processadors quàntics són diferents, ja que no funcionen en termes de sí o no, sinó en el reialme del gairebé, en un món surrealista de sí i no. La dualitat d'aquesta informació quàntica es coneix com un qubit.

Per aprofitar-ne el potencial, cal enllaçar múltiples qubits. Així, amb cada qbit addicional afegit, la potència del processador es duplica efectivament. Però no és fàcil generar i enllaçar qubits per després instruir-los perquè realitzin càlculs en aquest estat entrellaçat, ja que són increïblement sensibles a les forces externes, i això pot portar a errors en els càlculs i, en el pitjor dels casos, es podrien trencar els qubits entrellaçats. A mesura que s'agreguen qubits, els efectes adversos d'aquestes forces externes s'incrementen.

Una forma de fer front a aquest efecte és incloure qubits addicionals que tinguin com a única funció vetar i corregir els resultats enganyosos o erronis. Això vol dir que els ordinadors quàntics més potents necessitaran molts qubits. Per tant, cal trobar una forma senzilla de fabricar processadors de qubits grans i estables. Per això els investigadors van pensar en el silici per suspendre els qubits d'electrons individuals, i així fixar la seva rotació mitjançant l'ús d'energia de microones.

D'aquesta manera, l'equip de recerca va poder connectar dos qubits i programar-los per realitzar càlculs de prova. A continuació, van creuar les dades generades pel processador de silici quàntic amb les generades per un equip estàndard que executava els mateixos càlculs de prova, i les dades coincidien.

Els investigadors van aconseguir fer una porta quàntica de dos qubits amb una taxa d'error molt respectable. Tot i que la taxa d'error continua sent molt superior en els ordinadors quàntics d'ions atrapats o de qubits superconductors, s'ha aconseguit reduir notablement, ja

que aïllar els qubits del soroll és extremament difícil. Resta per veure si es poden aconseguir taxes d'error inferiors, però sens dubte es tracta d'un assoliment realment excepcional.

T. F. Watson et al., A programmable two-qubit quantum processor in silicon, Nature (2018).  
DOI: [10.1038/nature25766](https://doi.org/10.1038/nature25766)

## Generador i indicador de fotons

Els àtoms i les molècules poden emetre partícules de llum (fotons). No obstant això, sense intervenció externa, aquest procés és ineficient i no dirigit. Si fos possible influir en el procés de creació de fotons, fonamentalment en termes d'eficiència i direcció d'emissió, s'obririen noves possibilitats tècniques, com ara petits píxels de llum multifuncionals que podrien usar-se per construir pantalles tridimensionals, fonts de fotó únic per a ordinadors quàntics o microscopis òptics per mapejar molècules individuals.

Les "antenes òptiques" de mida nanomètrica són capaces d'enviar fotons en una direcció específica amb alta eficiència. La idea es remunta al guanyador del premi Nobel de física Richard P. Feynman, que va fer referència a antenes a nanoescala durant un discurs a l'Institut de Tecnologia de Califòrnia el 1959. Feynman anava molt per davant del seu temps, però la seva recerca va desfermar un ràpid desenvolupament en l'àmbit de la nanotecnologia que va permetre la construcció d'aquestes antenes per a la llum visible, les dimensions i els detalls estructurals de les quals es poden controlar amb una precisió d'uns 250 nanòmetres.

La forma d'aquestes antenes òptiques es va inspirar en models establerts de radiocomunicació i tecnologia de ràdio. Les antenes utilitzades en aquest àmbit generalment estan fetes de filferros metàl·lics de forma especial i matrius de barres de metall. De fet, és possible construir antenes per a ones de llum usant nanovaretes de metall per influir en la creació i propagació de fotons, però l'analogia entre ones de ràdio i ones de llum és limitada. Mentre que les antenes de ràdio macroscòpiques tenen un generador d'alta freqüència connectat a l'antena per cable, l'enllaç a l'escala nanomètrica d'una longitud d'ona de llum ha de ser sense contacte. Però els àtoms i les molècules que actuen com a fonts de fotons no compten amb cables de connexió per connectar-los a una antena òptica.

És aquesta gran diferència, combinada amb una sèrie d'altres problemes que es deuen a l'alta freqüència de la llum, el que ha fet impossible fins ara produir i posteriorment controlar els fotons amb antenes òptiques d'una manera satisfactòria. Físics de la Julius-Maximilians-Universität (JMU) Würzburg a Baviera, Alemanya, han resolt aquest problema i han establert un conjunt de regles per a antenes òptiques optimitzades que es van publicar a la prestigiosa revista *Physical Review Letters*.

Les noves regles podrien ajudar a construir antenes per a la llum, de manera que tant el naixement dels fotons com la seva posterior propagació puguin controlar-se amb precisió, almenys teòricament, segons Thorsten Feichtner, investigador de l'Institut de Física d'JMU en l'equip del professor Bert Hecht.

"La idea que hi ha darrere d'això es basa en el principi de la similitud", explica el físic de Würzburg. "La novetat en la nostra recerca radica en el fet que els corrents dels electrons lliures en l'antena han de complir dues condicions de similitud al mateix temps. En primer lloc, el patró actual a l'antena ha de ser similar a les línies de camp als voltants d'una llum.

En segon lloc, el patró de corrent s'ha d'ajustar al màxim al camp elèctric homogeni d'una ona plana, de manera que cada fotó pugui arribar a un receptor distant".

Les noves antenes per a la llum construïdes amb l'ajut d'aquestes noves regles extreuen molts més fotons d'un emissor que els tipus d'antenes anteriors derivats de la tecnologia de ràdio.

Feichtner, T., Christiansen, S., & Hecht, B. (2017). Mode Matching for Optical Antennas. *Physical Review Letters*, 119(21), 217401, 21 November 2017, DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.119.217401>

## Innovació

### **Impuls de les administracions locals en aplicacions industrials de la fotònica**

Les administracions locals, dins dels seus àmbits competencials, volen aprofitar i fomentar les aplicacions industrials i l'emprenedoria en el sector de la fotònica. Així succeeix amb dues iniciatives recents impulsades pels ajuntaments de Barcelona i Terrassa en col·laboració amb organismes de recerca de Catalunya capdavanters en aquest sector com són l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) i el Centre de Desenvolupament de Sensors, Instrumentació i Sistemes (CD6) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC).

L'Ajuntament de Barcelona i l'ICFO han signat un conveni de col·laboració per un import total de 350.000 euros. El projecte té la finalitat que el centre de recerca desenvolupi projectes que reverteixin en el teixit industrial de la ciutat fent ús del grafè, tenint en compte la seva aplicabilitat en un ventall molt ampli de sectors: salut, medi ambient, energia, ciutats intel·ligents, àmbit social, etc.

Aquest conveni també permet posicionar Barcelona com un pol d'atracció per a fons europeus, reunions, congressos, activitats internacionals i altres inversions industrials relacionades amb el grafè i les tecnologies quàntiques. S'espera que es puguin crear empreses de base tecnològica (spin-offs), impulsar la innovació i la creació de valor en el teixit productiu de la ciutat i fomentar la participació d'entitats i empreses en iniciatives europees, com per exemple la iniciativa Graphene & Quantum Flagship.

Ahora, l'Ajuntament de Terrassa i el CD6 de la UPC han posat en marxa la primera convocatòria d'incubadora d'empreses fotòniques, destinada a persones emprenedores que vulguin portar al mercat idees de negoci basades en la llum. La recerca en aquesta tecnologia, recentment, ha permès desenvolupar sistemes de fabricació avançada i d'alta precisió, així com eines avançades i d'alta tecnologia per al sector mèdic (diagnòstic, anàlisi clínica, etc.). També té un impacte directe en molts elements de la vida quotidiana, com les comunicacions i l'energia.

El programa d'incubació d'empreses fotòniques ofereix als emprenedors serveis diferencials d'incubació, com són l'accés a experts i a instal·lacions científiques i tecnològiques de primer nivell o la possibilitat de ser membres del Clúster d'Òptica i Fotònica del Sud d'Europa (SECPhO). Aquest programa neix com un nou model d'incubació, amb seu central a Terrassa, però amb diferents unitats d'incubació en espais propers a centres de recerca universitaris de manera que configurin tota una xarxa d'incubació. Serà la primera incubadora d'aquest tipus a l'Estat i de les úniques que hi ha al món en el camp de la fotònica.

Així mateix, les idees seleccionades per formar part del programa es podran incorporar al programa The Collider, implementat per mVenturesBCN, la incubadora d'empreses de la Mobile World Capital.

- [Institut de Ciències Fotòniques \(ICFO\)](#)
- [Centre de Desenvolupament de Sensors, Instrumentació i Sistemes \(CD6\)](#)

## **DBGen: diagnòstic genètic de les patologies de la visió**

A DBGen, una empresa derivada (spin-off) de la Universitat de Barcelona (UB) dedicada al diagnòstic genètic de les patologies de la visió, combinen coneixement i innovació, incorporant i optimitzant els darrers avenços en seqüenciació de nova generació (NGS). Aquesta metodologia ha revolucionat el diagnòstic genètic en la detecció de malalties oculars hereditàries.

L'experiència acumulada en l'anàlisi genètica i funcional dels gens de la visió, amb més de 500 diagnòstics realitzats, representa una taxa d'èxit excel·lent en el diagnòstic. La col·laboració amb institucions d'excel·lència internacional, clíniques oftalmològiques i hospitals de referència, i l'establiment de convenis amb empreses d'assajos de teràpia gènica dirigits a pacients amb defectes genètics en gens concrets avalen aquesta experiència. DBGen, a més, considera prioritari establir un contacte directe amb el pacient i els oftalmòlegs, bastint la interacció entre el diagnòstic clínic i genètic amb una relació humana propera, bases de la medicina personalitzada.

La genètica és una de les causes més importants de la ceguesa. Tot i que s'han identificat més de 400 gens que causen diferents tipus de ceguesa hereditària, encara en queden per descobrir, atès que es coneixen fins a 900 malalties minoritàries amb afectació ocular i algunes d'aquestes encara no són diagnosticables. Aquest, doncs, és un problema social i mèdic molt rellevant, ja que actualment la ceguesa hereditària no té cura i, a escala mundial, hi ha més de quatre milions de persones afectades.

El diagnòstic genètic conclusiu d'aquestes malalties de la visió és complicat per diverses raons. El nombre de gens candidats és molt elevat i el seu estudi requereix tècniques de seqüenciació massiva que sols es poden dur a terme en centres molt especialitzats. D'altra banda, identificar el gen i les mutacions causatives d'entre els milers de variants genètiques obtingudes per seqüenciació requereix emprar eines bioinformàtiques fetes a mida, a més d'un profund coneixement de les bases moleculars de les patologies visuals per saber destriar i prioritzar els gens. La complexitat de les malalties oftalmològiques fa que no sempre les empreses de diagnòstic genètic d'àmbit més generalista puguin assolir un nivell alt d'èxit en el diagnòstic.

- [DBGen - Diagnòstic genètic de les patologies hereditàries oculars](#)



## Universitats i Centres

### Feynman, el geni

Ja l'any 1982, Richard Feynman profetitzava l'eficàcia dels ordinadors quàntics com a simuladors universals de sistemes quàntics. Una conjectura que li ha valgut l'apel·latiu de 'pare' (si no 'avi') de la computació quàntica. El catedràtic de Física Teòrica de la Universitat de Barcelona i responsable del grup Quàntic del Barcelona Supercomputing Center, José Ignacio Latorre, reivindica en aquest article les contribucions del físic nord-americà, de qui evoca que «sempre va mantenir un interès molt especial pels conceptes bàsics associats a la computació».

Richard P. Feynman (1918-1988) és probablement el físic del segle xx que millor ha transmès en les seves lliçons el procés complex de descobrir i entendre, mantenint un esperit constructiu acèrrim, multidisciplinari i en lluita constant contra la superficialitat. Els seus raonaments són sempre una mostra de ciència en estat pur, una ciència que es crea davant els ulls del lector: avança amb passos petits, busca plantejaments senzills i intuïtius, es qüestiona, es refina, estableix paral·lelismes, torna constantment al dubte, es defineix, creix, es consolida.

La figura carismàtica de Richard Feynman reuneix el prototip del gran científic (Premi Nobel el 1965) amb la irreverència d'un adolescent. El geni de Feynman va destacar molt aviat quan, després de completar els seus estudis al MIT, es va incorporar al grup liderat per Hans Bethe en el projecte Manhattan. Moltes de les anècdotes del seu pas per Los Alamos van ser recollides al llibre *Surely You're Joking, Mr Feynman!: Adventures of a Curious Character*, entre les quals destacaven la seva habilitat per obrir caixes fortes o el seu enginy a l'hora d'automatitzar càlculs amb ordinadors primitius.

La seva intel·ligència manifesta va portar Bethe a atreure Feynman al seu grup de la Universitat Cornell en finalitzar la Segona Guerra Mundial. Llavors Feynman es va endinsar en els intricats problemes de l'electrodinàmica quàntica. Va idear una tècnica intuïtiva que porta el nom de «diagrames de Feynman» per fer càlculs de partícules elementals i, gràcies a això, va aconseguir fama internacional immediata. Avui dia, els diagrames de Feynman són estudiats en tots els cursos d'altres energies i constitueixen el llenguatge comú per a tota la comunitat de partícules elementals i teoria quàntica de camps.

Si tota contribució rellevant al progrés científic sempre es distingeix per un segell de genialitat, en el cas de Feynman, s'hi afegeix un toc de màgia. La seva reformulació de la teoria quàntica de camps en termes d'integrals de camí i el seu desenvolupament pertorbatiu en diagrames de Feynman és el més semblant a extreure un conill d'un barret de copa al tocar-lo amb una vareta màgica. Un problema abstrús es va convertir en unes regles de càlcul a l'abast de tots els físics.

Una segona contribució fonamental deguda a Feynman, ja situat a Caltech (Pasadena), va ser la construcció del model Parton per descriure les col·lisions de nucleons observades en

els acceleradors de partícules. Van seguir-lo altres contribucions genials, com la seva anàlisi de la superfluïdesa de l'heli-3, i fins i tot una incursió en la biologia molecular al llarg d'un any sabàtic. Tots i cadascun dels seus treballs van plantejar un atac al problema basat en primers principis, original i gairebé ortogonal a l'esforç de la resta de la comunitat.

Feynman sempre va mantenir un interès molt especial pels conceptes bàsics associats a la computació. La seva passió per aquestes idees es va accentuar en els seus anys de maduresa i va suggerir que la mecànica quàntica és l'instrument ideal per construir el més potent dels ordinadors. Quan el seu fill cursava un màster al MIT, Feynman es va convertir en assessor d'una empresa especialitzada en computació paral·lela ja extingida, Thinking Machine. Una petita anècdota de l'últim any de la seva vida és representativa de la seva manera de pensar i de captivar els seus oients. En un dinar improvisat d'entrepans en una taula del Departament de Física Teòrica del MIT, Feynman va agafar el paper que embolicava el seu entrepà, el va doblegar fortament a les seves mans i el va deixar sobre la taula. El paper es va obrir a poc a poc i va deixar d'estar atapeït. «Ni tan sols sabem calcular aquest procés», va ser el comentari de Feynman.

José Ignacio Latorre

Catedràtic de Física Teòrica de la Universitat de Barcelona

Responsable del grup Quàntic del Barcelona Supercomputing Center

## «L'electrodinàmica quàntica sempre té un paper en la nostra recerca sobre els límits del model estàndard»

Article dels catedràtics de Física Teòrica de la Universitat de Barcelona (UB) Josep Maria Pons i Joan Soto sobre electrodinàmica quàntica, a la qual Richard Feynman va fer aportacions essencials, i la influència de la teoria quàntica del camp electromagnètic sobre les línies més avançades de la física actual. Joan Soto és especialista en fenomenologia de partícules elementals i Josep Maria Pons treballa en simetries de les teories de galga i relativitat general.

Richard Feynman (1918-1988) és un dels pares de l'electrodinàmica quàntica (QED, per la forma en anglès quantum electrodynamics), raó per la qual va rebre el Premi Nobel de Física l'any 1965, juntament amb els físics Julian Schwinger i Sin-itiro Tomonaga. A diferència dels altres dos, i també dels físics en general, Feynman va adquirir fama més enllà dels cercles de la física teòrica per la seva enorme personalitat, reflectida a través dels seus llibres autobiogràfics, tan divertits que van tenir molta difusió, i també per la seva visió científica anticipada, de manera que és considerat un dels precursors intel·lectuals de la nanotecnologia i de la computació quàntica.

Si alguna cosa podem destacar de Feynman és la seva inesgotable curiositat per la natura i la seva visió de com, contràriament al que de vegades es pensa en el camp de les humanitats, el coneixement científic afegeix valoracions estètiques noves i poderoses a l'objecte examinat. Vegeu el que diu d'una flor: Science knowledge only adds to the excitement, the mystery and the awe of a flower. It only adds; I don't understand how it subtracts.

De les tres versions de la QED, la teoria que descriu la interacció de les partícules carregades amb els fotons, que hi havia els anys quaranta del segle passat, la de Feynman era la més pictòrica. Basada en els seus famosos diagrames, que representen la propagació simultània de partícules i antipartícules, tant reals com virtuals, permet construir una amplitud, el mòdul al quadrat de la qual ens dona la probabilitat que un determinat procés tingui lloc. La formulació de Feynman era manifestament relativista, cosa que va ser essencial per resoldre el problema dels infinits que hi apareixien i demostrar que es podien absorbir en redefinicions de la càrrega elèctrica, de les masses de les partícules i dels camps que les descriuen. La QED va ser el primer exemple d'una teoria que combina consistentment la relativitat especial i la mecànica quàntica, la primera teoria quàntica de camps. Els èxits van arribar de seguida: l'explicació del moment magnètic anòmal de l'electró i del desplaçament de Lamb, que no es podien entendre a partir de l'equació de Dirac.

Actualment la QED està englobada dins del model estàndard, que incorpora també les interaccions febles i fortes, de fet, mitjançant teories de galga inspirades en la mateixa QED. Els càlculs actuals de QED pura queden restringits a observables de baixes energies (moments magnètics anòmals, espectroscòpia atòmica, etc.). Típicament involucren centenars de diagrames de Feynman i s'atenyen precisions d'una part per bilió (10<sup>-12</sup>).

Les diverses línies de recerca del grup de fenomenologia de partícules elementals de la Universitat de Barcelona (UB) estan encaminades a explorar els límits del model estàndard, ja sigui mitjançant càlculs de precisió dins d'aquest model o ampliant-lo amb noves partícules per tal d'explicar, per exemple, la matèria fosca, que hi és absent. La QED, però, sempre acaba tenint-hi un paper. Per exemple, per al descobriment del Higgs, la detecció de la desintegració d'aquesta partícula en dos fotons va ser crucial. Per una altra banda, la possible desintegració de matèria fosca en dos fotons és el focus d'atenció de les anomenades cerques indirectes d'aquesta matèria. Finalment, l'analogia dels estats lligats de QED, àtoms i molècules, amb els hadrons formats per quarks pesants (charm i bottom) ha estat, i està sent, extraordinàriament útil per entendre molts aspectes d'aquests darrers.

Joan Soto

Josep Maria Pons

Departament de Física Quàntica i Astrofísica

Facultat de Física - Universitat de Barcelona

## **Feynman, el científic que va intuir el futur**

La nanotecnologia era encara una 'terra ignota' durant la vida de Feynman, però no és exagerat afirmar que fou un dels primers homes de ciència a intuir-la. El director de l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2), Pablo Ordejón, glossa la figura de Richard Feynman com "una mena de Jules Verne" de la física, sense l'aportació del qual és complex comprendre algunes de les línies de recerca dels centres punters d'avui dia.

Feynman no va ser un nanotecnòleg: la nanotecnologia no existiria fins anys després de la seva mort. El seu treball científic, com a físic teòric, es va ocupar de temes molt allunyats del que avui anomenem nanociència i nanotecnologia. No obstant això, Feynman era un talent inquiet, una ment inquisitiva que va intuir possibilitats que en el seu moment eren pura ciència ficció.

En certa manera va ser una mena de Jules Verne. Va intuir el que el futur podria portar amb una extraordinària claredat i ho va fer, entre moltes altres coses, amb la nanotecnologia. El 1959, durant la trobada anual de l'American Physical Society a Pasadena (Califòrnia), va impartir un discurs titulat *There is Plenty of Room at the Bottom* (hi ha molt d'espai al fons). En aquesta xerrada llançava una sèrie de consideracions sobre el que seria possible fer si s'aconseguís manipular la matèria a escala atòmica, si poguéssim tenir microscopis amb una resolució que ens permetés 'veure' àtoms individuals.

Era ciència ficció. Simplement, les tècniques no existien. Però ara existeixen! Som capaços de veure els materials a resolució atòmica, identificant a més quines espècies químiques estem veient. Som capaços de crear estructures amb només uns pocs àtoms o fins i tot amb un sol àtom de gruix, com el grafè i altres materials bidimensionals. Podem fabricar (nanofabricar) dispositius de mida nanomètrica d'uns pocs àtoms de secció, com els dispositius més petits que tots tenim en els nostres telèfons mòbils i ordinadors, que ens permeten realitzar una quantitat enorme de càlculs o emmagatzemar quantitats ingents d'informació en molt poc espai. Podem també utilitzar aquests nanomaterials per enviar agents de contrast a determinades parts del cos per a realitzar imatges d'un tumor o medicaments per curar-lo.

Feynman va especular amb totes aquestes possibilitats, que ara s'estan fent realitat en centres de recerca com l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2). Aquests avenços tindran (ja tenen) un enorme impacte en les nostres vides.

Prof. Pablo Ordejón

Director de l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2)

## **Feynman, un virtuós (també) de la docència**

Un dels vessants més desconeguts de Richard Feynman va ser el seu interès per la tasca docent, que mai no va deixar de banda per dedicar-se exclusivament a la recerca. Preocupat per la forma d'ensenyar ciència a les facultats nord-americanes, Feynman va impulsar iniciatives per a la renovació i la millora dels fonaments de la física a les aules. En reflexiona Josep Eladi Baños, catedràtic del Departament de Ciències Experimentals i de la Salut de la Universitat Pompeu Fabra i director del Programa Margalida Comas i Camps per a la modernització de l'ensenyament superior a Catalunya.

No és casual que un dels epítets que millor van definir Richard Feynman fos el de 'The Great Explainer', 'el Gran Explicador'. Professors col·legues i alumnes afortunats van reconèixer de manera unànime la capacitat increïble de Feynman per abordar els problemes teòrics més abstrusos i arcans i transformar-los en explicacions accessibles, elegants i, sobretot, motivacionals.

El físic nord-americà va convertir la màxima «pensament clar, presentació clara» en un requisit fonamental de la seva tasca a l'aula. Aquest compromís amb la docència va culminar durant la seva estada a l'Institut de Tecnologia de Califòrnia (Caltech), on va dedicar tres anys a liderar un projecte que consistia a renovar la manera com s'explicava la física a les aules, fruit del qual van néixer els tres volums de les cèlebres Lectures on Physics. Es tracta d'una obra de referència, encara avui, entre els estudiants de primer curs de Física de les universitats de tot el món; a més, li va valer rebre la medalla Oersted, concedida per l'Associació Americana de Professors de Física en reconeixement a les contribucions més notables en l'ensenyament d'aquesta matèria.

I és que el repte de renovar i millorar el procés d'aprenentatge dels estudiants en la línia dels mètodes pedagògics més adaptats als requeriments dels estudiants actuals no és precisament senzill. Podem afirmar, sense por a equivocar-nos, que l'interès de Feynman per la docència en l'ensenyament superior és equivalent al que ha motivat el Govern de la Generalitat i la Junta del Consell Interuniversitari de Catalunya a aprovar la posada en marxa del Programa Margalida Comas i Camps. L'objectiu principal del programa és la promoció d'activitats compartides amb les universitats catalanes que permetin millorar els processos de docència i aprenentatge dels estudiants catalans. Pren el seu nom de la doctora Margalida Comas (1892-1972), una mestra i biòloga menorquina que va ser una de les primeres professores de la Universitat Autònoma de Barcelona republicana i que va realitzar una gran obra en l'àmbit de la didàctica de les ciències.

El programa neix de l'observació dels canvis socials produïts en els darrers anys en l'àmbit de la docència universitària, que aconsellen dur a terme un conjunt d'accions coordinades des de la Secretaria d'Universitats i Recerca. Els seus objectius generals abasten la promoció d'accions que contribueixin al coneixement, el desenvolupament i l'avaluació dels processos docents; l'estudi de l'efecte dels mètodes pedagògics en els resultats d'aprenentatge; la creació d'espais que permetin l'intercanvi de coneixement d'experiències

docents innovadores; l'adopció d'instruments d'avaluació d'acord amb els coneixements científics, i la creació d'un programa interuniversitari de formació docent per als professionals que vulguin dedicar-se a la docència universitària. En resum, es busca la millora de la docència universitària amb l'aplicació de les millors evidències disponibles, l'extensió del canvi necessari en els models pedagògics a tot el sistema universitari i la valoració de la qualitat docent en l'avaluació acadèmica del professorat.

Per fer-ho possible, el programa s'articula en una direcció; un consell assessor, format per representants de les universitats catalanes i experts en les àrees del programa, i els grups de treball, que s'encarregaran de fer propostes d'actuacions específiques que se sotmetran a l'avaluació del consell assessor. Després d'un període de contactes amb les universitats, la constitució d'aquest consell està prevista per a finals d'abril del 2018 i, seguidament, s'iniciaran els primers grups de treball. En definitiva, el programa es posa en marxa i se n'esperen els primers fruits a principis del proper curs acadèmic.

Josep Eladi Baños

Catedràtic del Departament de Ciències Experimentals i de la Salut de la Universitat Pompeu Fabra

Director del Programa Margalida Comas i Camps

## **Noves aplicacions tecnològiques gràcies a la llum**

Un equip format per investigadors del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) i de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) estableix les bases d'una nova generació de dispositius tecnològics ultraràpids que podria servir per controlar sistemes intel·ligents mitjançant llum i sense contacte. La investigació ha demostrat la possibilitat de deformar controladament l'estructura cristal·lina d'un material ferroelèctric mitjançant l'aplicació d'una llum visible de baixa potència.

L'estudi, publicat a Nature Photonics, mostra per primera vegada la possibilitat de controlar aquests dispositius mitjançant l'ús de la llum. També permetrà el disseny de commutadors 1.000 vegades més ràpids o la transmissió d'energia elèctrica a distància sense utilitzar cables.

Els materials intel·ligents es basen en materials que poden commutar (canviar) de forma reversible entre dos estats. Aquests materials, denominats ferroics, són els elements fonamentals utilitzats com a sensors i actuadors, per exemple, en l'emmagatzematge d'informació. Els materials ferroics més emprats presenten resposta ferromagnètica (responen a camps magnètics) i ferroelèctrica (responen a camps elèctrics). Tots dos es caracteritzen per la presència de regions generalment nanomètriques denominades dominis que al seu torn estan separades per finíssimes capes denominades parets de dominis.

El control dinàmic de les parets de domini es fa mitjançant l'aplicació de camps magnètics o elèctrics. Aquests camps s'han de situar a prop del material, en el cas de camps magnètics, o fins i tot han d'estar físicament en contacte, en el cas de camps elèctrics. Els investigadors d'aquest estudi han demostrat que és possible sintonitzar la polarització macroscòpica i les seves propietats relacionades per mitjà de llum polaritzada i de forma reversible, fet que suposa un control extern sense contacte mitjançant la utilització de difracció de raigs X d'alta resolució de radiació sincrotró. El pas següent és considerar les implicacions dels resultats per a futures aplicacions nanotecnològiques.

A l'estudi han participat José Francisco Fernández i Fernando Rubio-Marcos, de l'Institut de Ceràmica i Vidre del CSIC, i José Eduardo García, de la UPC.

F. Rubio-Marcos et al., Reversible optical control of macroscopic polarization in ferroelectrics, Nature Photonics, 12, 29-32(2018). DOI:10.1038/s41566-017-0068-1



## «El control de la polarització a través de la llum i sense contacte obre la porta a una nova generació de dispositius»

Entrevista a José Eduardo García, físic del Grup de Caracterització Elèctrica de Materials i Dispositius (CEMAD) de la UPC.

Una [recerca](#) recent d'investigadors de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) i del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) sobre materials ferroelèctrics demostra per primer cop que és possible controlar-ne l'ordre polar a través de la llum, de forma reversible i sense cables. Parlem d'aquesta troballa amb el físic José Eduardo García, un dels investigadors responsables del treball, que repassa les claus de les aplicacions pràctiques de la investigació en àmbits com ara la nanorobòtica, la transmissió d'energia o la computació quàntica.

Quines són les claus del treball sobre control òptic de la polarització en materials ferroelèctrics?

La recerca ha estat coliderada per l'Institut de Ceràmica i Vidre del CSIC i el Grup de Caracterització Elèctrica de Materials i Dispositius (CEMAD) de la UPC, amb un investigador de la Instal·lació Europea de Radiació Síncrotró (ESRF), de Grenoble, que és on s'ha posat en pràctica una gran part de les mesures experimentals que es presenten a la recerca. La part científica del treball parteix del descobriment que hem realitzat sobre el comportament dels materials ferroelèctrics, els quals compten amb regions polars que en defineixen l'ordre polar macroscòpic. Normalment aquest ordre polar es canvia per acció d'un camp elèctric, cosa que exigeix que el material porti elèctrodes i cablejat. Nosaltres hem aconseguit demostrar que aquest ordre polar es pot canviar per acció de llum de baixa potència i, a més, d'una forma reversible.

Quina novetat aporta la vostra recerca?

Fins ara diversos estudis previs havien observat que es podia «escriure», és a dir, modificar, l'ordre polar dels materials ferroelèctrics, però de manera irreversible. Ara hem demostrat que això es pot fer reversiblement. En síntesi, això significa que, si aportem una certa quantitat de llum, serem capaços de modificar l'ordre polar i, per contra, si la traiem, aquest retorna a la seva posició original. Una operació que podem fer de forma controlada i repetitiva.

On apunten les derivacions pràctiques de la troballa?

Les implicacions associades a aquesta troballa es desprenen del fet que ara podrem operar a través de la llum i sense contacte en tot allò que fins avui només érem capaços de modificar mitjançant camps elèctrics i amb contacte. Això obre un món a tota una nova generació de dispositius, perquè, a més, la llum que fem servir és molt barata, es tracta d'un díode làser que al mercat pot costar uns vint euros, un preu inferior al d'altres tipus de làser d'alta intensitat. Aquesta llum, de règim continu i molt senzilla de controlar, ens ha permès dissenyar un experiment que es pot replicar amb molta facilitat en qualsevol laboratori. El

potencial de la recerca s'obre en principi a qualsevol tipus de dispositiu que existeix avui, però usant sistemes de circuits. Un altre aspecte interessant és que el control, en ser a través de llum, té un equivalent elèctric de molt baixa intensitat i, per tant, permet modificar molt lleument i de forma controlada la polarització i les seves propietats relacionades. Per exemple, podem incidir sobre nanoactuadors controlats per llum, que és un dels camps on estem treballant ara.

En preveieu futures aplicacions en l'àmbit de la computació quàntica?

Probablement sí, sempre que aquest fenomen es pugui aconseguir d'una forma ràpida. Ara per ara, hem treballat sobre un material volumètric que requereix un temps de commutació amb una reversibilitat no instantània. En canvi, per a la computació la velocitat és imprescindible. Quan passem a treballar sobre nanoestructures, probablement siguem capaços de commutar la polarització en l'ordre que cal per a la computació avui dia, amb una magnitud de femtosegons (10-15 segons). Encara estem lluny d'això, però és una possibilitat.

Quin profit podria extreure la robòtica del control òptic de la polarització en materials ferroelèctrics?

El que sí que veiem viable a molt curt termini és la nanoactuació controlada per llum: poder produir una deformació d'ordre nanomètric en un material de forma controlada a través de la llum. Això sí que té unes aplicacions pràctiques enormes, com ara la nanorobòtica. Volem aprofundir en aquesta possibilitat des de la nostra perspectiva científica i aprofitar el fet d'estar sota el paraigua d'una institució tecnològica com la UPC per encoratjar d'altres a utilitzar aquesta nanoactuació.

És possible també explotar un desenvolupament pràctic en la transmissió d'energia sense cables?

Sens dubte. El problema rau en quina part d'aquesta energia podem aprofitar. Els materials ferroelèctrics són bons piezoelèctrics, que són adequats per a la traducció electromecànica. Per tant, si deformem aquests materials, estarem generant una càrrega que, si es pot emmagatzemar, es converteix en energia. Per efecte d'acoblament electromecànic del material mateix es perd energia en el procés, però estem parlant d'una energia que, literalment, és a l'ambient. Per exemple, si pots aprofitar un 60 % de l'energia de l'aire que fa vibrar un cantilever seria moltíssim. Com que es produeix actuació per efecte de la llum, es podria emmagatzemar com a energia. És a dir, que pots excitar per llum a distància i emprar aquesta energia de la deformació del material. Un dels àmbits interessants d'aplicació seria la nanorobòtica.

Aquesta entrevista s'emmarca en un butlletí RECERCAT dedicat al centenari del naixement de Richard Feynman. Què significa per a vostè l'aportació de Feynman?

Sens dubte, per a un físic Feynman és la figura que ha creat la base filosòfica cap a la nanotecnologia. Ell va canviar la perspectiva de pensar no de dalt a baix, sinó de baix a dalt. Això ha estat un al·licient per a tota la comunitat científica per desenvolupar recerques a escala nanomètrica, com el cas de la nostra, en què s'empren tècniques d'alta resolució que han estat clau per desenvolupar una nova ciència a escala nanomètrica.

Preveieu explorar la derivació comercial de la recerca a través de la constitució d'una empresa derivada (spin-off)?

No ho descartem, però ara estem centrats a demostrar que, efectivament, el control òptic de la polarització en un material ferroelèctric té aplicacions pràctiques reals. Si, per exemple, aconseguim provar la possibilitat de disposar de nanoactuadors controlats per llum, ens podríem plantejar el desenvolupament empresarial de les aplicacions que se'n derivin.

## **Cuidar la boca ajuda a controlar la diabetis**

Un estudi clínic dut a terme per investigadors de la Facultat de Medicina i Ciències de la Salut del Campus de Bellvitge mostra que el control de la diabetis de tipus 2 millora sensiblement quan el pacient té una cura especial dels problemes dentals i bucals.

La diabetis de tipus 2, la forma més comuna d'aquesta malaltia, va acompanyada molt sovint de patologies periodontals. En aquesta recerca, els investigadors han observat que no només hi ha una relació que va de la diabetis a la malaltia periodontal, sinó que també existeix la relació inversa, de la malaltia periodontal a la diabetis.

Així, conclouen que el tractament no quirúrgic de la periodontitis millora l'estat glucèmic i els nivells d'hemoglobina glicosilada. Per tant, es demostra inequívocament l'extrema importància de la cura de les afeccions orals en aquests tipus de malalts.

L'estudi s'ha dut a terme en 90 pacients amb diabetis de tipus 2 que han rebut sis mesos de tractament oral. Durant aquest període, se'ls ha fet un control de l'hemoglobina glicosilada, de l'evolució de les poblacions bacterianes orals responsables de la periodontitis i d'altres paràmetres clínics.

La recerca ha estat dirigida per Miquel Viñas, catedràtic de Microbiologia i membre de l'Institut d'Investigació Biomèdica de Bellvitge (IBIDELL), i per José López López, professor de Medicina Oral i director mèdic de l'Hospital Odontològic de la Universitat de Barcelona (UB). També hi han participat Enric Jané, Albert Estrugo i Elisabet Mauri Obradors, del Departament d'Odontoestomatologia de la UB, i Alexandra Merlos, del Departament de Patologia i Terapèutica Experimental de la UB i de l'IDIBELL.

E. Mauri-Obradors et al., Benefits of nonsurgical periodontal treatment in patients with type 2 diabetes mellitus and chronic periodontitis: a randomized controlled Trial, *The Journal of Clinical Periodontology*. 45(3),345-353(2017). DOI: 10.1111/jcpe.12858

## **Els carbins permeten la producció de nous fàrmacs a partir dels ja existents**

Un equip d'investigadors de l'Institut Català d'Investigació Química (ICIQ) de Tarragona ha descobert com controlar els carbins i utilitzar-los per acoblar noves molècules. Han aconseguit controlar com es generen equivalents directes i controlables d'aquestes molècules reactives, una espècie inexplorada, nova i molt versàtil, amb bones perspectives de futur pel que fa a la generació de nous fàrmacs.

Per preparar els carbins, els investigadors han utilitzat LED i uns catalitzadors que capturen la llum de forma molt eficient i fan possible la generació de carbins. Els carbins són àtoms de carboni amb tres de les seves quatre valències lliures. Tenen tres electrons disposats a formar nous enllaços, cosa que els converteix en una navalla suïssa per a la síntesi de noves molècules. Els carbins permeten crear molècules quirals de manera ràpida i sostenible, fet clau per al desenvolupament de nous fàrmacs.

Als anys trenta, els astrònoms van detectar el carbí, una de les primeres molècules trobades a l'espai interestel·lar. Format tan sols per carboni i hidrogen, es considera un dels ingredients bàsics per a la vida. No obstant això, és una combinació molt reactiva, i amb prou feines s'ha utilitzat al laboratori.

Els carbins han permès desenvolupar un concepte sintètic inexplorat, amb un futur molt prometedor per al descobriment de fàrmacs o materials. La síntesi de nous fàrmacs presenta un coll d'ampolla, ja que és difícil modificar molècules complexes ja acabades. Tanmateix, gràcies als carbins es poden acoblar estructures químiques complexes molt fàcilment.

Utilitzant aquesta nova tècnica, l'equip de químics de l'ICIQ, encapçalat pel Dr. Marcos García Suero, ha modificat diversos medicaments comercials com la duloxetina (antidepressiu), l'ibuprofèn (antiinflamatori), el taxol (antitumoral) o el fingolimod (el primer tractament oral per a l'esclerosi múltiple).

- [Institut Català d'Investigació Química \(ICIQ\)](#)

## **Fòssils de rosegadors de fa 12 milions d'anys per observar el canvi climàtic**

Els canvis climàtics que van succeir fa entre 12 i cinc milions d'anys van tenir efectes dràstics sobre les comunitats de rosegadors del sud-oest europeu. Segons un estudi liderat per l'Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont (ICP) i la Universitat Complutense de Madrid (UCM) que ha analitzat més d'un centenar de jaciments fòssils de la península Ibèrica i el sud de França, el resultat va ser una diferenciació latitudinal entre comunitats dominades per espècies adaptades a ambients àrids en les regions de l'interior peninsular i humits a la costa mediterrània del que avui són Catalunya i França.

Els estudis paleoecològics permeten conèixer l'impacte dels canvis climàtics en la biodiversitat del passat, ja que es basen en l'anàlisi dels canvis en les faunes que presenten diferents característiques ecològiques. A partir d'aquests canvis, es poden deduir les modificacions en l'entorn que els van propiciar i permeten crear models explicatius, i fins i tot predictius, que prevegin la resposta de la biodiversitat al canvi climàtic actual, que està afectant dràsticament la vida a la Terra.

Els rosegadors són un grup d'animals que aporten una valuosa informació per la seva àmplia distribució geogràfica, diversitat i sensibilitat als canvis ambientals, a més de l'ampli registre fòssil que se'n té. Per això són un grup idoni per dur a terme aquest tipus d'estudi.

El treball se centra en l'estudi de les faunes de rosegadors que van viure a la península Ibèrica fa entre 12 i cinc milions d'anys, un interval temporal molt interessant des del punt de vista climàtic, ja que es troba emmarcat en un context de refredament i increment de l'aridesa a escala global. Els canvis ocorreguts van transformar el paisatge del sud-oest europeu fent-lo cada vegada més àrid. L'estudi de com van evolucionar aquestes agrupacions en el temps ha permès als investigadors determinar com van respondre els rosegadors als canvis climàtics que van succeir en aquest període.

A partir d'aquesta anàlisi, els experts han pogut constatar la influència de dos esdeveniments ambientals clau durant aquesta època: la crisi del Vallesià, fa uns 10 milions d'anys, i, sobretot, la crisi del Messinià, fa uns sis milions d'anys, durant la qual es va arribar a assecar completament el mar Mediterrani. Durant tot l'interval temporal analitzat, els canvis climàtics van provocar canvis en la diversitat i la distribució de les diferents comunitats de rosegadors.

Un dels principals descobriments d'aquesta recerca és que les faunes més antigues, pròpies dels ambients que anaven desapareixent a causa del canvi global, van ser progressivament desplaçades cap al nord i van sobreviure temporalment en refugis amb característiques ambientals més humides, especialment a Catalunya i al sud de França.

Els resultats d'aquest estudi han estat producte d'una col·laboració de diverses institucions, entre les quals hi ha el Consell Superior d'Investigacions Científiques, l'Institut Català de Paleontologia Miquel Crusafont, el Museu d'Història Natural de Berlín i la Universitat Harvard, sota la coordinació de la Universitat Complutense de Madrid, i de més de 50 anys

d'excavacions i estudis en els jaciments paleontològics de la península Ibèrica i el sud de França.

F. Blanco, et al., Differential responses of Miocene rodent metacommunities to global climatic changes were mediated by environmental context, *Scientific Reports*, 8(2018). DOI: 10.1038/s41598-018-20900-5

## Bits de terminologia

### Curiositats terminològiques de la nanotecnologia

Amb aquest apunt que llegiu, el Centre de Terminologia TERM CAT comença una col·laboració estable amb la Secretaria d'Universitats i Recerca consistent en la participació en el butlletí RECERCAT, amb una secció pròpia anomenada «Bits de terminologia». D'ara endavant, en aquest apartat trobareu comentaris sobre terminologia de la ciència, la tecnologia i les ciències socials, que esperem que resultin del vostre interès. Qualsevol comentari que ens vulgueu fer arribar serà benvingut ([informacio@termcat.cat](mailto:informacio@termcat.cat)).

Si hi ha una disciplina que ha revolucionat la recerca en els darrers anys és la nanotecnologia, una branca multidisciplinària de la ciència que s'ocupa de l'estudi, la fabricació i l'exploració d'estructures de dimensions compreses entre 1 i 100 nanòmetres.

Com a terme directament relacionat, la nanociència, tal com la defineix la Iniciativa Internacional de Nanotecnologia, és el coneixement i el control de la matèria a les mateixes dimensions esmentades (entre 1 i 100 nanòmetres). A la pràctica, però, els professionals de l'àmbit fan servir el terme nanotecnologia per referir-se tant a la nanociència com a la nanotecnologia, entenent que totes dues disciplines estan fortament relacionades.

El prefix nano- resulta molt productiu actualment en la creació de nous termes: nanotubs, nanofibres, nanoenvasos, nanoempremtació... Etimològicament, la forma nano- prové del mot grec *nánnos*, que significa 'nan'. Els primers usos d'aquest prefix se situen en l'àmbit de la notació científica, quan la Unió Internacional de Química el va introduir el 1947 per expressar la mil·lionèsima part ( $10^{-9}$ ) d'una unitat de mesura (per exemple, nanòmetre, nanokelvin, nanojoule). Actualment forma part, amb el mateix valor, del conjunt de prefixos que el sistema internacional d'unitats estableix per indicar els múltiples i submúltiples de cadascuna de les unitats.

Amb el temps, el prefix nano- es va començar a utilitzar per denominar disciplines, tècniques i instruments relacionats amb la nanotecnologia, de manera que per ampliació semàntica va passar a significar també 'a una escala nanomètrica', és a dir, una escala de dimensions generalment entre 1 i 100 nanòmetres. I justament aquest és el significat que, com hem dit, té el prefix en el terme nanotecnologia.

La nanotecnologia és una ciència aplicada, essencialment multidisciplinària i transversal, que explora les fronteres entre els diversos camps tradicionals de coneixement a escala nanomètrica. L'element comú dels nous escenaris de recerca (nanorobòtica, nanoquímica, nanomedicina, etc.) és l'escala infinitesimal a la qual s'estudia i es manipula la matèria. En aquest sentit, convé fer notar que semànticament la presència d'un prefix d'unitat (nano-) com a formant comú constitueix una diferència respecte del patró que acostumen a seguir els noms d'altres disciplines, en què la forma prefixada anteposada a la denominació expressa l'objecte d'estudi: per exemple, en el terme biotecnologia el prefix bio- s'anteposa al nucli tecnologia per denominar l'estudi dels éssers vius amb finalitats tecnològiques.



El Consell Supervisor del TERMCAT, l'òrgan encarregat de la fixació de la terminologia en llengua catalana, va dur a terme una [sessió de normalització](#) en què es van estudiar un conjunt de termes de l'àmbit de la nanotecnologia. Si us interessa aquest tema trobareu aquests termes normalitzats en el tríptic en línia Nanotecnologia: termes normalitzats. I si voleu consultar més terminologia relacionada, us convidem a visitar el [Diccionari de física en línia](#).

Text elaborat pel Centre de Terminologia TERMCAT.

- [TERMCAT](#)

## Recursos educatius

### Nanoinventum, disseny de nanorobots per a infants

Nanoinventum és un projecte que s'emmarca dins de les activitats del festival de nanotecnologia 10alamos9 amb una proposta pedagògica per difondre el coneixement de la nanotecnologia entre els més petits. La metodologia principal del projecte es basa en el raonament, la deducció, el joc i la relació amb els altres.

Mitjançant un seguit de fitxes successives i altres recursos educatius, Nanoinventum proposa una activitat basada en el desenvolupament d'un nanoinvent o un nanorobot que puguin aplicar-se per solucionar algun problema actual lligat al nostre dia a dia. Els participants han de presentar un dibuix o una maqueta realitzats amb materials reciclats i la proposta s'ha d'acompanyar d'una explicació breu.

Entre els nanorobots a què es pot accedir des de la pàgina de Nanoinventum, n'hi ha que tenen aplicacions destinades a salvar les plantes (Nanobotànic), detectar la contaminació marina (Nano Aquàtic) o destruir el virus de la grip (Extractor), per exemple.

Actualment, Nanoinventum cerca voluntaris que vulguin compartir els seus coneixements sobre nanotecnologia al blog del projecte per incentivar l'interès per aquesta disciplina dels alumnes que hi participin.

El projecte ha estat impulsat per Nanodivulga UB, els Centres Tecnològics de la Universitat de Barcelona i Connecta ciència i, entre les entitats col·laboradores, cal destacar l'Institut de Bioenginyeria de Catalunya.

- [Nanoinventum](#)

## The BIG Bell Test

The BIG Bell Test (BBT) va ser un projecte mundial per incorporar la impredictibilitat del comportament humà a experiments de física d'avantguarda. En el web de l'Institut de Ciències Fotòniques (ICFO) hi ha disponibles una sèrie de recursos educatius per aprofundir en aquest interessant apartat de la mecànica quàntica.

El test de Bell demostra que la superposició d'estats que apareix en el formulisme matemàtic de la mecànica quàntica té una existència real i que, contra el que defensaven els partidaris de les teories de variables ocultes i del realisme local, en els sistemes amb comportament quàntic es produeixen interaccions instantànies entre partícules separades per una certa distància.

Per demostrar aquest test, el 30 de novembre de 2016, durant 48 hores, més de 100.000 voluntaris van participar en un experiment a gran escala coordinat per l'ICFO, anomenat The BIG Bell Test, a través d'un videojoc. En el web de l'ICFO es pot accedir a fitxes didàctiques que expliquen com introduir el test de Bell a l'aula, o recursos que expliquen com es poden organitzar competicions per veure qui és el més impredictible de l'escola, parlar d'atzar, d'estadística, d'història i filosofia de la ciència... i és clar, també de física quàntica! A més, també es poden trobar diferents recursos en línia com ara vídeos i documents sobre física quàntica.

## Recomanacions

### Feynman Total: l'Any Feynman a Catalunya

Durant tot l'any 2018 s'ha preparat a Catalunya una gran varietat d'activitats per celebrar el centenari del naixement de Richard Feynman. EspaiNANO, el grup de comunicació i divulgació especialitzat en nanociència i nanotecnologia de l'Associació Catalana de Comunicació Científica (ACCC), impulsa i lidera l'Any Feynman a Catalunya.

Les activitats abraçaran tots els aspectes de la vida i l'obra del físic nord-americà i tindran diversos formats: cicles de xerrades, tallers, presentacions, exposicions, espectacles, jornades temàtiques, concursos, cicles de lectura, seminaris, festivals, pícnic científics, etc.

Fins ara, ja s'han dut a terme a Catalunya tot un seguit d'activitats dedicades al físic nord-americà. L'acte central de l'Any Feynman, però, serà el dia de l'aniversari del seu naixement, l'11 de maig, i consistirà en una conferència de David Kaiser, professor, físic i historiador de la ciència de l'Institut de Tecnologia de Massachusetts (MIT), que vindrà uns dies a Barcelona per celebrar l'efemèride. La conferència tindrà lloc a l'Edifici Històric de la Universitat de Barcelona i coincidirà amb els actes de la Festa de la Ciència d'aquesta universitat. En paral·lel, cal destacar l'obra de teatre que es farà sobre la vida de Richard Feynman el proper 19 de maig al CosmoCaixa de Barcelona durant la celebració de la Nit dels museus.

EspaiNANO, l'entitat coordinadora, té la intenció de ser un punt de trobada de nanodivulgadors i experts en diferents temàtiques relacionades amb la nanotecnologia. La seva missió és fomentar la cultura científica i el coneixement entre la ciutadania i promoure vocacions científiques entre els joves i petits. Entre les entitats col·laboradores, cal esmentar, entre d'altres, la Universitat de Barcelona (UB), la Societat Catalana de Nanociència i Nanotecnologia (SCN2), l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB) i l'Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia (ICN2).

- [Feynman Total](#)

### **III Festival de Nanociència i Nanotecnologia**

El III Festival de Nanociència i Nanotecnologia (10alamenos9) se celebrarà al llarg del mes d'abril a diverses ciutats de l'Estat espanyol amb exposicions, tallers, seminaris i concursos amb l'objectiu de compartir la importància i l'impacte de la nanociència i la nanotecnologia.

Un nanòmetre és la mil milionèsima ( $10^{-9}$ , 10 a la menys 9) part d'un metre, una mida realment petita, i d'aquí ve el nom del festival. El festival, coordinat per Jordi Díaz, dels Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona, està orientat a tots els públics perquè compreguin l'escala nanomètrica, els seus efectes i com aquest coneixement s'empra en innumerables aplicacions i productes.

A Catalunya, les activitats se celebraran a Barcelona i Bellaterra, i s'espera que el gruix d'activitats atregui més de 3.000 persones. A Barcelona, entre els dies 10 i 12 d'abril tindran lloc al CosmoCaixa més de 70 activitats diferents adreçades a estudiants de primària i secundària; en el cas de primària, hi haurà una trobada final el dia 10 d'abril relacionada amb el projecte Nanoinventum. A més, el dia 11 el CosmoCaixa acollirà una trobada entre artistes, científics i nanotecnòlegs. A Bellaterra, el dia 10 d'abril se celebraran tallers, conferències i taules rodones sobre les nanociències.

## **Nanoroom, per conèixer les aplicacions de les nanotecnologies**

Nanoroom és una nova aplicació interactiva de realitat augmentada que permet a l'usuari endinsar-se en el món de les nanotecnologies. L'aplicació ha estat dissenyada pels Centres Científics i Tecnològics de la Universitat de Barcelona (CCiTUB) en el marc del projecte 10alamos9 amb el suport de la Fundació Espanyola per a la Ciència i la Tecnologia (FECYT).

L'aplicació Nanoroom, que és gratuïta, s'inicia donant a triar entre cinc imatges obtingudes a través de microscòpia de sonda pròxima (scanning probe microscopy, SPM). Un cop s'accedeix a una de les imatges, comença una experiència sobre el món de la nanotecnologia.

Una de les experiències fa possible conèixer com funciona un tractament real de nanotecnologia aplicada a la salut. Seguint el camí d'una nanopartícula d'òxid de ferro, es pot veure com funciona un tractament real antitumoral basat en la hipertèrmia i aplicat al cervell.

Una altra de les propostes de Nanoroom reproduïx un experiment de laboratori dut a terme per l'equip de Samuel Sánchez, investigador de l'Institut de Bioenginyeria de Catalunya (IBEC), que permet de comprendre com es fabrica un nanorobot i com, potencialment, es podria aplicar al cos humà.

Les imatges que s'utilitzen en aquesta app han estat cedides per l'exposició del Consell Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) «Un passeig pel nanomon», finançada pel Ministeri d'Economia, Indústria i Competitivitat a través de la FECYT. Nanoroom, de moment només disponible en castellà, ha estat desenvolupada per la Fundació OBICEX.

## QuantumFracture

QuantumFracture és el canal de YouTube creat pel manxec José Luis Crespo per explicar la física de manera que arribi al públic jove. El físic aborda principalment la cosmologia i intenta acostar-la el màxim possible al món de l'entreteniment perquè els joves aprenguin amb el seu canal i, sobretot, perquè s'entretinguin i passin una bona estona veient ciència.

La clau del seu èxit es basa a tractar temes actuals, tot emprant un llenguatge juvenil i recerques científiques explicades amb animacions. D'aquesta manera, per exemple, ha relacionat la mítica sèrie Rick and Morty amb la ciència a través del principi de Copèrnic, i ha explicat la paradoxa de Hilbert o les lleis de Kepler de manera comprensiva i atractiva.

Segons Crespo, la divulgació necessitava adaptar-se, passar-se als nous formats i modernitzar una mica el sector. I precisament això és el que aconsegueix amb el seu canal, tot creant una nova forma de divulgar aquest tipus de continguts.

- [QuantumFracture](#)

## ¿Está usted de broma, Sr. Feynman?

El llibre '¿Está usted de broma, Sr. Feynman?' recull les converses basades en històries autobiogràfiques que va mantenir el físic estatunidenc, al llarg de més de set anys, amb el seu amic Ralph Leighton, que es va encarregar de gravar-les i transcriure-les.

El subtítol de l'obra és Aventuras de un curioso personaje tal como le fueron referidas a Ralph Leighton. I és que, efectivament, ens trobem davant d'un personatge insòlit i genial alhora. Culte, enginyós, entremaliat, curiós, escèptic i dotat d'un gran sentit de l'humor, Richard Feynman va fer compatible haver explicat física a personalitats com ara Albert Einstein o John von Neumann amb ser un virtuós dels bongos en una companyia de ballet brasilera.

El llibre relata els diversos episodis de la vida personal i professional de Feynman: els orígens a Far Rockaway, als afores de Nova York; els anys d'estudiant a l'Institut de Tecnologia de Massachussetts (MIT); l'època com a docent a la Universitat de Princeton i la Universitat Cornell; la seva col·laboració en el projecte Manhattan, a Los Alamos; la seva activitat com a investigador a l'Institut de Tecnologia de Califòrnia (Caltech), i la mort de la seva primera dona, Arline Greenbaum.

L'obra es va publicar l'any 1985 i va tenir un gran ressò mediàtic, amb més de 500.000 exemplars venuts en poc temps. Posteriorment es va publicar una segona compilació d'anècdotes, titulada ¿Qué te importa lo que piensen los demás?, en què inclouïa la seva experiència com a membre de la Comissió Rogers, encarregada d'investigar les causes de l'accident del transbordador Challenger.

¿Está usted de broma, Sr. Feynman?

Richard Phillips Feynman

Alianza Editorial

358 pàgines

- [Surely You're Joking, Mr. Feynman! Adventures of a Curious Character](#)



## Avís legal

La Generalitat de Catalunya permet la reutilització dels continguts i de les dades per a tot el món i sense cap mena de limitació temporal ni restricció, en els termes establerts per la Llicència oberta d'ús d'informació – Catalunya o per l'equivalent instrument legal CC0 de Creative Commons, d'acord amb les condicions i règim establert a l'article 17.1 de la Llei 19/2014, de 29 de desembre, de transparència, accés a la informació pública i bon govern i més enllà de les condicions bàsiques establertes en l'article 8 de la Llei 37/2007 sobre la reutilització de la informació del sector públic (citació de la font, no alteració ni desnaturalització de la informació i especificació de la data d'última actualització), i sempre que no es contradigui amb la llicència o avís que pugui tenir una obra i que és la que preval.

La Generalitat de Catalunya també es compromet a construir webs amb disseny responsiu, usables i accessibles per garantir l'accés a totes les persones que els consulten independentment de les seves capacitats, físiques, sensorials o intel·lectuals i també del dispositiu que utilitzin per connectar-s'hi.

ISSN: 1886-676X