

Els cafès científics a la Casa Orlandai

4



Cristina Junyent



Aquest recull està dedicat a l'equip de voluntaris de la Casa Orlandai, perquè sense la seva feina, silenciosa però imprescindible, els Cafès Científics no serien el que són.

Textos: Cristina Junyent <www.cristinajunyent.net>

Redacció editorial: Olatz Mompeó i Cristina Junyent

Coberta: Gerard Sardà <www.gerardsarda.com>

Serveis editorials: Be-Libris <www.be-libris.com>

Distribuït per Ciència en Societat, Fundació Privada



Primera edició: 2014

© copyright. Tots els drets reservats

ISBN: 978-84-942255-8-1

Avís: El contingut són cròniques dels cafès científics; si hi ha qualsevol error no s'ha d'atribuir al ponent, sinó a l'autora.

Contingut

Què i com són els cafès científics a la Casa Orlandai?.....	7
Hivern: Altres mons en aquest	9
Extremòfils sota la pell de l'oceà (25/1/2012)	11
Què són els extremòfils?	11
Com es classifiquen els organismes vius?	12
Els extremòfils	12
La relíquia	13
Ecosistemes extremòfils	14
Composició de la biomassa terrestre.....	14
Estudiar els extremòfils.....	15
Per acabar.....	16
A El Hierro, ¿nacerá una nueva isla? (19/2/2012).....	17
El vulcanismo de Canarias.....	17
¿Qué se requiere para una erupción	19
La crisis volcánica de El Hierro	20
Història demogràfica de Sarrià (23/3/2012).....	22
Primavera: Com és el nostre cervell, com interpreta?.....	24
Com estudiem el nostre cervell? (19/4/2012)	26
Com va evolucionar el nostre cervell? (17/5/2012).....	28
Don Santiago Ramón y Cajal (14/6/2012)	30
Més informació	31
Tardor: Comprendre l'entorn.....	32
Com estudiem el clima del passat? (24/9/2012).....	34
Un passeig pel coneixement dels geòlegs	35
Excursió paleontològica.....	36
Com captem les dades numèriques? (18/10/2012).....	38
Els números	38
Les matemàtiques	39
Els números i les matemàtiques,	
són un producte de la ment humana?	39
Per què ens costen tant, les matemàtiques?	40
Les probabilitats.....	40
L'atzar, existeix?	41
L'estadística	41
Recomanacions per a llegir els diaris	42
Quina recerca es fa a l'Idescat?.....	42

Quan vas decidir fer-te matemàtic?	43
Afegeixo un exemple.	44
Bibliografia	44
Com comprenem les magnituds?	
Del telescopi al microscopi (22/11/2012).....	45
Les magnituds	45
La filosofia.....	46
Les intensitats	46
De la Terra a la Lluna	47
Cartografiar la Terra.....	47
Trobar referents.....	48
Mesurar el temps	48
Els colors	49
La llum	49
La levitació.....	50
Magnitud originària	50
Bibliografia	50
Les mesures més petites: la nanotecnologia	
(24/12/2012).....	52
Una nova dimensió.....	53
Noves eines.....	54
Noves instal·lacions	54
Noves propietats	55
Noves possibilitats.....	55
L'humà rere el científic.....	56
Més informació	56
Índex terminològic.....	57

Tens a les mans el recull de cròniques dels Cafès Científics que hi ha hagut a la Casa Orlandai l'any 2012. Gràcies a l'equip tècnic i als voluntaris, enguany s'ha consolidat una millora, la de disposar de cafè i te a la mateixa sala, de manera que el ponent no es veu interromput mentre fa la seva xerrada.

El consolidat model sarriànc de cafè científic enguany ha estat dedicat a mirar altres mons i comprendre el nostre cervell, atès que és l'Any de les Neurociències, ja que a Barcelona se celebrarà el congrés de la Societat Europea de Neurociències.

Enguany, m'han permès de dedicar un trimestre a la illa d'El Hierro, en la qual en sóc especialista. Això ha estat degut a la erupció del volcà submarí, que ha estat molts mesos a la premsa, i a la interessant possibilitat de crear nous ecosistemes per a viure-hi. El post sobre El Hierro, a fi de facilitar la possibilitat que fos llegit per canaris, el vaig escriure en castellà, com l'he mantingut en aquesta recopilació.

El recull de les cròniques vol ser amè alhora que rigorós, i divulgatiu, així que trobareu les explicacions dels termes científics que hi apareixen. D'una altra banda, el recull ha seguit un tractament professional; de manera que quan

vulgueu trobar l'explicació d'algun terme, el podeu buscar en l'índex terminològic. És el valor editorial que donem al recull.

Enguany hem arribat a la internacionalització! Els Cafès Científics de la Casa Orlandai formen part de la Xarxa Internacional de Cafè Scientifique.

(<www.cafescientifique.org>)

He de reconèixer la feina feta pels científics, que es deixen anar en un entorn en què se senten confortats, amb un caliu de proximitat que permet un públic atent i participatiu. La satisfacció de tenir aquest públic fidel –alguns incondicionals; altres, segons el tema que es tracti– és el que em mou per continuar en el projecte. Vull agrair també la col·laboració del personal i dels voluntaris que fan créixer el projecte de l'Associació Cultural Casa Orlandai.

Cristina Junyent
Barcelona, octubre de 2013

Què i com són els cafès científics a la Casa Orlandai?

El cafè científic és un format diferent d'una conferència. Es tracta d'una conversa entre un científic i un públic participant. L'objectiu és que entre els participants i l'investigador es creï una proximitat que moltes vegades la conferència no permet. El públic ha de «palpar» que la ciència li és pròxima, que un investigador li és proper.

Per això, se suggereix que el científic faci una exposició de la matèria, o bé un índex relatat en 5 minuts sobre la seva especialitat, o que exposi el camp de la seva recerca durant uns 20 minuts, sabent que en qualsevol moment pot ser interromput per preguntes, i tenint en compte que es troba entre un públic no especialista. En cap cas es tracta de resumir cap curs de doctorat, més aviat cal situar-se davant dels alumnes de primer el primer dia de classe. És a dir, que cal seleccionar el que es diu i com es diu. I buscar metàfores, si es pot. Després de la presentació, les preguntes gotegen.

El científic no duu cap suport tecnològic, especialment *pobre-point* (que diuen alguns amics). Algun ponent ha dut algunes fotografies o mapes en paper, que circulen per les taules. Ha de mirar que els participants incloguin en el seu coneixement previ les idees noves que sentiran. Si el registre del col·loqui no és l'adequat, el mateix públic que té

al davant li donarà la mesura del seu nivell; és l'avantatge de les presentacions *in vivo*.

En el cafè científic hi ha una moderadora que tindrà un paper discret. Ara bé, si parla, sobretot al principi, cal pensar que és perquè considera que el nivell potser no és l'apropiat o que el tema s'escapa i ocupa el camp d'un altre participant (els cicles dels cafès es pensen com un tot durant un trimestre).

Per tancar el cafè, sol ser molt agradable que el científic expliqui què el va fer dedicar al camp que es dedica i que recomani algun llibre de divulgació per a qui vulgui ampliar coneixements. En resum, es tracta d'una mena de conversa de sobretaula amb els alumnes de primer el seu primer dia, un exercici divertit també per al científic.

(Un apunt: quan parlo de *científic* també em refereixo, és clar, a *científica*.)

Gràcies per participar!

Hivern: Altres mons en aquest

Estem tenint uns dies moguts, sembla que es forma nova escorça... I no només ho detectem en la terra sinó també en la societat. S'obren nous horitzons i per això volem tractar aquest trimestre sobre aquests nous mons. Proposem dues vetllades d'història natural i una altra d'història demogràfica.

25 de gener: *Sota la pell de l'oceà: la vida extrema.* Isabel Ferrera, Institut de Ciències del Mar, CSIC / Facultat de Biociències, Universitat Autònoma de Barcelona.

Desconeixem una gran part dels organismes que viuen en el món marí, i, més, del món microscòpic. Però sabem que hi ha vida en condicions en què pot semblar impossible. Què sabem dels extremòfils?

Nota: Excepcionalment, el cafè científic del gener no serà el tercer dimecres de mes, sinó el quart.

15 de febrer: *Naixerà una nova illa?* Joan Martí, Institut Jaume Almera, CSIC.

Prop d'El Hierro hi ha una afloració submarina de material que, a banda de provocar terratrèmols, pot provocar l'aparició d'una nova illa. Com ha anat?

21 de març: *Canviar d'estat, canviar de món: cinc segles d'història demogràfica.* Anna Cabré, Centre d'Estudis Demogràfics.

Com podem conèixer la posició social a través de les partides de matrimoni? Veurem el cas de Barcelona, entre 1451 i 1905, i ens centrarem en les parròquies de Sarrià.

Extremòfils sota la pell de l'oceà (25/1/2012)

El passat dimecres, 25 de gener, va venir Isabel Ferrera, de l'Institut de Ciències del Mar (CSIC) i de la Facultat de Biociències (Universitat Autònoma de Barcelona), per parlar-nos de la seva recerca, en un cafè científic que vam anomenar: *Sota la pell de l'oceà: la vida extrema*. La Isabel va explicar que va fer recerca sobre extremòfils a la Universitat de Portland, concretament sobre termòfils, durant tres anys; ara que ha tornat estudia ecologia microbiana, perquè aquí no se'n fa, d'aqueixa recerca.

Què són els extremòfils?

Els extremòfils són organismes que viuen en condicions extremes, ja sigui de temperatura (aleshores se'n diuen termòfils), de pressió (se'n diuen baròfils) o de pH (són acidòfils o basòfils, segons el cas).

Els organismes termòfils són principalment bacteris, que poden créixer fins a 80 o 90 °C; però també eucariotes, com ara fongs o algues, que poden créixer fins a 60 °C. Hi ha algun cas encara més sorprenent, com alguns bacteris trobats a les fonts termals de Yellowstone, que poden viure a pH 0 i a 121 °C.

La descoberta dels extremòfils, el 1977, va comportar una revolució en la concepció evolutiva dels éssers vius; perquè,

si bé se sabia que hi havia microorganismes que podien viure sense dependre de la llum; no se sabia que es podien desenvolupar sistemes ecològics de vida abundosa.

Com es classifiquen els organismes vius?

Si les tècniques microscòpiques van deixar enrere els tres regnes –animal, mineral i vegetal– per classificar els organismes vius en cinc regnes –animals, vegetals, fongs, protists (organismes unicel·lulars amb nucli diferenciat, és a dir, eucariotes) i moneres (procariotes, és a dir, bacteris en sentit ampli)–, les noves tècniques moleculars divideixen els éssers vius en tres dominis: dos procariotes (bacteris i arquees, que comprendrien el regne dels moneres de la classificació anterior i dues terceres parts dels diferents organismes) i un d'eucariotes (que inclouria els altres quatre regnes, i correspondria a una tercera part dels éssers vius).

Els extremòfils

Els arqueobacteris són organismes que viuen bàsicament en l'oceà; abans es creia que eren extremòfils, ara es pensa que també poden viure en condicions estàndard per a nosaltres. D'arquees n'hi ha de marins i de terrestres. Els marins viuen en fonts termals submarines associades als llocs de contacte entre les plaques tectòniques: prop de Costa Rica, de les Açores, d'Islàndia, prop de l'Etna.

S'estima que no es coneix sinó l'1% dels termòfils submarins, que habitualment són a milers de metres de

fondària, llevat de les que creixen prop de l'Etna –que ho fan a 20 o 30 m de fondària– i, amb tota probabilitat, les que viuen prop de les fonts del volcà submarí que creix al sud de l'illa d'El Hierro i que està a 140 m de fondària. Es desconeix si a l'abisme marí, fora de les dorsals, hi creixen arquees. De termòfils terrestres n'hi ha a les Açores, Islàndia, Kamtxatka, Yellowstone, Atacama i altres fonts termals, com ara les de Río Tinto, d'aigües roges molt acidòfiles, els components de les quals els estudia la NASA i el Centro de Astrobiologia del CSIC a Madrid.

Els organismes que viuen en condicions extremes de temperatura tenen estructures moleculars especials, proteïnes i àcids nucleics que no es desnaturalitzen. Es coneix que les cadenes d'àcids nucleics, per exemple, tenen una abundància de bases guanina i citosina que s'uneixen amb tres enllaços, cosa que els confereix més estabilitat, ja que adenina i timina s'uneixen amb dos enllaços. Els organismes que viuen en condicions acidòfiles tenen bombes per expulsar ions hidrogen a l'exterior. Ara, tot i haver de destinar molta energia a sobreviure en un ambient que és hostil, en principi, a la vida, els extremòfils tenen la possibilitat d'explotar un ecosistema sense competència.

La relíquia

Arquees i bacteris eren també els organismes que van canviar l'atmosfera reductora de la Terra i la van tornar oxidant, tal com és ara, generant oxigen com a molècula de

rebuig del seu metabolisme. Eren bacteris anaeròbics i fotosintètics, com els cianobacteris. Tots ells van permetre l'evolució de la vida com la coneixem.

Ecosistemes extremòfils

Al voltant de les fonts termals submarines hi creix un tipus de vida que, com hem apuntat, sorprèn per la seva abundància i la seva diversitat. Hi creixen microorganismes en un estret espai en què el gradient de temperatura canvia molt: la fumarola surt a més de 400 °C, però els gasos que emet canvien ràpidament de temperatura quan es troben amb la de l'oceà, que està a 2 °C de mitjana. I, aprofitant els microorganismes, hi creixen també macroorganismes que se n'alimenten, com ara bivalves (musclos i cloïsses, bàsicament), cucs ploma, que poden arribar a mesurar fins a 2 metres (només vistos al Pacífic), i artròpodes (com crancs i gambes, aquestes darreres només a l'Índic). També hi pot haver peixos en aquests ecosistemes que es generen exclusivament a partir d'aquest fluid. La diversitat és enorme, es poden comptabilitzar fins a 20.000 espècies en una font hidrotermal.

Composició de la biomassa terrestre

Fitoplàncton:	3%
Procariotes:	3%-4%
Humans:	0,03%
Balenes:	0,004%
Virus:	0,003%

Ara, els números són una altra cosa. Els virus, en realitat, són els organismes, si es pot dir així, més abundants a l'oceà. Es calcula que n'hi ha deu vegades més que microorganismes. Els humans, per exemple, estem plens de microorganismes; s'estima que, per cada cèl·lula pròpia (amb el nostre DNA), hi ha deu bacteris; ara bé, per la seva mesura petita, els microorganismes de cadascun de nosaltres només pesen un o dos quilos.

Estudiar els extremòfils

Hi ha tres submarins que poden baixar a prendre mostres a 4.000 m de fondària: l'Alvin, que habitualment pot dur tres persones, el pilot i dos científics (o tècnics, en general); és el que va trobar el Titànic. Però, abans ha calgut fer un estudi de prospecció amb un vehicle que duu sensors de gasos, a veure on es troba exactament la fossa i la ploma hidrotermal. Un cop localitzada, es planifica el viatge exploratori.

La Isabel ha estudiat els bacteris que hi ha a l'oest de Costa Rica, a la dorsal del Pacífic oriental, on s'ajunten les plaques de Cocos i del Carib. Les expedicions oceàniques poden durar un parell de setmanes; surten en vaixell fins a la zona que volen estudiar, i el submarí se submergeix vuit hores diàries durant onze dies, per prendre mostres, que seran estudiades per geòlegs, microbiòlegs i macrobiòlegs. El submarí té braços articulats des de dins la cabina, pren les

mostres i les deixa en una cistella, fins que puguin ser recuperades de nou a la superfície.

Desconeixent inicialment l'aplicabilitat de l'estudi d'extremòfils, després s'han pogut trobar molts enzims que s'apliquen en biotecnologia. Un bon exemple n'és la *Taq* polimerasa, un enzim del bacil *Thermus aquaticus*, descrit per Thomas Brock el 1967, base de la PCR (reacció en cadena de la polimerasa), que ha permès, entre altres coses, seqüenciar genomes.

Per acabar...

En acabar, la Isabel ens explica que va anar a Portland a estudiar extremòfils, perquè allà era on s'estudiaven; i ho va fer perquè des del moment que els va conèixer va sentir curiositat per aquests fascinants éssers vius. A través de les seves paraules hem vist que realment desconeixem la gran majoria dels organismes que viuen en el món marí, i encara més els que formen part del món microscòpic. I hem vist que hi ha vida en condicions en què sembla impossible que hi pugui ser. La vida dels extremòfils.

Més informació:

Ferrera (2010). «Vida extrema a les fumaroles termals oceàniques». *Omnis Cellula* (25).

Claudia Dreifus (NYT). Entrevista a Cindy Lee Van Dover, ecòloga marina: «Las chimeneas submarinas son jardines de criaturas exóticas». *El País* (21/11/2007).

A El Hierro, ¿nacerá una nueva isla? (19/2/2012)

El pasado miércoles 15 de febrero vino Joan Martí, del Instituto Jaume Almera, del CSIC, para darnos razón sobre si nacerá o no una nueva isla como resultado del afloramiento magmático submarino que tiene lugar cerca de la isla de El Hierro. Queríamos saber cómo había sucedido todo, al menos, hasta ahora. Joan Martí es geólogo de formación, y vulcanólogo desde hace más de 30 años. Es coordinador del grupo asesor del Instituto Geográfico Nacional (IGN), institución que, por ley, tiene el encargo de vigilar las áreas volcánicas.

Los datos obtenidos por la red de vigilancia son interpretados por los científicos, quienes asesoran a gestores y políticos, últimos responsables de la toma de decisiones. La gestión de riesgos en España, salvo el nuclear, está transferida a las comunidades autónomas. En Canarias, a raíz de la crisis volcánica relacionada con el Teide en 2005, se elaboró un plan de emergencia, que culminó en mayo de 2010. Poco más de un año después, comenzó la crisis volcánica de El Hierro.

El vulcanismo de Canarias

Las Canarias, como todas las islas oceánicas, son volcánicas. Surgieron de un punto caliente en el medio de la placa tec-

tónica africana. Que surgieran en un punto central no es frecuente; es más común que las islas surjan de las zonas de contacto entre las placas, como es el caso de las Hawái o las Azores sobre la dorsal atlántica (entre las placas euroasiática, africana y americana); en estos casos, se ve la disposición lineal de los archipiélagos. El archipiélago canario no sigue una disposición lineal, si bien está vinculado tectónicamente a la falla del Atlas.

Según datación radiométrica, el magmatismo canario comenzó hace en torno a sesenta millones de años, y, probablemente, con una rápida tasa de emisión. Llegó un punto en que el material acumulado haría una fuerte presión que frenaría hasta parar nuevas emisiones de magma. Una vez parados los fenómenos constructivos, solamente actuarían los destructivos, como la erosión, o bien, deslizamientos, cuando el edificio de un volcán pierde estabilidad. La forma triangular de El Hierro indica que ha tenido tres muy notables, que involucraron grandes partes del edificio de la isla: el valle de El Golfo, el de Isora (Las Playas) y la concavidad meridional de El Julan. En principio, El Hierro debería haber sido una isla redondeada como es La Gomera, y como es el edificio submarino.

Bajo todas las islas Canarias sigue habiendo magma, mientras que no lo hay entre las islas, que están separadas por profundidades de 4.000 m. Estas hacen que la altitud real sea muy superior a la emergida; así, el Teide, por ejemplo, que mide más de 3.700 m de altitud, en realidad

es una montaña de casi 8.000 m, si le sumamos el edificio submarino. El Hierro, con sus 1.500 m de altitud máxima, en realidad alcanza los 5.500 m. Estas profundidades se alcanzan también porque el peso de las islas y el vaciado de material deforman y hundan la corteza terrestre. Desde hace 10.000 años, sin embargo, en el Holoceno, en Canarias ha habido unas 20 erupciones registradas.

¿Qué se requiere para una erupción?

Para que tenga lugar una erupción necesitamos magma, es decir, roca de unas determinadas condiciones químicas fundida por presión y temperatura elevadas. Como el magma fundido es menos denso que la roca sólida (el agua es la única excepción que cristalizada es menos densa que cuando es líquida), por gravedad, tiende a ascender. Cuando llega a la superficie, se puede hablar de erupción. Si este magma tiene gases disueltos (dióxido de carbono, metano, radón, sulfúrico...), y según la cantidad, se puede generar una erupción explosiva.

El vulcanismo se puede predecir con un grado de certeza inferior a la predicción meteorológica, pero superior a la sísmica. ¿Por qué? Al ascender, el magma deforma las rocas y las rompe por mecanismos hidráulicos; la deformación se detecta con GPS y el rompimiento, con sismógrafos. Otros instrumentos –como magnetómetros o gravímetros– también ayudan a notar que el piso inferior se mueve y cómo lo hace. Desde julio, los datos de vigilancia recogidos en El

Hierro indicaban que el magma bajo la isla pugnaba por subir. Hacía 10.000 años que en la isla no había una erupción. Así que no era considerada una isla de sismicidad probable.

La crisis volcánica de El Hierro

Desde el 17 de julio de 2011, la red de vigilancia vulcanológica de Canarias alertaba que en El Hierro había una actividad anormal: la actividad sísmica era superior a la habitual y más continuada, prioritariamente en el norte. Todo parecía indicar que, en algún momento, iba a haber una erupción volcánica en algún lugar cercano. Pero ¿cuándo?, ¿dónde?, y, sobre todo, ¿cómo? El volcán de El Hierro se puso a emitir lava en el momento y, sobre todo, en el lugar que nadie se esperaba: el 14 de octubre a las 4:30 en el sur de la isla.

El fenómeno curioso que ha sucedido en El Hierro es que los movimientos sísmicos primeros fuesen en el norte y la erupción fuese en el sur. Y esto sucedió así porque, si bien la lava emergió del manto terrestre en la zona norte, debió de haber encontrado barreras estructurales (probablemente otras rocas más duras) y, por la ley de la parsimonia, pudo seguir abriéndose camino por los espacios que cedían más: hacia el sureste. Este desplazamiento magmático fue registrado; en su recorrido se detectó una deformación que elevó a la isla unos 4 cm en superficie. El nuevo volcán surgió de un valle submarino, determinado por cartografía

batimétrica en 1999. Empezó a 300 m de profundidad y, ahora, se encuentra a 130 m bajo el mar. Es decir, es un volcán de dimensiones similares a las del Croscat, en La Garrotxa.

Los primeros piroclastos de la erupción habían arrastrado material magmático encallado en erupciones anteriores. Así, se trataba de bombas volcánicas porosas que flotaban unos días. Los piroclastos posteriores enseguida llenaban los poros con agua y volvían a sumergirse. También al principio hubo las fases más explosivas, más gaseosas de la erupción. La erupción también fue más intensa al principio, después fue menguando, aunque ahora parece que vuelve a ser más intensa. Así pues, a la pregunta «¿nacerá una nueva isla?», la respuesta de Joan Martí es que probablemente no. Primero, tendría que superar estos 130 m hasta aflorar. Y, si aflorara, sería necesario que la estructura se mantuviera sin colapsar. En cualquier caso, es la primera erupción submarina que se sigue desde el momento en que dio indicios de que iba a suceder.

Història demogràfica de Sarrià (23/3/2012)

Ahir, 22 de març, va venir Anna Cabré, directora del Centre d'Estudis Demogràfics de la Universitat Autònoma de Barcelona, al cafè científic. Ens va parlar de la seva recerca en demografia històrica, basada en els llibres d'esposalles de la catedral de Barcelona i subvencionada per la Unió Europea: *Cinc segles de casaments. Five Centuries of Marriages (5CofM). A project of Historical Demography in the Barcelona Area.*

Es veu que va coincidir l'acabament de la catedral amb una visita de Benet XIII, el Papa Luna, el 1408, camí de Peníscola; i com que el bisbe es devia queixar que es van quedar sense diners per acabar la construcció, el papa va dictar una ordre conforme els qui es volien casar havien de pagar una taxa. El recull de les taxes omplia el llibre de les esposalles. Les taxes eren diferents, segons el nivell econòmic de la parella. La tarifa general era de 4 sous. Els més pobres, es casaven *amore dei*, és a dir, gratis. Els més rics pagaven una quota més elevada, de fins a 8 o 16 sous. Les parròquies on se celebraven els casaments nobles eren la del Pi i la de Sant Just i Pastor.

Aquests llibres d'esposalles, que la catedral de Barcelona té recollits des de 1451 fins al 1905, són una font rica d'informació, ja que hi consta el nom dels contraents, l'estat

civil, la professió, la parròquia on contreien matrimoni i el pagament. Així es pot fer un estudi transversal del nivell social segons la parròquia. Per què es va aturar el 1905? Doncs perquè va canviar la tecnologia, i el recull del pagament de la taxa es va fer d'una altra manera i la recollia la parròquia. En total hi ha set-cents mil matrimonis celebrats en dues-centes parròquies, recollits en vuitanta o noranta llibres, durant cinc segles. El buidatge l'han fet trenta-cinc persones.

A les parròquies de Sarrià, entre 1451 i 1861 es van celebrar uns 3.600 matrimonis, segons els llibres d'esposalles. La major part (entorn del 70%) dels contraents eren pagesos. El lloc de residència dominant era el dels marits, és a dir, que la dona era la que es desplaçava. Els cognoms més freqüents són Piera i Amat; després Casanoves i Serra. Els noms més abundosos: Joan, Josep i Francesc. A diferència d'altres parròquies, Vicenç era més freqüent. Entre les dones, el nom més freqüent amb diferència era Maria; després, Eulàlia i Teresa. Es veu també com el 1860 el contingut d'aquests llibres, que abans era en català, passa a ser en castellà.

Primavera: Com és el nostre cervell, com interpreta?

Enguany se celebra l'any de les neurociències a l'estat espanyol, per això volem dedicar-hi un trimestre, la primavera. És apassionant conèixer l'òrgan que ens diferencia dels altres animals: el cervell. El cervell és l'especialització de la nostra espècie; però, com es desenvolupa? Com evoluciona? Com envelleix? Com ens relacionem amb l'entorn?

18 d'abril: *Com estudiem el nostre cervell?* Isidre Ferrer, Hospital Universitari de Bellvitge/Universitat de Barcelona.

Molts segles menystinguda la seva importància com a òrgan de memòria i de cognició, protegit i amagat dins el crani, com hem pogut arribar a conèixer com és el nostre cervell? Quines eines ens expliquen el seu funcionament?

16 de maig: *Com va evolucionar el nostre cervell?* Lourdes Fañanás, Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona, CIBERSAM.

Com hem arribat a tenir el cervell més desenvolupat entre tots els animals? Quina relació hi ha entre la mesura del nostre cervell i un naixement prematur? Quina relació existeix entre el cervell i l'ambient en què es desenvolupa?

13 de juny: *Qui era i què va investigar Santiago Ramón y Cajal.*

Elvira Rocha Barral, naturalista i historiadora de la ciència.

Per acabar l'any de les neurociències, la historiadora de la ciència (experta en Ramón y Cajal) ens va explicar qui i com era el que es podria dir l'únic Nobel espanyol i quina va ser la recerca que va fer. Més informació.

Com estudiem el nostre cervell? (19/4/2012)

Al cafè científic d'ahir va venir Isidre Ferrer, de l'Hospital Universitari de Bellvitge/Universitat de Barcelona. Ens va parlar sobre la història de la recerca sobre el cervell.

Al Renaixement, quan hi havia estudis anatòmics en cadàvers, es va veure l'estructura macroscòpica del cervell. El pas següent va ser estudiar el cervell des del punt de vista microscòpic, quan es va distingir la substància blanca i la substància negra. I, seguint l'escola alemanya, es feien talls seqüencials del cervell, per a veure el cervell en una pretesa tercera dimensió. Així Ramón y Cajal va descobrir la neurona amb la tècnica de Golgi, i ho va aconseguir perquè només tenia una de cada cent o mil neurones. Aquesta troballa va donar peu a la discussió que va enfrontar Cajal (neuronisme) i Golgi (reticularisme). També es van estudiar la repercussió de lesions cerebrals en el comportament de les persones que les patien.

Un exemple d'aquesta evolució seria el cas de la malaltia de Parkinson. Fa dos segles, James Parkinson va descriure la malaltia que duria el seu nom com un trastorn del moviment. Fa cent anys es va poder veure per citologia que era un deteriorament de la substància negra, que degenerava i perdia color. Ara sabem que hi està involucrat un procés bioquímic causat per un dèficit dopamina. I també podem

veure les lesions per ressonància magnètica nuclear (RMN), tomografia axial computeritzada (TAC) i tomografia per emissió de positrons (PET), tècniques que donen informació visual de les lesions cerebrals.

Després, des de la *Casa de locos* dibuixada per Goya –que no era més que una presó per a malalts mentals– fins a l’aparició del concepte de demència, pèrdua de les facultats cognitives –concepte que va sorgir més tard–, va anar desglossant molts dels trastorns mentals, o situacions d’alteració de salut. Va parlar dels textos de finals del segle XIX i principis del XX, en què, curiosament, es parlava en el cas dels homes de neurastènia, una malaltia que més tard es va nomenar *surmenage* i després *estrès* (tot plegat, un cansament intel·lectual). En el cas de les dones, en canvi, la situació era diferent, es parlava d’histèria, que era, etimològicament, una alteració de l’úter. Els metges i les infermeres els practicaven un «desahogo histérico», una mena d’injecció que no deixava de ser una masturbació. A mitjans del segle XX, quan es va publicar l’informe Kinsey –una visió moderna i epidemiològica de la sexualitat humana occidental–, les qüestions referides a la sexualitat humana van començar a tractar-se d’una manera més reposada, i ara la histèria no es considera un diagnòstic.

Com va evolucionar el nostre cervell? (17/5/2012)

Ahir va venir Lourdes Fañanás, de la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona i el CIBERSAM. És la segona persona que repeteix cafè científic. Com sempre, ens va parlar de la seva recerca, que la duu a reflexionar entorn de la relació del cervell amb els efectes ambientals que el poden arribar a condicionar. Per això va arribar amb un article de *La Vanguardia*; el destacat de la contra diu així: «Sin la insensatez del adolescente, nos habríamos extinguido», d'una entrevista a Iroise Dumontheil. I ho va fer per parlar de les edats de transició, de la naturalesa del nostre cervell d'animal social supervivent.

El nostre cervell és el triple de gran, en relació al cos, que el qualsevol altre primat. L'encefalització va arribar ara fa uns dos milions d'anys, amb el gènere *Homo*, quan la capacitat craniana va passar de 600 a 1.350 cc. Així, van poder crear una indústria lítica que els va permetre modificar l'entorn amb intencionalitat. No hi ha cap altra espècie que hagi seguit aquesta evolució. Va coincidir amb la capacitat de caminar drets, amb la qual cosa les mans restaven alliberades i podien tenir una visió elevada. A partir d'aleshores, els humans transformem el nostre entorn amb la cultura. I naixem prematurs, som fetus extrauterins viables.

Els nens són esponges, i en l'aprenentatge es reforcen unes sinapsis i no unes altres. L'aprenentatge ens transforma el

cervell. I la mare juga un paper essencial en el desenvolupament del nano, per crear la seva representació del món. En l'adolescència, el cervell no té por de res; és l'època de l'exploració, de ser temeraris per a conquerir el món. A la fi del període, aquest petit nivell de paranoia evolutiva decreix.

La malaltia mental, per contra, és una pèrdua de diferenciació del món exterior i l'interior. Què ho pot provocar? Factors de risc. Un d'ells és que la persona, de nen, hagi rebut maltractament psicològic. Humiliar un nen és greu; hi pot haver metilació del DNA de l'hipocamp, en els gens que s'expressen, i restar amb una lesió crònica per un efecte epigenètic. Es perd la frontera.

Don Santiago Ramón y Cajal (14/6/2012)

Al darrer cafè científic no es va presentar la ponent. No m'havia passat mai. Què fer amb més de quaranta persones a la sala? Anava mirant al meu entorn; els amics que tenen coses a dir... De sobre la vaig veure: «Elvira, què et sembla si ens parles de Cajal?». Sí. Es va aixecar, va venir al meu costat.

Elvira Rocha Barral va començar a explicar la seva recerca sobre don Santiago Ramón y Cajal. Jugava amb avantatge, perquè ja sabia –des del curs d'il·lustració que vam fer a Farrera– que Elvira és una experta en Cajal, no en va hem treballat juntes preparant *Obra de Cajal*. Amb suavitat, es va anar posant el públic a la butxaca. Jo vaig començar a respirar més tranquil·lament.

Va parlar de la persona de Cajal, de la seva dura infantesa, amb un pare exigent; dels estudis de medicina, de l'estada a Cuba. Del retorn i la càtedra a València, a Barcelona i posteriorment a Madrid. De l'any gloriós en què va confirmar el neuronisme. Dels viatges a veure els savis alemanys. De la concessió final del Nobel i la seva discrepància amb Golgi. De les seves publicacions: de *Textura*. Dels seus anys finals, fent política científica a la Junta de Ampliación de Estudios.

I així, suaument, vam acabar el trimestre dels cafès científics de la Casa Orlandai dedicats a la neurociència.

L'endemà, jo interessant-me per la salut de la ponent que no va venir, la seva secretària es va disculpar en nom seu.

Més informació

Carme Puche i Moré (2007). «Aprofitar els privilegis: Elvira Rocha (Barcelona, 1930)».

Beatriz Monreal (2006). «Ramón y Cajal o la pasión de investigar. (Conversación con Elvira Rocha Barral)».

Elvira Rocha Barral (2007). *La aventura científica de Ramón y Cajal*. Instituto de Estudios Altoaragoneses.

Elvira Rocha Barral (2002). «¿Qué posibilidades tenemos hoy de acercarnos a la obra científica de Ramón y Cajal?». *Boletín Informativo de la Comarca de Ayerbe* (abril-juny, p. 28-30).

Tardor: Comprendre l'entorn

Volem dedicar aquest trimestre a obtenir eines per observar el nostre entorn i comprendre'l. Accions tan diferents com llegir un diari, observar el nostre entorn natural, mirar al cel o una bassa tenen en comú la utilització de la sagacitat per desvetllar indicis que ens poden revelar claus que ens situïn en el temps, l'espai i la dimensió. Per acabar el trimestre, veurem com s'exploren vies per a obtenir noves solucions amb aquests canvis de dimensió, amb la nanotecnologia.

19 de setembre: *Com estudiem el clima del passat?* Isaac Casanovas. Institut Català de Paleontologia.

Fa cinc mil anys, la plana de Barcelona com era? I fa cinc milions d'anys? I en fa vint-i-cinc? Quins detalls ens poden fer pensar en el clima que hi havia a Catalunya en el passat?

17 d'octubre: *Com captem les dades numèriques?* Les xifres als diaris. Frederic Udina, director de l'Institut d'Estadística de Catalunya.

Tenim una incapacitat natural per desenvolupar-nos entre xifres? Davant de dades estadístiques sovint fem interpretacions errònies: si l'any passat no em va tocar la loteria, tinc més possibilitats que em toqui aquest?

21 de novembre: *Com comprenem les magnituds? Del telescopi al microscopi.* Víctor Grau, Universitat de Vic.

Les grans dimensions se'ns escapen. Com comparem el Sol amb la Terra?, en tenim noció? I la distància? I quan, en comptes d'anar en línia recta, els objectes giren? I la mesura del pas del temps?

<www.physics.cat>

12 de desembre: *Les mesures més petites: la nanotecnologia.* Jordi Fraxedas, Centre d'Investigació en Nanociència i Nanotecnologia (CIN2).

Fa temps que molts investigadors busquen la manera d'explorar el nostre organisme per dins. I, si pot ser, per guarir-lo. La nanotecnologia ens ha obert un espectre de possibilitats fantàstiques per poder veure dins nostre, guarir-nos, fabricar materials superresistents... Com poden aparèixer propietats noves?

Com estudiem el clima del passat? (24/9/2012)

Dimecres passat va venir Isaac Casanovas, de l'Institut Català de Paleontologia, que va ser fundat per Miquel Crusafont. L'Isaac, paleontòleg vocacional, ens explica que, en el recorregut de casa seva a la feina, té oportunitat de llegir el paisatge i trobar pistes del clima del passat.

Catalunya té una història geològica interessant, que se centra en dues fases: el cicle hercinià, quan, fa entre quaranta i trenta milions d'anys, era sota un mar calent i poc profund, el mar de Tetis; i el plegament alpi cenozoic, que va des del Cretaci, des de la desaparició dels dinosaures, fins al Mesozoic. També cal destacar l'episodi volcànic de la Garrotxa.

Aquesta història fa que sigui una terra molt rica geològicament (ens en podem fer una idea en els inventaris d'espais d'interès geològic de Catalunya). Com que va passar un període sota l'aigua, es van dipositar els sediments que van originar el material geològic de Catalunya. Però, a banda del material, també hi ha restes més físiques, com de camí a la Universitat Autònoma de Barcelona, on una pedra grisa reflecteix una història de ventall al·luvial, un arrossegament de rierada. Aquestes restes les podem veure quan fem una excursió geològica; però, abans d'anar d'excursió, vam fer un recorregut pels conceptes que van associats als canvis climàtics geològics

que ha patit la Terra i la seva relació amb les espècies que han viscut i que ara podem trobar fossilitzades.

Un passeig pel coneixement dels geòlegs

En primer lloc cal tenir present que la Terra no ha estat sempre igual. Alfred Wegener, mitjançant la tectònica de plaques, va posar de manifest que l'escorça de la Terra ha canviat al llarg del temps: els continents s'han anat movent. Feu un joc amb els nens o amb qui vulgueu: preneu un atlas antic i retalleu continents: veureu com encaixen l'Amèrica del Sud i l'Àfrica, Madagascar i el sud-est de l'Àfrica.

Com que els continents es movien, la disposició de la circulació oceànica també canviava; això feia variar el clima. Quan fa uns 25 milions d'anys l'Antàrtida va arribar al pol sud va provocar un canvi de corrents a la Terra: es va formar el Corrent Circumpolar Antàrtic, i el clima va canviar. Més endavant, fa 9 milions d'anys, quan es van ajuntar Amèrica del Nord i Amèrica del Sud, va canviar la circulació oceànica, i també va representar un impacte molt rellevant per a l'intercanvi en la fauna, sobretot en la sud-americana.

En paral·lel i, a més de la relació entre les faunes, per contacte o per aïllament; a mesura que els continents es movien, canviava el clima, de manera que els éssers vius que hi vivien anaven canviat, per la llei de l'evolució i segons la pressió selectiva a què es veien sotmeses les poblacions. Alguns dels éssers vius que van viure han quedat fossilitzats i, a més d'estudiar la seva morfologia (que ens dona la

relació de parentiu entre les espècies), poden ser datats. La datació ens dóna les xifres absolutes en el temps.

Isaac estudia micromamífers, que poden ser un grup indicador del temps en què van viure, i al seu torn, també poden ser indicadors del clima de l'època, si s'arriba a conèixer què menjaven. L'estudi de la fossa tectònica del Vallés-Penedès ajuda a completar l'evolució dels èquids i dels homínids del miocè. Per a comprendre-ho ens convida a anar al Museu de Paleontologia de Sabadell, ara de l'Institut de Paleontologia de Catalunya, on hi podrem veure l'exposició «Gairebé humans»; tenim temps fins a finals de juny de 2013; i, per aprofundir-hi, ens recomana el catàleg.

Excursió paleontològica

Ens recomana prendre una guia de mol·luscos tropicals per comparar i classificar les restes que trobarem, i ens recorda que **és del tot prohibit recol·lectar un fòssil del camp.**

Les visites que suggereix són:

1. Montjuïc: era al delta d'un riu al mar de Tetis, per això, pujant al far, hi podem trobar cargols miocènics.
2. Al Papiol podem trobar petxines de fa quatre milions d'anys.
3. A Rubí podem trobar *Conus* fòssils de l'Helvecià, ja descrits per Crusafont.

4. Els esculls coral·lins de Sant Pau d'Ordal i de Sant Sadurní d'Anoia reflecteixen que fa 16 milions d'anys aquella zona era sota un mar de temperatura superior a 22 °C o 25 °C.

I, si volem anar més lluny, a Ogassa, antic poble miner, podem trobar restes fòssils de fa uns 360 milions d'anys. Es poden trobar restes de falgueres arborescents i, fins i tot, libèl·lules, perquè aquest tros de terra era una torbera en un clima molt més càlid i humit.

Altres cops, vam quedar bocabadats amb el que ens expliquen els tertulians, i vam marxar amb la sensació que l'hem de tornar a convidar. A anar d'excursió, potser?

Suggeriments

Museu Geològic del Seminari.

Si vols passejar per Barcelona i aprendre geologia: *Fòssils urbans de Barcelona*, d'Anna Cornella.

Història Natural dels Països Catalans. Enciclopèdia Catalana.

Agustí, Jordi y Antón, Mauricio (1997). *Memoria de la Tierra: Vertebrados fósiles de la península Ibérica* (157 p.). Barcelona: Ed. Serbal.

Alba, D. M. (2012). *Gairebé humans*. Ed. Institut Català de Paleontologia.

Goff, Lee M (2002). *El testimonio de las moscas: Cómo los insectos ayudan a resolver crímenes*. Barcelona: Alba Editorial (recomanació de l'autora).

Com captem les dades numèriques? (18/10/2012)

Al cafè científic d'ahir, Frederic Udina, matemàtic, professor de la Universitat Pompeu Fabra i ara director de l'Institut Català d'Estadística (Idescat), ens va fer reflexionar a tots plegats sobre números, probabilitats i matemàtiques, en general. Ens va donar pistes per comprendre les dades numèriques que trobem en el nostre entorn. Vam recordar la xerrada de l'Ateneu, organitzades per l'ACCC, *Esquivant les trampes dels sondejos electorals*, dins el curs d'autodefensa matemàtica.

Els números

Els números, existeixen? Quan pensem en un dos, existeix, realment?

[A mi em venien contínuament al cap les precioses històries que llegia quan explicava matemàtiques. El fet que els primers símbols d'escriptura devien ser números, que probablement servien com a contractes entre dues parts (a bibliografia: Mosterín). O bé, la descripció de les xifres i dels números aràbics (a bibliografia: Ifrah). I, sobretot, la necessitat que apareguessin els diferents conjunts de números, cada cop per necessitats del moment. Per exemple, com vam començar amb els números naturals, que servien per a comptar els caps de bestiar, per exemple; els números

sencers, que van servir per a vendre caps de bestiar; els números racionals, que van servir als egipcis per a les mesures contínues, com ara les dels camps un cop baixava l'aigua del Nil; els números reals, resultat d'arrels quadrades, per exemple; i números complexos, que inclourien els resultats d'arrels quadrades de números negatius (a bibliografia: Asimov, cap. 8).]

Les matemàtiques

Les matemàtiques són molt antigues, tant com els humans, pràcticament. Com a ciència abstracta, busquen afirmacions certes; amb els números, les operacions aritmètiques, i les funcions i les estructures algebraiques són la base de moltes altres ciències, que no haurien avançat sense elles. Els serveixen, entre altres coses, per comprendre el món i per poder predir fenòmens.

Els números i les matemàtiques, són un producte de la ment humana?

Aquesta pregunta ens va fer encetar un debat metafísic. Alguns argumentaven que sí; que tot i que coloms, cotorres i lloros, i altres animals, poden comptar, el número dos és un concepte abstracte que no existeix fora de la nostra ment; que el triangle que dibuixava Pitàgores per explicar el seu teorema no era més que una aproximació, que el triangle ideal només existeix en el nostre cervell. Però, el càlcul de la trajectòria d'una pedra que llancem, seguirà les

Illeis de Newton, i caurà exactament on elles prediguin. O, una població que estigui en un moment demogràfic crític, si ultrapassa el valor mínim de supervivència, s'extingirà, encara que ningú no compti els individus.

Per què ens costen tant, les matemàtiques?

Diuen que el llenguatge és ancestral i es va seleccionar positivament, perquè ens ajudava en la comunicació; en canvi, els números, no. Per què? Si entre els arbres es veien les ratlles d'un tigre, l'evolució ens va fer arrencar a córrer, sense esperar a veure si efectivament ho era, o si n'hi havia més d'un (a bibliografia: Blastland).

Probablement tenim una formació deficient; perquè, hi ha pobles, com els hongaresos, que tenen un coneixement basal de matemàtiques molt superior al nostre. I també, els anglosaxons tenen més instal·lat en el cervell el mecanisme de les apostes; cap de nosaltres diria: «M'hi jugo quatre contra cinc que guanyo la cursa». El cas és que presumim de no saber comptar, mentre presumim de fruir amb una obra dodecafònica i ens avergonyeix no escriure bé (a bibliografia, Paulos: *El hombre anumérico*).

Les probabilitats

El càlcul de probabilitats, que va començar el segle XVIII per buscar la probabilitat d'èxit que sortís un número en una aposta, ens costa molt més; sembla que la ment humana no està preparada per comprendre la probabilitat. No com-

prariem un dècim amb el número de la loteria que va sortir l'any anterior; com tampoc no comprariem el número 11.111; i això que tots són igual de probables. Però els altres números, amb xifres diverses, ens emmascaren que tenen una baixíssima probabilitat de sortir. Ens enganyen, com si fossin il·lusions òptiques (a bibliografia: Piattelli).

L'atzar, existeix?

Aquest debat antic, que va fascinar Dalí, entre altres, està per resoldre (a bibliografia: *Proceso al azar*). Atzar o caos? En biologia tendiríem a dir que l'atzar hi juga un paper, perquè, què fa que un gen quedi al costat de l'altre i se seleccioni per donar un nou individu? L'atzar; sobretot, fins on sabem. Potser tot depèn de sistemes complexos.

L'estadística

Una enquesta és un experiment per endevinar un número. I, per això, cal trobar bé la mostra. En Frederic ens fa un experiment de sondeig, emulant una enquesta. Duu una bossa amb bales blanques i de color; traiem una mostra per a respondre si les famílies catalanes arriben o no a final de mes. Surten la meitat de cada color. Independentment del significat, la mostra estava ben presa, les bales eren ben remenades.

Als anys trenta hi va haver un cas històric: el *Reader's Digest* va fer una enquesta als seus lectors, que eren 10 milions; els donava una cartolina prefranquejada, en la qual

havien de respondre si votarien el partit republicà o el demòcrata. El resultat no va tenir res a veure amb la realitat. Per què? Perquè en els lectors hi havia un biaix, no representaven tota la societat. No estava ben remenada la mostra, diguem-ne. El matemàtic i periodista George Gallup, per contra, va seleccionar una mostra molt menor però molt més representativa, i va encertar el president votat.

Recomanacions per a llegir els diaris

Frederic ens recomana que sempre que hi hagi una estadística periodística publicada en un diari, la llegim dues vegades. O tres. I, si és una enquesta, buscar la fitxa tècnica, que és obligatori publicar; en ella, cal fixar-se especialment en el càlcul de l'error. Una altra recomanació és refer les estadístiques. Per exemple, si ens diuen que a l'Amazònia cada dia es tala una superfície gran com la península Ibèrica, en quants anys hauria hagut de desaparèixer?

Quina recerca es fa a l'Idescat?

A l'Idescat és a la Via Laietana; hi treballen un centenar de persones; els tècnics són històricament economistes, més tard estadístics, i també sociòlegs. Hi ha tres grans departaments: producció, difusió, i el de gestió, gerència i recursos humans.

Des del departament de producció, es preparen les enquestes bàsicament econòmiques, demogràfiques i socials;

tot i que cada cop és més difícil trobar quina és la separació entre les categories. Les enquestes de salut i les d'ensenyament, les fan els departaments corresponents; tot i això, col·laborem amb ells a trobar el mètode òptim per a realitzar-les. Totes les enquestes, de fet, es preparen amb especialistes que dominen el camp a estudiar, com ara cultura, o lingüística..., i també compten amb ells en la interpretació. Moltes vegades seria desitjable no fer enquestes a les persones, sinó tenir informació des d'altres vies; per exemple, des de bancs, o targetes de crèdit, o des dels buscadors de la web.

A banda de les enquestes tradicionals –com les que fan referència a matrimonis i naixements, entre altres–, el Parlament aprova els plans quadriennals, i després el govern aprova els programes anuals seguint les grans línies dels plans quadriennals. El departament de difusió permet que les dades produïdes arribin, de manera comprensible, a les persones que els pot interessar. I l'altra part del personal fa que l'institut funcioni.

Quan vas decidir fer-te matemàtic?

Jo preferia ser físic, però quan feia el selectiu (primer curs de carrera, comú als de ciències en l'època), vaig decidir que em passava a les mates, que m'ajudarien a comprendre el món. Després vaig veure que hi havia altres coses que també m'ajudaven a comprendre'l, com la poesia o la música.

El cafè científic d'octubre, el més participatiu de tots, el que ha generat més bibliografia, com va dir l'home assegut a la meva dreta quan va marxar, va ser un plaer.

Afegeixo un exemple. S'està dient que l'atur juvenil és del 50%, però no s'aclareix que és entre els que busquen feina. No compten un altre 50%, que estan estudiant i no treballen. Per tant, l'atur juvenil és del 25%, cosa que és, igualment, una pèrdua social.

Bibliografia

Blastland, Michael; Dilnot, Andrew (2010). *El tigre que no está: Un paseo por la jungla de la estadística*. Madrid: Turner Libros.

Piattelli Palmarini, Massimo (2005). *Los túneles de la mente*. Barcelona: Editorial Crítica («Col. Drakontos»).

Paulos, John Allen (2004). *Un matemático invierte en la bolsa*. Barcelona: Tusquets Editores («Col. Metatemáticas»).

Paulos, John Allen (1996). *Un matemático lee el periódico*. Barcelona: Tusquets Editores («Col. Metatemáticas»).

Paulos, John Allen (1990). *El hombre anumérico*. Barcelona: Tusquets Editores («Col. Metatemáticas»).

Gould, Stephen Jay (2007). *La falsa medida del hombre* (2a ed.). Barcelona: Editorial Crítica («Col. Drakontos»).

Mosterín, Jesús (1993). *Teoría de la escritura*. Barcelona: Icaria Editorial.

Ifrah, George (1988). *Las cifras. Historia de una gran invención*. Madrid: Alianza Editorial.

AAVV (1986). *Proceso al azar*. Barcelona: Tusquets Editores («Col. Metatemáticas»).

Wagensberg, Jorge; Dalí, Salvador (1985). «Proceso al azar», del congreso celebrado en el Teatro-Museo Dalí (Figueras).

Asimov, Isaac (1975). *De los números y su historia*. Madrid: Alianza Editorial.

Report sobre la recerca en Matemàtiques: IEC 2012

Com comprenem les magnituds? Del telescopi al microscopi (22/11/2012)

Al cafè científic d'ahir va venir Víctor Grau, de la Universitat de Vic, a exposar-nos algunes reflexions entorn a la manera en què els humans comprenem les magnituds. En Víctor és doctor en Física i el seu camp de recerca eren els líquids quàntics, fins que es va dedicar a la didàctica de matemàtiques i ciències per a mestres de primària.

Ja ens coneixíem, però arran d'un comentari seu al web *The Scale of Universe*, en la llista de l'ACCC a què estem subscrits tots dos, vaig pensar que ell podia ser la persona idònia per parlar sobre les magnituds allunyades de l'escala humana. El mèrit d'en Víctor ha estat superior al de qualsevol altre científic que hagi vingut al cafè científic, atès que no està parlant de la seva recerca, sinó que va fer un recull multidisciplinar *ad hoc*. Som-hi!

Les magnituds

Segons Viquipèdia, una magnitud física és qualsevol propietat natural que pot ser quantificada a partir de la mesura o del càlcul matemàtic. Podem pensar en velocitat, superfície, longitud, temps, pes, que mesuren magnituds concretes. Per tenir noció de les dimensions que s'allunyen de la dimensió humana, com poden ser les galàxies o els objectes

minúsculs, nano, necessitem referències que ens les acostin. Els qui estudien grans dimensions acostumen a fer comparacions amb dimensions de la nostra magnitud, com ara camps de futbol, com fan els astrofísics; la història de l'univers comprimida en un any, com fan els paleontòlegs; o pensar que un cabell mesura unes 100 micres, com ens diuen els nanotecnòlegs. Majoritàriament, ens sembla més fàcil imaginar-nos les mesures molt grans que les molt petites, perquè les podem acostar millor a la nostra escala.

La filosofia

Protàgores argumentava: «L'home és la mesura de totes les coses; les coses són, en relació a mi, tal com a mi em semblen; i, en relació a tu, tal com a tu et semblen». Plató, en el diàleg *Protàgores*, en veu de Sòcrates, critica el filòsof d'Abdera, perquè dubtava de la validesa del coneixement absolut.

Les intensitats

Algunes sensacions o emocions no tenen magnituds establertes, tot i que sí que podem reflectir amb el llenguatge si sentim molt d'amor o poc dolor. Els metges miren de quantificar el dolor amb una regla, tot preguntant al malalt que situï en una escala de dolor del 0 (= absència de dolor) al 10 (= dolor insuportable) el que senten.

De la Terra a la Lluna

En Víctor treu un globus terrestre de plàstic, que l'infla un dels participants al cafè. I duu també una pilota que representa la Lluna a escala. I pregunta «El nostre satèl·lit, amb quin continent es pot comparar?». Doncs veiem que la Lluna és de dimensions similars a Europa. Aleshores ens demana que les situem a una distància a escala, segons aquesta dimensió. Tots quedem curtíssims, hauríem hagut de necessitar 11 m. Estem acostumats a veure dibuixos en què, segons l'escala, la Lluna estaria a una distància de la Terra similar a la que hi ha d'aquí a Austràlia. La distància mitjana de la Terra a la Lluna és de 384.400 km, perquè varia al llarg de l'òrbita lunar. Pensem només que l'Apol·lo XI va trigar tres dies a arribar.

Cartografiar la Terra

Una dificultat que cal resoldre des de temps històrics és la de la projectar la Terra en un planisferi. Per a resoldre els problemes de la cartografia, es fan diverses aproximacions. La projecció de Mercator, de 1569, que centrava el focus en Europa, equipara la dimensió d'Escandinàvia amb la de l'Índia, quan aquesta darrera mesura tres vegades més que la superfície de la primera. La projecció de Peters, més moderna, suavitza les diferències de magnitud dels continents, tot i passar de tres a dues dimensions.

Trobar referents

«Durant el període que aprenia a seguir pistes, tornava al campament amb mostres fresques d'excrements i restes de vegetació, i n'observava el procés d'envelliment en diferents condicions meteorològiques. La repetició d'aquest senzill experiment afinà de seguida la meua habilitat per a precisar amb exactitud l'antiguitat de les pistes. Per a estimar millor les distàncies, vaig plantar uns bastons fora de la meua tenda, a distàncies variables entre 15 i 75 metres; així m'he familiaritzat amb les mesures reals.» Dian Fossey (1988). *Goril·les en la boira*, biografia en què es va basar la pel·lícula del mateix nom.

Mesurar el temps

Per sant Agustí, la matèria no és eterna, sinó que neix i canvia amb el temps; i el temps el va crear Déu.

És difícil de mesurar el temps, o de trobar referents, perquè no podem tenir referents; els moments són successió, però no coexisteixen. I també és incongruent, lògicament, pensar que el temps passa de pressa, ja que, si tenim noció de velocitat (espai / temps), no podem incloure la variable.

Tenim un òrgan intern per mesurar el temps, una mena de rellotge. Està basat en reaccions químiques que, com moltes altres, en augmentar la temperatura es fan més ràpides. Així, amb la febre, el temps s'accelera.

Sembla que quan ens avorrim ens fixem més en el rellotge que mesura el pas del temps, de manera que tenim la sensació que passa més a poc a poc. En canvi, amb l'abstracció en circumstàncies en què ens divertim, no ens adonem del seu pas. Els acadèmics també diferencien entre la mesura del temps prospectiu (quant trigaré a fer una determinada tasca), i la del temps retrospectiu (quant fa que va succeir determinat fet).

John Wearden: *Com mesurem el temps els humans?*

Els colors

La percepció del color també genera conflictes. A banda dels daltònics (en tenim un a la sala), hi ha diferències de percepció entre homes i dones. I també segons la llum que rep un mateix objecte; no és debades que, de nit, *todos los gatos són pardos*. Aquesta dita reflecteix la realitat que, amb poca intensitat de llum, les cèl·lules de la retina que treballen són els bastons, i no els cons, que distingeixen els colors.

La llum

Més tard, amb les preguntes, parlem de l'origen dual de la llum, com és ona i partícula alhora. I entre en Víctor i alguns participants, comentem que és difícil de comprendre allò que no està en la nostra dimensió, perquè els aparells de mesura introdueixen biaixos. I si mesurem la llum amb aparells per mesurar ones, trobem resposta com si fos una ona; si, per

contra, la mirem de mesurar com si fos una partícula, rebem una altra sèrie de respostes.

La levitació

Sense recordar com, vam passar a parlar de la levitació. I aquí van sortir des de la granota que levita, mitjançant jocs d'ímants, fins al maglev. I vam passar a la mística, sant Josep de Cupertino, o santa Teresa, que sembla que era epilèptica. Marina Abramovic també ha reflexionat entorn de les seves levitacions.

Magnitud originària

I a la pregunta final: «Des de quin moment vas decidir fer-te físic? Des de petit?», en Víctor va respondre: «Sí. A cinquè de bàsica vaig haver de fer el treball de recerca. El volia fer sobre un tema que algú altre va prendre i finalment el vaig fer sobre l'àtom, pensant que seria un rotllo. Finalment no ho va ser; m'ho vaig passar tan bé, que el següent treball va ser sobre les partícules elementals. A més, em va caure a les mans el *Nuevo manual de la UNESCO para la enseñanza de las ciencias*, a partir del qual em vaig fer una pila de petaca. Així vaig quedar fascinat per la física».

Bibliografia

Abbott Abbott, Edwin (1884). *Flatland. A Romance of Many Dimensions*

Carandell, Miquel (juny 2012). *La percepció del temps amb John Wearden*. UABdivulga

Klein, Étienne (2005). *Las tácticas de cronos* (192 p.). Madrid Editorial Siruela

Levy Leblond, Jean-Marc (2002). *Conceptos contrarios*. Barcelona: Tusquets Editores.

Paulos, John Allen (1990). *El hombre anumérico*. Barcelona: Tusquets Ediciones («Col. Metatemas»).

Ima Sanchís (14/6/2012) «John Wearden, experto en percepción del tiempo», a «La Contra» de *La Vanguardia*.

Les mesures més petites: la nanotecnologia (24/12/2012)

Al darrer cafè científic de l'any, que va ser dimecres 12 de desembre, Jordi Fraxedas, del Centre d'Investigació en Nanociència i Nanotecnologia (CIN2), a la Universitat Autònoma de Barcelona, ens va parlar sobre les mesures més petites: la nanotecnologia.

Va ser un dels menys concorreguts de l'any (això del Nadal sembla que ens obliga a deixar el món endreçat, com diu Mercè Durfort, i els cafès són menys freqüentats). Ara, vam tenir la sort que ens va tocar a més investigador per cap. Ens vam quedar bocabadats veient què hi pot haver rere la finestra que se'ns va obrir.

En Jordi va començant parlant-nos de les dimensions, va enllaçar amb el cafè de Víctor Grau sobre les magnituds, al qual va venir com a públic. Amb en Víctor vam tractar de maneres d'imaginar-nos magnituds grans; amb en Jordi ens endinsem en el món de les magnituds petites, molt més difícil d'imaginar. Comentem que pot ser degut al fet que, si ens prenem nosaltres com a dimensió, ens és fàcil multiplicar-nos; ara, dividir-nos, és una altra cosa! Molt poc intuïtiu. Però ho intentarem, anem a veure com va anar.

Imaginem que volem amb un avió i anem a 12.000 m per sobre la Terra, no veiem les persones; ara, quan l'avió baixa

per aterrar, comencem a distingir cases, cotxes, persones, que mesuren entre un metre i mig i dos... Amb aquesta analogia, endinsem-nos en les dimensions petites; entenent-les com a potències de 10, si la potència n és igual a 0, estem en la dimensió humana, és evident (no debades és una convenció humana). Si n és igual a -6, una milionèsima part del metre és una micra. Si n és igual a -9, ja estem en l'escala *nano*, l'escala de l'àtom. Per sota tenim l'estudi de les partícules subatòmiques, molt més petites. La nanotecnologia, doncs, és la ciència que estudia i manipula la matèria per sota dels 100 nm, a l'escala atòmica. Com tota disciplina nova, obre noves perspectives i vol eines noves.

Una nova dimensió

La nanotecnologia, en realitat, no és més que una nova tècnica, potentíssima, que permet estudiar i manipular la matèria des d'una nova dimensió: la de l'àtom. Els primers en manipular àtoms van ser els d'IBM, amb la famosa imatge que els fa tan i tan bona publicitat. Aprofitant l'efecte túnel de la mecànica quàntica, van col·locar 24 àtoms de xenó, grans, inerts i blavosos, sobre una superfície polida de níquel. Van necessitar un punxó a escala atòmica i mantenir-lo a 4 K, perquè no s'escapessin els àtoms. El premi Nobel de física del 1981 va ser lliurat a dos investigadors que van assentar les bases que més endavant van permetre investigar i manipular la matèria a escala nanomètrica. Tot i

que, a escala nanomètrica, de manera indirecta, ja s'hi treballava, atès que s'havien vist virus al microscopi electrònic, o s'havia treballat amb macromolècules.

Noves eines

Com més ens allunyem de l'escala humana, més complex i més gran (i molt més car!) és l'instrument que ens permet acostar-nos-hi. Per estudiar àtoms, per nanotecnologia, en Jordi va preparar el que en diuen un cantilever, amb una barnilla de silici enganxada només d'una banda que va anar escapçant fins que va tenir una superfície amb el que considerava un sol àtom. Amb aquest àtom, i també per efecte túnel, va poder moure àtoms, per atracció o repulsió electrònica. Em va fer venir al cap la descripció de la teoria atòmica que va exposar Demòcrit, i que Carl Sagan fa a *Cosmos*.

Noves instal·lacions

Els nanotecnòlegs necessiten instal·lacions que assegurin que no hi ha tremolors del terra; per tant, treballen en els soterranis d'edificis, en sales preparades *ad hoc* en què el terra no toca les parets, de manera que romanen aïllades de les vibracions. No són tan complexes com les que calen per estudiar bosons i altres partícules subatòmiques, que requereixen aparells que mesuren kilòmetres: els acceleradors de partícules, com ara el sincrotró Alba.

Noves propietats

Estudiar i tractar la matèria en aquesta dimensió, el que fa és posar de manifest propietats emergents: els minerals mostren colors diferents dels que tenen quan són observats a escala humana, per exemple. L'equip d'en Jordi ha aconseguit cristal·litzar aigua a 25 °C, és a dir, fer gel entre dues capes fines de materials, que endrecen (ordenen en l'espai) les molècules d'aigua. Aprofitar aquestes propietats obre moltes possibilitats tècniques en camps molt diversos.

Noves possibilitats

Per exemple, s'ha passat de la microelectrònica a la nanoelectrònica, a tenir transistors de 12 nm. S'han construït tubs químics, de 100 micres, o mil·límetres, que poden suportar una gran tensió. S'han preparat petits laboratoris (*lab on a chip*) que permeten diagnosticar amb molt poca quantitat de material orgànic.

S'han fet també el que en diuen *corrals quàntics* (*quantum corrals*), que serveixen per embolicar àtoms; d'aquesta manera es poden «empresonar» altres àtoms, que poden ser útils per a noves tècniques terapèutiques. S'han preparat nanomedicaments contra el càncer: petites molècules que identifiquen els receptors de les cèl·lules tumorals, hi entren i, amb una radiació calorífica que escalfa l'or, cremen la cèl·lula cancerígena. S'han elaborat bates que no s'embruten, materials hidròfobs que no s'amaren de suor...

Darrerament, es busquen les possibilitats que ofereix treballar amb grafè: una sola capa de carboni.

L'humà rere el científic

Com sempre en el cafè científic, busquem la persona rere el científic. Essent pocs, el vam trobar només arribar a la sala. En Jordi es manifestava privilegiat en tot moment, per poder passar-s'ho tan bé amb el que fa. Quan estudiava la carrera de Físiques, va fer-los una conferència un savi que vivia a Alemanya investigant sobre física de l'estat sòlid, Manuel Cardona, i li va obrir un món nou. Així va començar a interessar-se per la física de superfícies.

Feia temps que no sentia una broma entre físics i químics, com tenen costum. Els químics, diu en Jordi, treballen amb grans quantitats, mols, en els que tenen 6, 02 x 10 elevat a 23 molècules (el nombre d'Avogadro), mentre que en els llibres parlen de prendre dos àtoms d'hidrogen i un d'oxigen per fer una molècula d'aigua: «En realitat, els que prenem una molècula d'aigua som nosaltres!».

Més informació

Viquiprojecte: Nanociència i nanotecnologia.

Mata-Chavarria, Álvaro (desembre 2012). «L'escala nanomètrica». *Omnis Cellula* (vol. 30).

«Atomic bond types discernible in single-molecule images» (13/9/2012).

«Una fórmula matemàtica descifra la geometria de superfícies como la de la coliflor» (17/12/2012).

Índex terminològic

- Abdera, 47
Abramovic, Marina, 51
accelerador de partícules, 55
àcid nucleic, 13
acidòfil, 11, 13
Açores, illes, 12-13
adenina, 13
adolescència, 30
afloració submarina, 9
aflorament submarí, 18
afòtic, 12
Àfrica, 36
Agustí, Jordi, 38
Agustí, sant, 49
aigua, 35, 56-57
Alba, D. M., 38
Alemanya, 57
alga, 11
altitud, 19
Alvin, submarí, 15
Amazònia, 43
Amèrica, 36
amor, 47
anglosaxó, 41
animal, 12, 40
 social, 29
Antàrtida, 36
Antón, Mauricio, 38
Any de les Neurociències, 25
aposta, 41
aprenentatge, 29
aritmètica, 40
arquea, 12-14
arqueobacteri, 12
artròpode, 14
arrel quadrada, 40
Asimov, Isaac, 40, 45
Associació Catalana de
 Comunicació Científica
 (ACCC), 39, 46
Ateneu Barcelonès, 39
atlàntica, dorsal, 19
Atlas, falla del, 19
atmosfera, 14
àtom, 51, 54-57
atzar, 42
Austràlia, 48
avió, 53
Avogadro, nombre d', 57
Azores, 19

bacteri, 11-12, 14-15
Barcelona, 10, 23, 31-33, 38,
 45, 52
baròfil, 11
base nitrogenada, 13
basòfil, 11
Benet XIII, 23
biaix, 43
bivalve, 14
Blastland, Michael, 41, 45
bosó, 55
Brock, Thomas, 16

Cabré, Anna, 9, 23
cadàver, 27
Cajal, Obra de, 31
càlcul de l'error, 43
càlcul de probabilitats, 41
Canarias, illes, 18
càncer, 56
cantileve, 55
canvi climàtic, 35
cap de bestiar, 40
carboni, 57
Cardona, Manuel, 57
cargol, 37
cartografia, 48
cartografia batimètrica, 22
Casa de locos, 28
Casa Orlandai, 2, 5, 31
Casanovas, Isaac, 33, 35
castellà, 24
català, 24
Catalunya, 33, 35
catedral de Barcelona, 23

cel, 33
 cèl·lula, 50, 56
 cancerígena, 56
 tumoral, 56
 Centre d' Investigació en
 Nanociència i
 Nanotecnologia, 53
 Centre d' Investigació en
 Nanociència i
 Nanotecnologia (CIN2), 34
 Centre d'Estudis
 Demogràfics, 9, 23
 Centro de Astrobiologia, 13
 cervell, 25, 27, 29-30, 40-41
 cianobacteri, 14
 cicle tròfic, 12
 ciència, 7, 40, 54
 cinc regnes, 12
 citosina, 13
 clima, 33, 35-37
 cognició, 25, 28
 cognom, 24
 colom, 40
 color, 50
 comunicació, 41
 con, 50
 condició, 9, 11-13, 16, 49
 continent, 36, 48
Conus, 37
 corall, 38
 Cornella, Anna, 38
 corral quàntic, 56
 Corrent Circumpolar Antàrtic,
 36
 corteza terrestre, 20
Cosmos, sèrie, 55
 Costa Rica, 15
 cotorra, 40
 cranc, 14
 crani, 25
 cretaci, 35
 crimen, 38
 crisi volcànica, 18
 Croscat, 22
 Crusafont, Miquel, 35, 37
 CSIC, 9, 11, 13, 18

 Cuba, 31
 cultura, 29, 44

 Dalí, Salvador, 42, 45
 daltònic, 50
 datació, 37
 datación radiométrica, 19
 demència, 28
 Demòcrit, 55
 desaparició, 35
 desenvolupament, 30
 detrit, 12
 diagnòstic, 56
 diari, 43
 difusió, 44
 Dilnot, Andrew, 45
 dimensió, 54
 dinosaure, 35
 diòxido de carbono, 20
 diversitat, 14
 DNA, 15, 30
 dolor, 47
 dona, 24
 dopamina, 27
 dorsal del Pacífic oriental, 15
 Dreifus, Claudia, 17
 Dumontheil, Iroise, 29
 Durfort, Mercè, 53

 ecologia microbiana, 11
 ecosistema, 13-14
 efecte túnel, 55
 egipci, 40
 El Hierro, 9, 13, 18-21
El hombre anumérico, 41
 El Julan, 19
 electró, 55
 encefalització, 29
 energia, 13
 enquesta, 42
 enzim, 16
 epigenètic, 30
 èquid, 37
 erosión, 19
 erupción, 20-22
 Escandinàvia, 48

escorça, 9, 36
 escriptura, 39
 espècie, 14, 36, 37
 esposalles, llibre de les, 23, 24
 estadística, 42-43
 estat civil, 24
 estrès, 28
 estructura algebraica, 40
 Etna, 12, 13
 eucariota, 11-12
 Eulàlia, 24
 Europa, 48
 evolució, 11, 14, 27, 29, 36-37, 41
 extremòfil, 9, 11-16

 Facultat de Biociències, 9, 11
 Facultat de Biologia, 25, 29
 Fañanás, Lourdes, 25, 29
 Farrera, 31
 fauna, 36
 fenomen constructiu, 19
 fenomen destructiu, 19
 Ferrer, Isidre, 25, 27
 Ferrera, Isabel, 9, 11
 fetus, 29
 filosofia, 47
 física de superfícies, 57
Five Centuries of Marriages (5CofM), 23
 fong, 12
 Fossey, Dian, 49
 fòssil, 36-38
 fòtic, 12
 Francesc, 24
 Fraxedas, Jordi, 34, 53
 fumarola, 14
 funció, 40

 Gallup, George, 43
 gamba, 14
 Garrotxa, 22, 35
 gel, 56
 gen, 30
 gènere *Homo*, 29

 genoma, 16
 gestió de riscos, 18
 Goff, Lee M., 38
 Golfo, Valle de El, 19
 Golgi, Camillo, 27, 31
 Golgi, tècnica de, 27
 Gould, Stephen Jay, 45
 Goya, Francisco de, 28
 GPS, 20
 grafè, 57
 Grau, Víctor, 33, 46
 gravímetro, 20
 guanina, 13

 Hawaii, 19
 hercinià, cicle, 35
 hidrotermal, font, 14
 hipocamp, 30
 histèria, 28
 història, 9, 27, 35, 42
 Holoceno, 20
 homínid, 37
 hongarès, 41
 Hospital Universitari de Bellvitge, 25, 27
 Hospital Universitari de Bellvitge, 27
 humà, 15, 29, 37, 40, 43, 46, 50

 IBM, 54
 Idescat, 43
 Ifrah, Georges, 39, 45
 il·lusió òptica, 42
 Índia, 48
 indústria lítica, 29
 infermera, 28
 instal·lació, 55
 Institut Català d'Estadística, (Idescat), 39
 Institut Català de Paleontologia, 33, 35, 38
 Institut d'Estadística de Catalunya, 33
 Institut de Ciències del Mar, 9, 11

Institut de Paleontologia de Catalunya, 37
 Institut Jaume Almera, 18
 Instituto Geográfico Nacional, 18
 intensitat, 47
Inventari d'espais d'interès geològic de Catalunya, 35
 Islàndia, 12-13
 islas oceàniques, 18
 Isora, 19

 Joan, 24
 Josep, 24
 Josep de Cupertino, sant, 51
 Junta de Ampliació de Estudios, 31
 Junyent, Cristina, 38

 Kamtxatka, 13
 Kinsey, informe, 28

 La Gomera, 19
La Vanguardia, 29
lab on a xip, 56
 Las Playas, 19
 levitació, 51
 Ley de la parsimonia, 21
 lingüística, 44
 llenguatge, 41, 47
 lloro, 40
 llum, 12, 50
 Lluna, 48
 loteria, 33, 42

 macroorganisme, 14
 Madagascar, 36
 Madrid, 13, 31, 45, 52
 magma, 19-21
 magmatismo, 19
 magnetòmetre, 20
 magnitud, 46, 53
 malalt mental, 28
 malaltia mental, 30
 manto terrestre, 21
 mar, 22, 35, 37-38

 mare, 30
 Maria, 24
 marit, 24
 Martí, Joan, 9, 18, 22
 masturbació, 28
 Mata-Chavarría, Álvaro, 57
 matemàtic, 43
 matemàtica, 39-41, 44
 matrimoni, 24, 44
 mecànica quàntica, 54
 mecanismo hidráulico, 20
 medicina, 31
 memòria, 25
 ment, 40, 41
 Mercator, projecció de, 48
 mesozoic, 35
 metabolisme, 14
 metano, 20
 metge, 28
 microelectrònica, 56
 micromamífer, 37
 microorganisme, 12, 14-15
 microscopia, 27
 miocè, 37
 mol, 57
 mol·lusco, 37
 monera, 12
 Monreal, Beatriz, 32
 Montjuïc, 37
 mosca, 38
 Mosterín, Jesús, 39, 45
 Museu de Paleontologia de Sabadell, 37
 música, 44

 naixement, 44
 nanoelectrònica, 56
 nanotecnologia, 33-34, 54-55
 NASA, 13
 nen, 29, 36
 neurastènia, 28
 neurona, 27
 neuronisme, 27, 31
New York Times, 17
 Newton, lleis de, 41
 níquel, 54

Nobel, premi, 31, 54
 nom, 23
 nombre d'Avogadro, 57
 nucli, 12
 número, 39, 40, 42
 complex, 40
 natural, 39
 negatiu, 40
 racional, 40
 real, 40
 sencer, 40

Obra de Cajal, 31
 Ogassa, 38
Omnis Cellula, 17, 57
 organisme, 9, 11-16
 origen dual, 50
 oxigen, 14, 57

 Pacífic, oceà, 14
 paisatge, 35
 Papa Luna, 23
 Papiol, 37
 pare, 31
 parella, 23
 Parkinson, James, 27
 Parkinson, malaltia de, 27
 Parlament, 44
 parròquia, 23-24
 Parròquia de Sant Just i
 Pastor, 23
 Parròquia del Pi, 23
 Paulos, John Allen, 41, 45
 PCR, 16
 peix, 14
 península Ibèrica, 43
 Peníscola, 23
 periodisme, 43
 periodista, 43
 PET, 28
 Peters, projecció de, 48
 Piattelli Palmarini, Massimo,
 45
 piroclasto, 22
 Pitàgores, 40
 placa africa, 19

 placa americana, 19
 placa de Cocos, 16
 placa del Carib, 16
 placa euroasiàtica, 19
 placa tectònica, 12, 19
 Plató, 47
 població, 36
 poesia, 44
 potència, 54
 presó, 28
 pressió, 11
 selectiva, 36
 primat, 29
 primavera, 25
 probabilitat, 39, 41
 procariota, 12
 producció, 43
 professió, 24
 propietat emergent, 56
 Protàgores, 47
 proteïna, 13
 protist, 12
 proximitat, 7
 Puche i Moré, Carme, 32
 punto caliente, 18

*quantum corral*s, 56

 radón, 20
 Ramón y Cajal, Santiago, 25,
 27, 31
 reaccio química, 49
Reader's Digest, revista, 42
 recurs, 43
 Renaixement, 27
 ressonància magnètica
 nuclear, 28
 reticularisme, 27
 retina, 50
 Río Tinto, 13
 RMN, 28
 Rocha Barral, Elvira, 26, 31
 Rubí, 37

 Sagan, Carl, 55
 Sant Pau d'Ordal, 38

Sant Sadurní d'Anoia, 38
 Sarrià, 10, 23-24
 satèl·lit, 48
 sediment, 35
 segle XVIII, 41
 segle XIX, 28
 segle XX, 28
 selecció, 41
 sexualitat, 28
 silici, 55
 sincrotró, 55
 sismògrafo, 20
 sistema complex, 42
 sistema ecològic, 12
 societat, 43
 Sòcrates, 47
 Sol, 34
 submarí, 16
 substància blanca, 27
 substància negra, 27
 Sudamèrica, 36
 sulfúric, àcid, 20
surmenage, 28

TAC, 28
Taq polimerasa, 16
 tarifa, 23
 taxa, 23
 tectònica de plaques, 36
 Teide, 18-19
 temperatura, 20, 38, 49
 extrema, 11, 13
 gradient de, 14
 temps, 34
 teorema, 40
 Teresa, 24
 Teresa, santa, 51
 termal, font, 11-14
 termòfil, 11, 13
 Terra, 14, 34, 36, 48, 53
 Tetis, mar de, 37
Textura, 31
Thermus aquaticus, 16
 timina, 13

Titànic, 15
 tomografia axial
 computeritzada, 28
 tomografia per emissió de
 positrons, 28
 torbera, 38
 trajectòria, 40
 transició, 29
 trastorn mental, 28

Udina, Frederic, 33, 39
 Unió Europea, 23
 univers, història de l', 47
 Universitat Autònoma de
 Barcelona, 9, 11, 23, 35,
 53
 Universitat de Barcelona, 25,
 27, 29
 Universitat de Portland, 11
 Universitat de Vic, 33, 46
 Universitat Pompeu Fabra, 39

València, 31
 Vallés-Penedès, fossa
 tectònica, 37
 Van Dover, Cindy Lee, 17
 vegetació, 49
 vegetal, 12
 Via Laietana, 43
 Vicenç, 24
 vida, 9, 12, 14, 16
 virus, 15, 55
 volcàn, 22
 volcànica, bomba, 22
 vulcanisme, 18, 20

Wagensberg, Jorge, 45
 Wearden, John, 50-52
 Wegener, Alfred, 36

xenó, 54
 xifra, 33, 42
 Yellowstone, 11, 13

«Com és que feu tantes activitats d'art i tan poques de ciència?» «Tens raó. Proposa.»», va respondre en Marcel. I així van començar el Cafès Científics ara fa cinc anys. Des d'aleshores, gairebé cinquanta investigadors, o persones relacionades amb el món de la ciència, ens han vingut a explicar en què consisteix la seva recerca, i ho han fet amb un cafè o, a l'estiu, una orxata a la mà.

Gràcies als convidats, el veterà Cafè Científic de la Casa Orlandai ens ha permès conèixer i comprendre un entorn: el nostre, que, en molts casos, o bé desconeixíem o bé havíem descuidat. Aquest coneixement, aclaridor i atractiu, em va dur a redactar una crònica dels cafès i a penjar-la regularment, sense ser gaire conscient del seu abast. En fer el recull de les cròniques, m'he adonat del valor de la paraules i de les idees que ens han transmès. Aquí teniu el recull d'un any, i us proposo de llegir-lo i, amb la delicadesa amb què ens ho van explicar, interessar-vos per comprendre el nostre entorn.

