CRÒNICA

Física oberta

Desè cicle de conferències de la Societat Catalana de Física, curs 2001-2002

Fa poc més de cent anys de la hipòtesi de Planck i del naixement de la física quàntica, i poc més de cinquanta anys del naixement del transistor, que es considera el «pare» dels dispositius electrònics. Aquestes dues branques de la física han tingut totes dues èxits notables en les últimes dècades. Ara, quan els dispositius són cada vegada més petits, es parla de *nanodispositius* i de *nanotecnologies*. És la física quàntica la que permet interpretar molts dels fenòmens que tenen lloc a escala microscòpica i nanoscòpica. Però és també l'avenç de la tecnologia i el de les diferents tècniques d'observació i caracterització que ha fet possible aquesta evolució.

El cicle de conferències d'aquest any ha tractat diferents aspectes d'aquesta realitat.

«El significat de la constant de Planck» («The meaning of Planck's constant»), 22 de gener de 2002
Dr. Jean-Marc Lévy-Leblond, professor del Departament de Física i Departament de Filosofia (Université du Nice, França). (Conferència organitzada conjuntament amb la Facultat de Física de la Universitat de Barcelona i el Museu de la Ciència de Barcelona, Fundació «la Caixa»)

J. M. Lévy-Leblond va exposar els diferents papers que, al llarg del temps, ha representat la constant de Planck en la teoria quàntica. Per començar, ens va fer adonar que, al principi, no era gens evident la rellevancia de h i, encara menys, que fos una constant universal, ni tan sols per al mateix Planck. La visió que en tenia Planck era avancada al seu temps, en particular respecte al significat de h com a quàntum d'acció. Aquest punt de vista, aplicat a consideracions estadístiques, porta a una expressió molt interessant del principi de Pauli (les desigualtats de Heisenberg-Pauli). La interpretació ortodoxa de Copenhaguen, que veu h com un «galga d'indeterminisme» s'ha de reinterpretar en termes d'una quanticitat estàndard. Però el significat profund de la constant de Planck, ara ja com a constant universal, és el de subratllar i sintetitzar els conceptes específicament nous de la teoria quàntica. Va remarcar que el canvi de la constant de Planck h a la constant de Dirac $\hbar$ és molt més que una abreviació convencional, ja que permet obtenir estimacions correctes dels ordres de magnitud quàntics a partir de consideracions heurístiques. Finalment, ens va fer adonar que la importància del paper de la constant de Planck no és restringida al domini microscòpic, sinó que en podem trobar exemples a escala macroscòpica (humana) i fins i tot megascòpica o astronòmica.

«Manipulació d'àtoms i molècules amb microscopis d'efecte túnel i de forces atòmiques», 7 de març de 2002
Dr. Miquel Salmerón Batallé, Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley, Califòrnia)

Hi ha molt de lloc, allà baix («There is plenty of room at the bottom»), va dir Richard Feynman, el 1959, per descriure d'una manera clara el fet que l'estructura de la matèria conté molt d'espai buit.

El microscopi d'efecte túnel permet observar àtoms i molècules, i també com es mouen, com evolucionen sotmesos a una pertorbació. Els dos mètodes descrits, anomenats *microscòpia d'efecte túnel de rastreig* (STM) i *microscòpia de forces atòmiques* (AFM) permeten estudiar fenòmens com ara la fricció, entesa com una sèrie de processos elementals de transferència d'energia entre dos materials en contacte, i també construir nanoestructures, depositant àtoms d'un en un, o monocapes. Els fenòmens de catàlisi, dissociació de molècules, adsorció d'hidrogen sobre una superfície metàl·lica, manipulació de molècules de H_2O_2, són alguns temes objecte d'estudi al Lawrence Berkeley National Laboratory de Califòrnia, al grup que dirigeix M. Salmerón. Després de descriure els principis i el fucionament d'aquests microscopis, va mostrar en imatges com s'observen aquests fenòmens i la seva interpretació.

«Nanotecnologies per a la manipulació molecular i cel·lular», 21 de març de 2002
Dr. Daniel Navajas Navarro, Unitat de Biofísica i Bioenginyeria del Departament de Ciències Fisiològiques I, Universitat de Barcelona

Les nanotecnologies permeten treballar en el medi líquid, cosa que les converteix en eines especialment adients per a la recerca molecular i cel·lular en condicions fisiològiques. Permeten manipular la matèria amb resolució del nanòmetre i mesurar forces amb resolució del piconewton. La possibilitat de treballar amb aquestes escales de desplaçament i força ofereix enfocaments innovadors per investigar l'estructura i la funció de biomolècules i cèl·lules.

Entre les més aplicades en biologia cal destacar la microscòpia de forces atòmiques (AFM) que manipula la mostra per contacte directe amb una sonda microfabricada. La sonda es desplaça en 3D mitjançant un actuador piezoelèctric i la força es determina mesurant la flexió de la sonda a partir de la reflexió d'un feix de làser enfocat a l'extrem. D. Navajas va exposar com l'AFM és amplament utilitzada pel seu grup de recerca

per obtenir imatges topogràfiques de molècules i cèl·lules individuals, en condicions fisiològiques, i també per explorar les propietats mecàniques de molècules i cèl·lules individuals. Altres nanobiotècniques es basen en la unió d'una micropartícula (d'1 a 5 μm) que es manipula amb camps externs (òptics, magnètics o elèctrics). En aquest cas la força es modula (resolució $<$ pN) variant la intensitat del camp, i el moviment es determina (resolució $\sim$ nN) mitjançant el processament digital de la imatge de la micropartícula.

«De la microelectrònica a la nanoelectrònica», 11 d'abril de 2002
Dr. Francesc Serra Mestres, Centre Nacional de Microelectrònica (CSIC)

Segons la previsió que Gordon Moore va fer l'any 1965, la complexitat dels xips es duplicarà cada divuit i vint-i-quatre mesos. És l'anomenada *llei de Moore*, vigent encara, que s'ha complert durant els darrers trenta anys, gràcies a la utilització de nous processos tecnològics, nous materials i nous dispositius en el disseny i la fabricació dels xips, fins a arribar a la tecnologia CMOS de 130 nm que avui s'utilitza per fabricar en un xip els 42 milions de transistors, que necessita un microprocessador Pentium 4.

F. Serra va analitzar les dificultats per mantenir el ritme d'augment en la complexitat dels xips marcat per la llei de Moore en els propers deu o quinze anys, i algunes de les solucions previstes des d'un punt de vista microelectrònic i industrial. En particular va examinar les dificultats fonamentals en la miniaturització de l'actual tecnologia CMOS: el problema de la dissipació tèrmica a nivell de dispositiu i la fotolitografia a nivell de procés. L'augment de la dissipació tèrmica estàtica està produïda pel corrent túnel a través de l'òxid de porta del transistor, que pot arribar a tenir gruixos inferiors a 1 nm; i pel corrent subllindar d'origen tèrmic que no permet escalar adequadament ni la tensió d'alimentació ni la tensió llindar. Va exposar algunes de les solucions a aquests problemes proposades pels investigadors de l'empresa Intel, que ha construït un transistor de 15 nm de longitud de porta, amb una resposta freqüencial que arriba als 2,7 THz, alimentat a 0,8 V. Aquest node tecnològic de 30 nm es podria produir l'any 2009 i utilitzaria fotolitografia EUV (*extrem ultraviolet*) que opera amb llum de 15 nm de longitud d'ona. Aquestes tecnologies CMOS comporten alts costos de producció.

Cal considerar l'evolució cap a altres tipus de materials i de processos nanotecnològics a la microelectrònica. Però probablement fins d'aquí a unes quantes dècades els dispositius quàntics o l'electrònica molecular no estaran a punt per prendre el relleu al CMOS en les aplicacions al voltant del processament i de la transmissió de la informació.

Núria Ferrer

RESSENYES BIBLIOGRÀFIQUES

Mètode

Revista de Divulgació de la Investigació
Simfonia del caos. Tardor 2002 (volum 35)
Paisatges de l'oblit.
Hivern 2002/03 (volum 36)
Universitat de València
(http:/www.uv.es/metode)

Des de València, ens arriba una experiència editorial de digníssima menció: *Mètode*. Dirigida pel biòleg i professor de Comunicació Científica Martí Domínguez, la revista és publicada trimestralment per la Universitat de València, concretament des del Jardí Botànic. És un dels nombrosos productes editorials de qualitat i en català (diguem valencià si ho preferiu així) que sorgeixen del Servei de Publicacions de la mencionada universitat. Però no existeix, si no vaig errat, cap publicació en l'àmbit de la llengua catalana que sigui comparable a la revista *Mètode*, tant pel nivell de la informació continguda com per l'edició acurada. Per tot això, la revista esdevé un referent en el nostre àmbit limitat de la comunicació universitària en català.

La publicació s'autodenomina *Revista de Divulgació de la Investigació*, tota una declaració d'intencions. L'objectiu no és fàcil, però. Per aconseguir-lo, es procura donar veu a tots els àmbits de la universitat amb la consigna d'evitar tecnicismes de cada especialitat i que els textos siguin assequibles per a qualsevol lector no avesat en les matèries exposades. Aquestes exigències per part de l'editor director a vegades no són del tot enteses pels autors. No obstant això, els trenta-sis números ja publicats de la revista ens inclinen a pensar que és possible que la ciència sobrepassi els àmbits estrictament universitaris i s'acosti a un ampli espectre de lectors amb curiositat pel món científic. Això, en part, també s'aconsegueix per l'aspecte general de la revista, molt llaminer gràcies a una maquetació atractiva, neta, farcida de fotografies i plena de color.

Cada número de la revista consta d'una estructura amb tres blocs: «Actualitat», «Monogràfic» i un conjunt de seccions fixes. Aquests blocs estan precedits per un editorial signat pel mateix Martí Domínguez on es comenta el monogràfic del número i s'opina sobre qüestions d'actualitat relacionades amb la universitat. Per exemple, en el volum trenta-cinc, el director critica du-