

Els cafès científics a la Casa Orlandai

2



Cristina Junyent



Aquest recull està dedicat als participants, sense els quals no tindrien sentit els Cafès Científics de la Casa Orlandai.

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



casaa**orlandai**

Primera edició: 2014

© copyright. Tots els drets reservats

ISBN: 978-84-942255-6-7

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 són els cafès científics a la Casa Orlandai?	7
Hivern: Any de l'Astronomia.....	9
Mirar amunt a la nit (20/1/2010).....	11
Breus pinzellades d'astronomia amateur	11
Qui observa el cel.....	12
Observadors d'estrelles.....	13
Observadors de cometes.....	14
Observadors d'altres meteors	15
Els recursos.....	16
Comprendre l'univers (19/2/2010).....	17
Els exoplanetes.....	17
Els planetes del sistema solar	18
Trobar vida als planetes extrasolars	19
El programa SETI	21
Missatges en ampolles	21
Vida extraterrestre	22
I què ens pots dir dels ovnis?	23
Els humans a la Terra	24
Terraformació	25
Els paradisos dels astrònoms	26
Els números de l'Astrofísica	28
L'estructura íntima del cosmos (19/3/2010).....	30
Dels primers microsegons a la vida.....	30
L'univers.....	32
Els acceleradors de partícules	34
Les reflexions finals	35
L'observació	36
Primavera: Any de la Biodiversitat	37
Allò que el vent s'endugué (24/4/2010).....	38
Allò que el vent s'enduu.....	38
Papallones migradores.....	39
El viatge de la papallona dels cards	40
Més que rates i coloms (20/5/2010).....	43
Arbres	43
Què passa amb els plataners?.....	44
Els grans voladors	45
Les rapinyaires	45
Les plagues	47
Les espècies més antigues	48
Els mamífers asilvestrats.....	49

Els mamífers autòctons.....	50
Rèptils, amfibis, peixos... i d'altres	50
Per a saber-ne més	51
Tardor: El reflex de l'entorn. <i>Eppur si muove</i>	52
El nostre reflex en l'entorn (23/9/2010)	55
Transformació.....	56
Simplificació	57
Homogeneïtzació.....	58
Banalització	59
Invasions	59
Recapitulant	61
Comentaris.....	62
De cucs i mosques	
fins a peixos i ratolins (24/10/2010)	63
Els polítics i la recerca	63
Per què cercar-nos en animals simples?.....	64
Els animals d'experimentació.....	65
Protocols per a l'experimentació animal	67
Les cèl·lules mare	68
La complexitat	69
Eclipsis i reflexos del nostre cervell (20/11/2010)	71
I per aquí comencem: què és la ment?	
És un producte del cervell?.....	71
Evolució del cervell.....	72
Desenvolupament del cervell	73
Situacions límit	74
Ètica del comportament	75
Molècules dels sentiments	75
Lesions al cervell.....	77
Exercitar el cervell.....	78
Al laboratori	79
Ignacio, vas tenir clar des de petit	
que volies ser neuropsicòleg?	79
Comentaris.....	80
Índex terminològic.....	86

Tens a les mans el recull de les cròniques dels Cafès Científics de la Casa Orlandai, el que correspon a l'any 2010. En un any, el que vam anomenar «model sarriancenc de cafè científic» s'ha consolidat. Els participants s'han especialitzat per temes, tot i que hi ha els incondicionals que vénen a qualsevol tema. I també s'han consolidat els criteris de selecció de temes i de ponents.

Els temes, els triem per donar veu a les commemoracions de l'any; dediquem el trimestre a les diverses commemoracions que se celebren durant l'any. Els ponents, els escollim d'entre els que sabem que es fan entendre i que poden connectar amb el públic.

En 2010 vam dedicar un trimestre a commemorar l'Any de l'Astronomia i el de la Biodiversitat. El tercer trimestre és un recull de diversos punts de vista de reflexos: els que nosaltres deixem en l'entorn, el que nosaltres tenim de l'entorn en la part més animal (i per això podem estudiar el nostre comportament fisiològic en models de laboratori), i el que es reflecteix en el nostre cervell.

Com sempre, aquest recull és fruit d'una redacció de blog, millorada i amb valors afegits, com és l'índex terminològic, que permet trobar la informació detalladament.

I, també seguint el que és de llei, vull donar les gràcies als científics per venir; al personal de la Casa Orlandai, per ajudar que es puguin realitzar aquestes sessions, sempre amb un somriure; a la comissió de programació per la confiança; i, sobretot, al públic participant, per la seva confiança. Especialment, a na Marisa Andreu, per la seva incondicionalitat.

Cristina Junyent
Barcelona, setembre 2013

Què 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 seva 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: Any de l'Astronomia

Dediquem el primer trimestre de l'any a commemorar l'astronomia, una ciència que ocupa tants científics amateurs. N'hem convidat perquè ens ajudin a comprendre el cel que observem a la nit, perquè ens expliquin l'univers des de les grans mesures i des de les partícules.

20 de gener: *Mirar amunt a la nit.* Pere Closas, Agrupació Astronòmica de Barcelona (Aster).

Des de temps immemorials l'astronomia ha estat una ciència d'aficionats. Fins i tot ara, són aficionats els qui descobreixen nous fenòmens en el cel de la nit. En farem una mica d'història i parlarem sobre constel·lacions, estrelles, meteorits...

Molts astrònoms aficionats, sobretot de principis del segle xx, han mort aviat: s'havien abrigat poc durant les nits d'observació a l'hivern. Caldrà que ens abriguem, perquè, si el temps ho permet, farem una observació.

17 de febrer: *Comprendre l'univers.* Ignasi Ribas, Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC-CSIC).

Els astrofísics, des d'on fan les seves observacions? On són els observatoris més importants? Per què? Com són els nous telescopis? Què veiem quan observem el cosmos? Com està estructurat? I, el nostre sistema solar, com és? N'hi ha d'altres? Poden estar habitats? Quina és la possibilitat de

trobar vida intel·ligent? Què és el programa SETI (Searching Extra Terrestrial Intelligent Life)?

17 de març: *L'estructura íntima del cosmos*. Matteo Cavalliforza, Institut de Física d'Altes Energies (IFAE).

Com està fet el nostre cosmos? Quan es fa formar? I, sobretot, com? Què va passar en els primers segons després del Big Bang? De les petites partícules a les més grans. Com estudiem l'estructura més íntima de la matèria? Com és feta? Per a què serveix? Per què calen grans infraestructures? Com tenim notícia de les partícules que componen el cosmos? Com sabem que l'univers s'expandeix?

Mirar amunt a la nit (20/1/2010)

El primer cafè científic de l'any a la Casa Orlandai, i del trimestre dedicat a l'astronomia, va versar sobre l'astronomia amateur. Els amants de l'astronomia són uns quants, i entregats. D'ASTER, l'agrupació d'astrònoms amateurs de Barcelona, van venir unes 10 persones.

La llàstima és que no vam poder observar, perquè vam tenir un cel tapat. En començar el cafè espurnejava, en el moment de l'observació hi havia núvols, però una hora després d'haver acabat el cel era clar. Des d'allà on érem, a Sarrià, es podia veure Orion i les tres Maries, Sírius...

Breus pinzellades d'astronomia amateur

Pere Closas ens va explicar un xic la història de l'astronomia amateur. D'astrònoms aficionats n'hi ha a tot arreu i des de sempre. Per no remuntar-nos a la prehistòria podem citar que Edmund Halley (1656-1742) el 1715 va aprofitar els astrònoms aficionats per saber en quines parts d'Anglaterra un mateix eclipsi es deixava de veure com a total i passava a ser parcial; així va poder refinar el coneixement de les òrbites dels tres astres involucrats: el Sol, la Lluna i la Terra.

D'agrupacions d'astrònoms aficionats n'hi ha a tots els països. Les més properes són la Société Astronomique de France, fundada el 1887 per Camille Flammarion (1842-

1925), i la British Astronomical Association, fundada l'any 1890.

A Barcelona, Josep Comas i Solà (1868-1937), astrònom professional i també observador i divulgador de l'astronomia a Barcelona, va fundar SADEYA (Sociedad Astronómica de España y América), en contraposició a la Societat d'Astronomia de Barcelona (1910-1923), fundada per Eduard Fontseré (1870-1970). A Espanya hi ha unes 150 associacions astronòmiques.

Quant a ASTER, va sorgir per iniciativa d'uns joves astrònoms aficionats, liderats per Ernest Guille i Moliné (1930-2008), els qui, més que debatre sobre astronomia teòricament, el que volien era observar, mirar amunt a la nit.

Qui observa el cel

Que mirin el cel, hi ha diferents tipus d'aficionat, que es poden classificar segons el grau d'implicació amb l'astronomia. En primer lloc, els que pensen que el cel és preciós, que no cal saber-ne res més per observar, o que, fins i tot, no volen saber-ne més. Em fan pensar en Keats (1795-1821), quan va dir: «Newton had destroyed the poetry of a rainbow by unweaving it» («Newton ha destruït la poesia de l'arc de sant Martí desteixint-lo, fent-lo comprendre»).

En segon lloc tenim els aficionats a fer fotos del cel; fotos de tan bona qualitat que moltes vegades fins i tot els astrofísics

els les encarreguen per a les seves publicacions professionals. En el codi dels amateurs són els «postaleros».

I, en tercer lloc, hi ha els qui volen fer una petita contribució a la ciència. Són els que, seguint el raonament de Richard Dawkins (nascut el 1941), estan totalment en desacord amb el vers de Keats: saben que comprendre la difracció de la llum en les gotes d'aigua no els priva de gaudir de la bellesa de l'arc de sant Martí.

Observadors d'estrelles

Al seu torn, entre els aficionats que volen fer una petita contribució a la ciència hi ha els qui observen estels variables: com són, com varia la seva lluminositat o com fan llampecs. Els resultats observats i contrastats com a fiables poden ser enviats a l'AAVSO (American Association of Variable Stars Observers), la qual emmagatzema 14 milions d'observacions.

Hi ha també els qui miren els estels dobles, que pot ser que casualment caiguin en el mateix punt d'observació des de la Terra, o que es tracti d'un sistema binari, de dues estrelles que girin l'una entorn de l'altra per un fenomen gravitatori. D'estrelles dobles s'estima que n'hi ha més de 40.000, algunes de les quals no les observa ningú.

Closas ens va parlar dels colors de les estrelles. El color depèn de la temperatura en la seva superfície: com més blanca, més elevada és la temperatura. Les blanques poden

arribar a tenir una temperatura d'entre 40.000 i 50.000 graus centígrads. Amb matisos, una estrella blanca és Sírius, de Canis Majoris, que podem veure a les nits d'hivern; després n'hi ha de blaves, com Spica, de la Verge; de grogues, com Artur de Bootes; o de vermelles, com Betelgeuse, a Orió.

Observadors de cometes

Després hi ha els seguidors de cometes, que constantment s'apropen a la Terra. L'observació de cometes és una feina d'aficionats; molts van seguir el Halley, el Hale-Boop, el Hyakutake o el Lulin, que es va veure el febrer del 2009. Els cometes són els meteors menys predictibles. Part de la imprecisió que els envolta es deu a errors en la localització actual, cosa que produeix errors en el futur; la seva composició, però, també influeix en el seu comportament erràtic.

Els cometes són agregacions de fang i aigua, i, com que quan s'acosten al sol s'escalfen i emeten gasos, poden canviar de direcció, talment com un coet. En termes astronòmics, els cometes són cossos nous en òrbita i en desplaçament, tot i que això no vol dir que s'hagin acabat de formar, ja que provenen del núvol d'Oort i del cinturó de Kuiper.

S'estima que el Halley perd una deu mil·lèsima part de la seva massa cada 75 anys. De manera que d'aquí a 750.000 anys, ja no hi podrà haver observadors del Halley.

Observadors d'altres meteors

Els aficionats dedicats a seguir asteroides també són molts. L'octubre de 2008 es va detectar un asteroide (el 2008 TC3) d'un quilòmetre de diàmetre que s'acostava a la Terra, i es va seguir fins que finalment va xocar, 19 hores més tard, i va deixar restes al Sudan. En aquest temps el van seguir moltíssims aficionats, es van fer més de 500 observacions, 200 de les quals, des d'Espanya. Per trobar les restes del meteorit al desert es va fer una batuda.

Una altra observació mirant al cel a la nit és la dels estels fugaços. En realitat no són estrelles, sinó que es tracta de meteors, restes d'asteroides que s'han desintegrat, i quan entren a l'atmosfera terrestre es posen incandescents. Són conegudes les llàgrimes de Sant Llorenç de l'agost, les Persèides, les Leònides del novembre, o les Gemínides del desembre. Quan els asteroides passen davant d'una estrella –és a dir, l'eclipsen– es pot veure la seva forma i es pot estimar la seva dimensió. Els qui observen cometes i asteroides s'agrupen a la SOMYCE, Sociedad de Observadores de Meteoros y Cometas de España.

Els recursos

Els astrònoms aficionats necessiten un instrumental per observar el cel, que no cal que sigui complex, perquè amb uns prismàtics ja es poden veure molts meteors. Tot i que

l'astrònom aficionat acostuma a ser un observador solitari, sovint es fan sortides col·lectives en les quals es dona un cop de mà a qui comença. En les sortides col·lectives, buscant una baixa la lluminositat ambiental –tot i que a Barcelona es poden fer observacions d'estels, planetes o els satèl·lits galileans de Júpiter–, es busquen llocs més foscos. Els equips d'ASTER van a prop de la Panadella o a Àger, on hi ha el Parc Astronòmic del Montsec.

Nota a posteriori: Els companys d'ASTER ens ofereixen la possibilitat d'observar el cel després del proper cafè científic, si fa bo. Malgrat que som descreguts, per no restar inactius durem ous a santa Clara.

Comprendre l'univers (19/2/2010)

Al cafè científic de febrer, *Comprendre l'univers*, en el qual parlava l'astrofísic Ignasi Ribas, de l'Institut d'Estudis Espacials de Catalunya (IEEC-CSIC), vam aprendre un munt d'astronomia. Per tal de situar-nos, l'Ignasi ens va explicar que l'astrofísica estudia com són estrelles, les galàxies, la pols interestel·lar o els planetes extrasolars, mentre que els cosmòlegs estudien com i quan es va originar el cosmos. Ignasi Ribas estudia exoplanetes. Diu que li va despertar la vocació un veí que, quan ell tenia onze anys, li va dir: «Vols mirar per un telescopi que he instal·lat?». I aleshores va tenir clar que volia ser astrònom; es va estalviar la fase de voler ser bomber, astronauta o corredor de cotxes.

Els exoplanetes

El primer planeta extrasolar es va descobrir el 1995, i fins avui se n'han identificat fins a 430; s'estima, però, que n'hi pot haver fins a cent mil milions ($100 \times 1.000 \times 10^6$).

Els exoplanetes detectats s'han trobat al voltant d'estrelles relativament properes, segons les dimensions dels astrofísics: a la galàxia d'Andròmeda, que veiem des de l'hemisferi nord, i que és relativament a prop, a dos milions d'anys llum (2×10^6); i també al núvol de Magallanes, que es veu des de l'hemisferi sud i que és relativament més proper: es troba a uns cent cinquanta mil anys llum ($0,15 \times 10^6$).

De fet, però, els planetes de fora del solar no s'han vist, perquè no emeten llum i en reflecteixen molt poca. El Sol, per exemple, és mil milions (1.000×10^6) vegades més brillant de la Terra; això ens pot donar idea de com n'ha de ser de difícil arribar a veure un planeta que sempre volta prop d'una estrella.

De moment, s'ha detectat si existeix un planeta prop d'una estrella per tècniques indirectes, veient com l'estrella pot canviar la lluminositat quan el planeta passa pel davant seu, o per l'efecte gravitatori sobre la velocitat de moviment de l'estrella, per exemple. Alhora, una estrella com el Sol pot mesurar 1.400.000 km de diàmetre, de manera que és molt difícil de veure una transició d'un planeta per davant d'ella.

Es creu que d'aquí a deu anys es podran veure els planetes extrasolars per una tècnica anomenada coronografia, que consisteix a provocar eclipsis artificials de l'estrella per a veure què hi ha al seu voltant.

Els planetes del sistema solar

Recordem que els planetes del sistema solar són vuit: Mercuri, Venus, la Terra, Mart, Júpiter, Saturn, Urà i Neptú. Plutó va passar a ser considerat un planeta nan, de manera que els planetes del nostre sistema solar tornen a ser vuit.

El cas de Plutó és especial, perquè un planeta es defineix com un cos esfèric que gira al voltant del Sol i que és l'objecte dominant de la seva òrbita. Plutó és un cos celeste

petit i llunyà, i com ell n'hi ha molts, tant de mesura com d'òrbita semblant. Per això va ser catalogat com a planeta nan.

Un factor que va provocar la inclusió de Plutó en una nova categoria és que va ser l'únic planeta del sistema solar descobert per un americà. L'astrònom Clyde Tombaugh va predir l'existència d'un cos transneptunià el 1936; era Plutó, i el van classificar com a planeta. Quan es va descatalogar Plutó com a planeta, a Streator, Illinois, el poble on va néixer Tombaugh, hi va haver manifestacions a favor de mantenir Plutó com a planeta clàssic.

Trobar vida en planetes extrasolars

Podrem trobar vida en algun planeta extrasolar? Per a respondre aquesta pregunta es va considerar interessant buscar algun mitjà que permetés detectar si en un determinat planeta hi havia vida. A Carl Sagan se li va ocórrer que la missió espacial Galileu –l'objectiu de la qual era valorar si a Europa (una lluna de Júpiter) i a Tità (de Saturn) hi havia aigua– podia fer fotografies de la Terra per tal de determinar, des de fora, si era habitada.

Les fotografies van revelar que sí, que a la Terra hi devia haver vida, perquè els compostos químics que delataven els espectres químics de les fotografies eren fora d'equilibri. Van trobar que hi havia un compost oxidant (l'oxigen) i un de reductor (el metà), una composició química de difícil convivència si no hi ha una font contínua de metà.

Val a dir que una de les fonts de metà més importants a la Terra és el resultat de la digestió d'herbívoros remugadors, que posteriorment han d'emetre com poden! (vegeu *Rots de vaca i pets de formiga*, de Joan Domènec Ros). A més, l'oxigen de l'atmosfera no és el primordial, sinó que va ser generat fa uns 2.500×10^6 anys per uns éssers vius que el generaven com a producte de rebuig. En van generar tant que van provocar un canvi en l'atmosfera.

Així que no només es busquen canvis en l'atmosfera (perquè els volcans, per exemple, poden generar canvis gasosos que no van associats a la vida): el que es busca en altres planetes són els compostos químics que sabem que van associats a la vida: diòxid de carboni (CO_2), òxids de nitrogen (NO_x), aigua (H_2O), metà (CH_4). Se'n diuen biomarcadors, marcadors de la presència de vida.

I una altra condició per a la vida, almenys com la coneixem, és que la temperatura permeti la presència d'aigua líquida, i per a trobar aigua líquida en un planeta cal que la seva superfície estigui, òbviament, entre 0 i 100 °C, cosa que determina una determinada distància de la seva estrella.

El programa SETI

Hi ha una altra aproximació a la cerca de vida extraterrestre: la de vida intel·ligent, de civilitzacions. Va ser una proposta encapçalada per Frank Drake. Drake va proposar una equació per calcular el nombre de civilitzacions extraterrestres que existeixen en la nostra galàxia, i que

tenen capacitat i ganes de comunicar-se per senyals de ràdio. Drake va estimar, pel broc gros, que a la galàxia hi havia unes 10.000 civilitzacions amb ganes de comunicar-se amb nosaltres.

La crítica a aquesta equació és que no té capacitat predictiva, sinó que es prova si és certa o no *a posteriori*. I això, científicament, no té gaire valor. Malgrat tot, a la dècada de 1960, Drake va proposar el programa SETI (Searching Extra Terrestrial Life), els primers prototips del qual, ja a la dècada de 1970, foren patrocinats per la NASA.

Un dels projectes més famosos, SETI @home, disposa del suport de milions de persones que permeten l'ús dels seus ordinadors personals per processar la informació capturada pel radiotelescopi d'Arecibo, a Puerto Rico. Val a dir que, fins ara, no hi ha hagut cap senyal de clar origen extraterrestre; i entre els científics, el projecte SETI s'ha desprestigiats força.

Missatges en ampolles

Això no vol dir que es desisteixi de contactar amb altres civilitzacions, ja que des de la Terra hi ha hagut intents de comunicació. Alguns d'aquests intents van anar associats al llançament de sondes espacials; altres, s'han fet des de la Terra.

La Pioneer 10 i la Pioneer 11, llançades els anys 1972 i 1974 des de Cap Cañaverall –i que van arribar fins a Júpiter i

Saturn—, duien una placa amb algunes descripcions esquemàtiques de la vida a la Terra. Entre altres imatges, tenia gravades les siluetes d'un home i d'una dona, l'estructura del DNA i, el que més inquieta a alguns, la localització de la Terra en el sistema solar.

Les Voyager, llançades el 1975 i el 1979 també des de Cap Cañaverall —però aquesta vegada cap als planetes exteriors del sistema solar—, duien un disc d'or amb gravacions també relatives a la vida i les forces de la Terra, i també música i sons de diferents parts del món i un discurs de l'aleshores Secretari General de les Nacions Unides. Si mai algú les troba, esperem que no vinguin a acabar amb les balenes —el cant de les quals deuen haver sentit— sinó en so de pau.

D'una altra banda, el 1974 es va emetre des d'Arecibo un missatge en clau, dissenyat per Drake, Sagan i altres, que, a partir d'un número primer, permet desxifrar informació sobre la Terra i l'espècie humana.

Vida extraterrestre

Trobarem vida extraterrestre? Si hi ha éssers vius extremòfils que viuen a les torres de refrigeració, a les centrals nuclears, a l'àcid Río Tinto, o a les fumaroles hidrotermals de les fondàries oceàniques... per què no n'hauríem de poder trobar en un altre planeta? Ja diuen els astrònoms que, si estem sols a l'univers, quant d'espai malbaratat!

A més, cada vegada que els humans ens hem sentit especials, com ara el centre del món, el centre de l'univers o el centre de la creació, hem acabat sentint-nos frustrats. La realitat ens ha tornat a col·locar en el nostre lloc.

Fem uns quants números. Si la galàxia es va formar fa 12.000 milions d'anys (12.000×10^6) i el Sol fa només 4.500 milions d'anys (4.000×10^6) –és a dir, que aquest és el temps que necessita un sistema solar perquè es generi una civilització–, des del moment de formació de la galàxia s'haurien pogut formar tres generacions de civilitzacions successives i no solapades.

Enrico Fermi va postular una paradoxa que contrasta l'alta probabilitat aparent que existeixin civilitzacions intel·ligents a l'univers, i l'absència d'evidència de les civilitzacions. Potser perquè són d'una altra era?

I què ens pots dir dels ovnis?

Entre el públic va sorgir la pregunta de per què no hem de considerar que realment els extraterrestres no han arribat ja a la Terra. Un dels arguments que s'esgrimeix és que la NASA amaga proves.

A això, Ignasi va respondre que les grans afirmacions volen grans proves i, fins ara, no hi ha cap prova determinant que això hagi passat. I, quant a la teoria de la conspiració, els psicòlegs estipulen que un 10% de la població necessita

creure que «algú» amaga les causes o els efectes reals de les coses que succeeixen.

Una altra famosa teoria de la conspiració és la que propugna que no es va arribar a la Lluna, sinó que va ser un muntatge enganyós. Pensar que realment va ser un frau és un insult als soviètics, ja que ells van perdre la carrera per l'espai i no han badat mai boca. Si hi hagués hagut el més mínim indicatiu de falsedat, ho haurien esventat, perquè clarament els hauria fet recuperar posicions.

Els humans a la Terra

S'estima que d'aquí a 4.000 milions (4.000×10^6) d'anys el Sol esclatarà, però la Terra ja es farà inhabitable d'aquí a 500 milions d'anys (500×10^6). De manera que, si encara hi ha humans aleshores –l'Ignasi es declara optimista i creu que sí–, on aniran?

Una de les raons que fan pensar que els humans no arribaran a veure esclatar el Sol és que, diguem, estem jugant amb una bèstia, i ens extingirem força abans. La vida seguirà, i la Terra també, però sense nosaltres.

I podem pensar que estem jugant amb la bèstia perquè trenquem la regulació natural del planeta, els processos naturals de feed-back, de retroalimentació; és a dir, el termòstat. Que és el que fem amb l'activitat que duem: amb l'emissió de gasos d'efecte hivernacle el que fem és jugar amb el termòstat sense saber bé el que fem.

Per això, no és que estiguem destruint la Terra, no. El que fem és fer-nos-la inhabitable desplaçant el mobiliari, diguem-ne, de lloc. El carboni, que es troba sota terra en forma d'hidrocarburs, el posem dalt de l'atmosfera formant un diòxid (CO₂). L'ozó de l'atmosfera, el correm com una cortina i deixem espais sense cobrir.

Fins ara, les extincions han estat per causes externes a la vida –ja hem dit que només una va ser deguda a l'acumulació d'oxigen com a producte de desfet–. Però aquesta vegada, la gran extinció sembla que l'estem provocant nosaltres.

El científic James Lovelock és molt pessimista sobre la possibilitat que ens en sortim i fa prediccions molt catastrofistes; però l'Ignasi, no. Argüeix que si s'inverteix en recerca potser es pot solucionar, i que ser catastrofista no serveix de res.

Però també hem de ser conscients que ens hauríem d'estar quiets i no jugar amb la fera. Hi ha qui descriu el que estem fent amb les emissions de gas com si burxéssim la boca d'una fera que no sabem com respondrà. Fins i tot pensant que potser la causa del canvi climàtic no és antropogènica, per si de cas, hauríem de ser prudents i mirar de contenir les emissions. Si una cosa no la coneixes, no la toquis.

Terraformació

El terme *terraformació* agrupa un conjunt d'intervencions en un cos celeste per a recrear les condicions òptimes per a la

vida terrestre; és a dir, atmosfera, temperatura i presència d'aigua líquida.

En el nostre entorn més proper s'ha estudiat com terraformar Mart, però les seves petites dimensions no permetrien de retenir una atmosfera. Com que els altres planetes del sistema solar ja no compleixen les altres condicions perquè són gasosos –per les seves grans dimensions i distància del Sol–, cal anar a estudiar bé les seves llunes, o bé els exoplanetes.

Entre les llunes habitables del sistema solar es parla de Tità –satèl·lit de Saturn–, que té una atmosfera de nitrogen, semblant a la nostra. Però quan el Sol es comenci a transformar en gegant vermella hi haurà poc temps per a residir a Tità, que aviat es farà també inhabitable. Així que haurem d'anar fora del sistema solar.

I buscant a la galàxia, hem de tenir present que els exoplanetes gegants, per la seva composició gasosa, no tenen possibilitats de desenvolupar vida. De manera que les possibilitats de cerca resten reduïdes als planetes tel·lúrics, petits i rocosos, que s'hauran de buscar amb instruments potents.

Els paradisos dels astrònoms

Els instruments que fan els astrònoms són els telescopis, que van començar essent òptics, i que ara poden detectar neutrins, ones de ràdio, raigs gamma... Amb els telescopis

que estudien els estels, a partir de l'anàlisi espectral d'una estrella es pot conèixer la composició de la llum, la temperatura i la composició química.

I tot i que també hi ha telescopis que poden ser enviats a l'espai, com el Hubble, la major part estan a la Terra, i s'instal·len als llocs on hi ha menys pol·lució lumínica i l'atmosfera és clara. Així que una altra de les fortunes dels astrofísics és que el lloc des d'on fan les observacions són paradisos terrestres: les Canàries, Hawaii, Atacama...

La recerca en astronomia té diversos nivells d'organització. A Espanya, hi ha diversos observatoris nacionals, que depenen del govern, com ara el telescopi més gran de l'Observatori d'Almeria, que mesura 3,5 m de diàmetre; o el Gran TECAN (Gran Telescopio de Canarias), al Roque de los Muchachos, a l'illa de La Palma, que mesura 34 m².

Però també hi ha projectes d'iniciativa supranacional, com ara els de l'Organització Europea per a la Recerca Astronòmica (ESO), que lidera la construcció del telescopi més gran del món, a El Paranal, Atacama, Xile. De fet, seran quatre telescopis de 8 m de diàmetre que podran operar junts o per separat.

La vida en un observatori és ben curiosa, perquè aquests aparells no els pot fer servir qualsevol persona, per més astrofísica que sigui. Hi ha astrònoms que no saben fer servir telescopis. Els qui mouen els telescopis són tècnics

assessorats per astrònoms especialistes de l'observatori, que seleccionen els astrofísics que finalment faran la recerca.

Habitualment de deu sol·licituds per fer recerca en un observatori de prestigi, se n'accepta una. I tot l'equip de suport de l'observatori ajuda i respon a les comandes de l'astrofísic que, en realitat, fa la recerca i interpreta les dades rebudes.

Els números de l'astrofísica

Un dels participants al cafè va preguntar per què, si no coneixem prou bé la Terra ni les solucions als problemes que tenim, malbaratem diners explorant l'univers. La resposta de l'Ignasi va ser molt suggeridora: es pot fer tot alhora, si no s'hagués fet així encara seriem cavernícoles, perquè gràcies a l'aprenentatge tecnològic hem trobat respostes als llocs més inversemblants.

I tampoc no n'hi ha per a tant. Un telescopi de 42 m² pot costar mil milions d'euros (1.000×10^6), tant com 10 km d'autopista. L'organització d'uns jocs olímpics costa entre sis i vuit vegades més: els jocs de Pekín van costar 8.000 milions d'euros (8.000×10^6). Què costarien a Barcelona les boges olimpíades d'hivern?

A l'argument que diu que la construcció de l'equipament per a unes olimpíades generaria llocs de feina, es pot respondre que els mateixos que generaria la construcció d'un telescopi. A El Paranal hi ha centenars de persones treballant en un

lloc fix, que no caduca al cap de dues setmanes. I tampoc no es generen grans equipaments als quals, passat l'esdeveniment de torn, no se sap quin ús donar; els astrònoms saben bé quin ús donar a un telescopi que costa la vuitena part que unes olimpíades.

També hi ha mecenatge per a finançar l'astronomia. Per exemple, l'observatori Keck de Hawaii va ser finançat per un particular. I el sots-director de Google participa a l'observatori de Las Cumbres, a Califòrnia.

Nota: L'Ignasi es va declarar diverses vegades altament afortunat de poder-se dedicar a aquesta feina. I nosaltres també ho vam ser de sentir-lo. D'una altra manera, és clar!

L'estructura íntima del cosmos (19/3/2010)

Ja hi som de nou. Ahir va tornar a ser el tercer dimecres de mes: cafè científic a la Casa Orlandai. Va venir Matteo Cavalli-Sforza, director de l'IFAE (Institut de Física d'Altes Energies) per parlar de *L'estructura íntima del cosmos*. Matteo ens va parlar dels primers microsegons del Big Bang, i la formació de les primeres partícules fins als megacúmul de galàxies.

Va ser el dia que més persones hi va haver; no sé si haurem de canviar de sala, però m'agrada el format de proximitat, és una de les raons per fer un cafè científic i no una conferència. Volem crear un clima en què els participants se sentin propers al científic, el puguin tocar, li puguin fer preguntes sense la distància que marca una tarima, encara que no n'hi hagi.

Dels primers microsegons a la vida

En termes matemàtics, el Big Bang va ser un punt geomètric de dimensió zero, una paradoxa que va tenir lloc fa 13.700 milions d'anys BP (*before present*, és a dir, abans d'ara).

L'expansió va anar acompanyada de creació de matèria, cosa que va comportar que es formés una sopa molt homogènia en què hi havia les primeres partícules, quarks (*up and down*), gluons (de *glue*: cola; com en diuen en català?

O en italià, vaja. Penseu-hi i riureu). I també altres partícules que només van existir en el moment de la formació de l'univers, durant una fracció de segon després del Big Bang.

També es van formar fotons, les partícules que amb la seva energia van permetre, més endavant, transformar l'univers en brillant. Recordem que podem passar de massa a energia per la senzilla fórmula d'Einstein ($E = mc^2$). Una centèsima després de la formació de l'univers, aquestes partícules es van poder consolidar, van compondre protons, neutrons i electrons.

En els tres primers minuts de l'univers es va formar l'hidrogen, que només és un protó; poc després es van formar el deuteri i el liti. El quart minut es va formar l'heli, que són dos protons i dos electrons units a altes temperatures. En formar-se els àtoms, l'univers es va tornar transparent. I es va crear la llum. Fins aleshores, l'univers havia viscut les seves edats fosques. Com a residu del Big Bang va restar un fons de neutrins a l'univers.

Aquestes partícules tenen diverses estabilitats. Els neutrons dins els nuclis són estables, fora d'ell no; només resisteixen de 20 a 30 minuts. Els protons, per contra, poden mantenir-se 10^{31} anys; moltíssim més que la vida de l'univers. Gairebé el triple de l'edat de l'univers. Els electrons són partícules amb càrrega, petits imants que al llarg del temps conserven l'energia, però no conserven la massa. Els

neutrins no són perfectament estables, mentre que els fotons s'emeten i s'absorbeixen, no són eterns.

Fa 1.000 milions d'anys, les partícules més grans –l'hidrogen i l'heli, bàsicament– van formar els estels. I dins els estels, que són reactors de fusió nuclear, es van formar altres elements més pesats. D'estels que van esclatar, o que van perdre pols, es va originar la matèria de la qual es van fer els planetes i de la qual estem fets nosaltres, que no som més que pols d'estels.

De vegades, han emergit de la matèria propietats especials. Fa 380 milions d'anys va sorgir la vida. La vida és una propietat emergent de la matèria. Nosaltres som una part de la matèria que va tenir una propietat emergent: la vida. La intel·ligència pot ser una propietat emergent de la vida, més enllà de l'evolució darwiniana.

L'univers

L'univers té, doncs, l'edat que li determina el Big Bang. A partir d'ella podem obtenir la seva dimensió. Si calculem l'extensió des del moment de la seva formació, veiem que el càlcul és simple, tot i donar xifres espectaculars. L'univers té 13.700 milions d'anys. La llum es desplaça a una velocitat de 300.000 km/seg. Si multipliquem aquesta velocitat per 3.600 segons que té una hora, per 24 hores que té un dia i per 365,4 dies que té un any, podem arribar a determinar que l'univers té $1,37 \times 10^{23}$ de radi d'esfera, ja que la llum va sortir d'un punt i s'escampa en totes direccions.

Einstein va pensar en un univers estàtic, sense expansió, sembla que no gaire convençut, però va descriure una constant cosmològica. Més endavant, Hubble va propugnar la teoria d'un univers en expansió. I aleshores Einstein va eliminar la constant dels seus càlculs.

A l'univers s'estima que hi ha uns 100.000 milions de galàxies i cada galàxia té uns 100.000 milions d'estrelles. I que la matèria que forma l'univers, la coneguda per nosaltres, és aproximadament el 4% de tota la matèria. Així doncs, la quantitat total de matèria és molt superior, és la matèria fosca. I també hi ha una energia fosca, la part desconeguda de l'energia de l'univers; la part coneguda s'estima que és el 0,5% de l'energia de l'univers.

Malgrat la incredulitat inicial –fins i tot d'una part de la comunitat científica– pel que fa a l'existència de la matèria i l'energia fosques, ara en les galàxies s'accepta, perquè s'ha vist que existeix una desviació de la llum que no es justifica per la massa que se'ls atribueix i la gravitació que haurien de generar. I, en base a aquestes desviacions, sobre els mapes de galàxies s'han fet línies com d'altitud, només que són clines d'energia que s'han vist indirectament.

L'espai interestel·lar va començar tenint una temperatura molt elevada, però ha perdut aquesta energia. Ara, la temperatura de l'espai interestel·lar és de 3 °K (els graus Kelvin formen l'escala absoluta que no és més que l'escala

centígrada o Celsius, desplaçada 273 graus avall; és a dir, que 3 °K són -270 °C).

Els acceleradors de partícules

Tota aquesta història de l'univers s'ha pogut experimentar en grans estructures com l'accelerador de partícules del CERN. Darrerament, l'accelerador de partícules del CERN va patir un error de disseny o de construcció, un problema d'ímants superconductors i connexions, que són molts més que no ens podem imaginar; per això el van haver d'aturar. En realitat està funcionant a una acceleració baixa fins que no l'arreglin i pugui funcionar a la velocitat per a la qual ha estat dissenyat.

Als acceleradors de partícules es pot recrear què va passar immediatament després del Big Bang i es pot respondre a preguntes com ara: per què les partícules tenen massa? Quina és la composició de la matèria fosca de l'univers? Per què va triomfar la matèria sobre l'antimatèria en els primers moments de l'univers fent possible la nostra existència? Quin era l'estat de la matèria just després del Big Bang?

Els científics que hi treballen fan aquesta mena de preguntes i les presenten a un comitè que seleccionarà els projectes més interessants per realitzar els experiments. I han obtingut una visió encara més complexa. En Matteo ens va parlar de neutralins, partícules supersimètriques, anti-matèria, de calcular la matèria i l'energia de l'univers...

Les reflexions finals

En realitat tot és molt més complicat, perquè per voler comprendre d'una manera tan allunyada dels nostres sentits l'estructura íntima de la matèria, ens hi acostem amb aparells molt allunyats de les nostres percepcions i, en conseqüència, de la nostra lògica intuïtiva. Diuen els astrofísics que, en realitat, allò que és increïble del nostre univers és que el puguem entendre. I aquesta és la sensació que ens va quedar ahir, la tranquil·litat de pensar que l'univers tan allunyat de les nostres dimensions ens és difícilment comprensible de manera intuïtiva.

Acabarem de conèixer tot el món? Un científic col·lega de Matteo va descriure la ciència com una ceba que la peles cap enfora: cada cop que treus una capa, en trobes una altra. És a dir, que el saber científic és infinit, mai no ho sabrem tot. És com una estructura fractal. De tot això en pot derivar un munt d'idees. Si hi ha hagut altres Big Bangs, o si n'hi ha d'haver, això és una cosa que no sabem ara per ara. Hi ha qui ha parlat de multiversos. Podríem pensar que la matemàtica és universal, es troba per damunt del cervell humà, és subjacent en el món. Si fos així, podríem pensar que uns extraterrestres tindrien la mateixa matemàtica que nosaltres. A partir d'aquí, òbviament vam acabar parlant de filosofia, i fins i tot podríem dir que de teologia.

L'observació

Com a premi per al nostre esforç, alguns vam pujar al terrat a observar. I tant, si aquesta vegada vam veure coses. Les Plèiades, Capella, Mizar (que en realitat en van aparèixer quatre), Mart i Saturn, amb el telescopi. I a ull nu, també Artur, Sírius, Orió... Quina meravella. Com va dir en José: «Es una afición muy bonita».

Primavera: Any de la Biodiversitat

Enguany també se celebra l'any de la biodiversitat. Hem volgut mirar-la des de diversos punts de vista.

21 d'abril: *Allò que el vent s'endugué.* Anna Àvila, CREA-Unitat d'Ecologia, Universitat Autònoma de Barcelona. Com pot haver intercanvi de biodiversitat entre regions allunyades? Quin és el paper dels vents? El cas de les papallones.

9 de maig: *Més que rates i coloms.* Margarita Parés, responsable de biodiversitat de l'Ajuntament de Barcelona.

Una ciutat com Barcelona sembla un espai erm de natura; però, és així? Com s'observa la biodiversitat d'una ciutat? Quines observacions i quina recerca es fa en una ciutat? Quin sistema de relacions ecològiques s'observa?

Dimarts 15 de juny: *Polifacètic món minúscul.* Mercè Piqueras, presidenta de l'ACCC (Associació Catalana de Comunicació Científica).

Existeix un microcosmos que desconeixem perquè no el podem apreciar a ull nu. Un microcosmos que ens sol fer la vida més fàcil. Com ens ajuda aquest món microscòpic? Hi ha algun lloc on no creixin bacteris?

Allò que el vent s'endugué (24/4/2010)

Dimecres tocava cafè científic. Estava programat que vingués Joan Pino per parlar de biodiversitat, però, per raons familiars, no ho va poder fer. En el seu lloc va venir Anna Àvila a parlar de la seva recerca. L'Anna, que havia estudiat a l'escola Talitha i que en entrar a la Casa Orlandai es va trobar l'exposició del CREAF al vestíbul, ens va regalar un parell d'horetes de proximitat amb una científica.

Va començar explicant-nos que la seva primera recerca va versar sobre allò que en Margalef anomenava el «pipí dels boscos», és a dir, els productes que arrossega l'escorrentia. Després va estudiar els nutrients i contaminants que entraven als ecosistemes; més endavant, moviments de partícules pel vent. Ara participa en una recerca que estudien partícules més grosses arrossegades pel vent: papallones!

Allò que el vent s'enduu

El vent arrossega materials orgànics i inorgànics a grans distàncies. Per exemple, a Finlàndia es descriuen al·lèrgies al bedoll, quan al bedoll encara li manca temps no només per treure les fulles, sinó per florir. O a les Canàries, a l'olivera, quan a l'arxipèlag no hi creixen oliveres, sinó que les origina el pol·len arrossegat des d'Andalusia. Els responsables

d'aquests trasllats són vents que circulen entre mil i dos mil metres d'alçada.

De vegades, moguda pels vents d'alçada, ens arriba pols sahariana enlairada per l'activitat convectiva, especialment aguda a l'estiu. Pot ser pols de dues menes, de dos orígens geogràfics diferents. Una pols més grollera formada per quars que ve de Tunísia, i una altra de més fina, argilosa i vermellova, que fa un recorregut llarg ja que prové de la zona del Sàhara maurità.

La pols argilosa ha estat beneficiosa pels boscos mediterranis perquè el seu caràcter bàsic (amb un pH al voltant de 7) ha neutralitzat els efectes de la pluja àcida. Però aquesta mateixa pols, quan arriba a les Canàries des de l'est en densos núvols moguts per l'harmatan, provoca ingressos hospitalaris per patologies cardiorespiratòries o al·lèrgiques.

Papallones migradores

Però el vent també s'enduu «partícules» més grosses. Els anglesos, grans amants de les papallones, han detectat per radar «coses» de la mesura de les papallones i que volen a l'alçada dels vents que es pensa que aprofiten per migrar. Hi ha poques espècies de papallones migradores, ja que, en general, no es desplacen més que al voltant d'un radi d'un quilòmetre.

La migració és una estratègia arriscada, ja que el vent els pot ser desfavorable i les pot conduir, en una mena d'efecte flautista d'Hamelin, a un lloc on no puguin sobreviure. Per

què, doncs, algunes papallones han desenvolupat l'estratègia evolutiva de la migració?

Perquè es pensa que migrant fugen de paràsits, concretament d'unes petites vespes que ponen els ous sobre les larves de la papallona, de manera que, quan les petites vespes creixen, poden aprofitar la carn de l'eruga.

La papallona migradora més coneguda i més espectacular, per la quantitat i sincronia dels animals, és la papallona monarca (*Danaus plexippus*), que migra entre Mèxic i el Canadà. A la península Ibèrica migren altres papallones, com ara *Pontia daplidice*, la papallona tigre (*Danaus chrisippus*), que solia viure a l'Àfrica i ara s'ha establert a la península, on es pensa que hi fa el cicle vital complet; *Cornifrons ulceratalis*; una arna que s'alimenta de plantes cultivades, *Autographa gamma*, i la papallona dels cards.

El viatge de la papallona dels cards

De la papallona dels cards (*Cynthia cardui*, també coneguda com a *Vanessa cardui*) també se'n diu donzella pintada, de la traducció anglesa de *painted lady*. I és la que fa un cicle més curiós de les que arriben a la península.

Cynthia cardui ve de l'Àfrica volant uns 2.000 km. Com s'ho fa un animal tan petit que no genera suficient energia per volar aquesta distància? La resposta cal trobar-la en el vent. Aprofiten vents d'alçada, que els permet realitzar en tres o

quatre dies una distància que, per la mesura i la velocitat pròpies, trigarien mesos a arribar.

Les papallones que arriben a la península vénen de l'Àtlas del Marroc. Però també van més al nord, al Regne Unit; i després a Finlàndia. S'estima que estan uns dos mesos en cada una de les etapes. En el retorn aprofiten els vents de l'oest en dues etapes: les Canàries i el golf de Guinea.

Quan arriben a cada destí, les papallones dels cards viuen uns dos mesos, ponen els ous i moren. Però, com saben les papallones quan han arribat al seu destí? De vegades s'ha dit que potser les atura la tramuntana, que bufa en direcció sud. Potser detecten condicions favorables d'humitat i temperatura. Què les fa iniciar la migració? Tampoc no se sap.

El 2009 al Butterfly Monitoring Scheme van detectar una migració excepcional de papallones, que s'atribueix a un creixement extraordinari en el lloc d'origen. Les pluges de la tardor devien provocar una flora abundosa a l'Àtlas. El desenvolupament de cards i malves que mengen les erugues va permetre de sobreviure molta part dels ous que les papallones van pondre.

El seguiment de papallones a Catalunya, gestionada pel museu de Granollers, també va detectar un gran nombre de papallones dels cards. El seguiment el fan voluntaris que estudien transectes setmanals de 25 m en un centenar d'hàbitats diferents, des del març fins al setembre.

Les papallones fan la posta on creuen que les larves podran viure bé. Sempre ponen un número similar d'ous, de manera que la seva demografia la regulen les condicions ambientals; si no són òptimes, moriran més ous o més larves.

Quan arriba el moment de fer la crisàlide, l'eruga teixeix el capoll en plantes. Quan neix l'insecte adult és bonic perquè, per desplegar les ales bomba l'hemolimfa produïda cap als canals de les ales. I, com hi ha un excés d'hemolimfa la que no és aprofitada degota, de manera que, pel color, sembla que sagnin.

En aquest moment són molt vulnerables per als seus depredadors: orenetes i falciots, abellerols i granotes.

Frogs Eat Butterflies. Snakes Eat Frogs. Hogs Eat Snakes. Men Eat Hogs.

Més que rates i coloms (20/5/2010)

Margarita Parés va començar el cafè científic presentant-se. Va explicar que durant la carrera de Biologia s'havia especialitzat en botànica. Un cop a l'Ajuntament havia començat observant l'ecologia de la ciutat i ha acabat centrant-se en l'estudi de la biodiversitat. Després va fer que els participants es presentessin.

Tot seguit va esmentar tots els àmbits que podien tractar-se en un col·loqui sobre la biodiversitat a Barcelona. Com un índex relatat van sorgir flora, fauna, protecció, plagues, beneficis que comporta dedicar atenció a la natura a la ciutat (passar-s'ho bé, supervivència d'algunes espècies, crear xarxes), conflictes... com atraure animals... En fi, podria seguir molt. Finalment, vam acabar tractant els temes més o menys per grups biològics. I aquest serà l'ordre que seguiré.

Arbres

Vam començar amb una pregunta: és veritat que les fulles dels arbres aturen partícules tòxiques per a nosaltres? Certament, va respondre, s'estima que n'aturen unes 400 tones de mitjana, especialment els arbres de fulla plana i grossa com els plàtans (*Platanus x hispanica*). Cosa que no ha passat enguany, perquè ha plogut molt i l'aigua ha rentat les partícules contaminants i ha permès que els arbres tinguin molts brots verds.

La capacitat d'hibridació dels plàtans fa que siguin de difícil classificació. De tota manera, si els més comuns són els que abans es classificaven com a *Platanus occidentalis*, alguns individus en destacaven. Va explicar que un avi seu va trobar un dia Pius Font i Quer davant del Col·legi d'Advocats exclamant: «És l'únic *orientalis* que hi ha a Barcelona!». El que hi ha a la Gran Via davant de la universitat potser també ho és, bàsicament per l'escorça diferent. Ara, és estrany que Font i Quer no s'hi hagués fixat.

Què passa amb els plataners?

La ciutat és un medi hostil per als arbres. I si, a més, n'hi ha molts junts de la mateixa espècie com si fos un monocultiu, tenen moltes malures. De manera que la gestió comporta que se substitueixin plàtans per lledoners (*Celtis australis*), però augmentant la diversitat d'arbres de la ciutat, perquè no passi el mateix. De tota manera, a l'Eixample de Barcelona, on la imatge del plàtan a és especialment identificativa, es mantenen. També vam parlar discretament sobre altres arbres de Barcelona, els dels carrers, especialment dels catalogats com d'interès local.

Els grans voladors

D'ocells a Barcelona n'hi ha 75 espècies, 55 de les quals són protegides. Dels autòctons de temporada, dels recuperats, dels introduïts...

Entre els grans voladors, que migren per temporades i que són fidels als seus nius, a Barcelona tenim orenetes, falciots, ballesters... Molts d'ells estan vinculats als edificis, perquè se senten protegits. Aquest és el cas dels falciots o *vencejos* (*Apus apus*), abundosos, que volen contínuament i fan molta cridòria; i els ballesters (*Apus melba*), més grans, també nien a edificis en què conviuen individus sense parentiu. Talment com nosaltres. Altres els veien volar, però no se sabia on niaven ja que fan el niu sota teulades, en zones interiors dels edificis. De manera que va proposar-se el «projecte oreneta» per demanar als veïns que informessin dels nius. Així es van enregistrar 150 nius d'orenetes cuablanca o *avión* (*Delichon urbicum*) (des d'avui, 151; un dels participants va informar d'un al pàrquing de casa seva), i uns 35 d'orenetes vulgar (*Hirundo rustica*).

Les rapinyaires

Els falcons (*Falco peregrinus*) van desaparèixer l'any 1970. Cap al 2000 va ser reintroduïda una parella a la Sagrada Família. No va ser per controlar la desmesurada població de coloms, ja que la densitat de població que aquesta espècie pot assolir no hauria acabat ni de lluny amb la plaga de coloms.

Els falcons requereixen un territori ampli per a la seva cacera. A Barcelona n'hi ha quatre parelles. Totes fan nius alts, a les torres de la Sagrada Família (webcam) i a Montjuïc.

De fet, els penya-segats de Montjuïc són molt interessants geològicament, tant que estan catalogats i es pretén d'incloure'ls en les reserves de natura. Les parelles que hi ha a Barcelona s'han format pels individus reintroduïts, però també amb altres exemplars d'altres llocs.

Per reintroduir falcons se segueix la tècnica del *hacking*, una mena de nidificació artificial que consisteix a instal·lar una caixa-niu en un lloc considerat adient. Es col·loquen polls de falcó de 30 dies, quan ja mengen per ells mateixos. Sense que se n'adonin, se'ls proporciona menjar. Atès que quan aprenen a volar retornen al niu per a trobar el menjar, s'adapten al medi urbà. De mica en mica s'abandonen les visites a la caixa fins que els falcons s'independentzen.

Alguns columbòfils s'han espantat amb la reintroducció de falcons i s'han generat alguns problemes. Però els falcons molt difícilment caçaran coloms missatgers tan ben criats i atlètics quan els coloms de ciutat són tan fàcils de caçar. Els que cacen els ocellets dins les gàbies que els amos posen al sol són els xoriguers o *cernícalos* (*Falco tinnunculus*), alguns dels quals nien també als penya-segats de Montjuïc. En total hi ha entre 20 i 30 individus.

Les plagues

Aquests coloms roquers (*Columba livia*), que viuen en els falsos sostres dels nuclis antics dels veïnats, són un problema de salut pública a la ciutat, on n'hi ha uns 60.000. Per això durant la rehabilitació d'edificis antics d'han tapat forats per on es poden colar. Però es demana que no es tapin del tot, sinó que es facin més petits de 6 a 7 cm de diàmetre, de manera que puguin entrar passeriformes o ocells més petits, però no coloms.

Tot i les malalties dels coloms i la prohibició de donar-los de menjar, moltes persones els duen pa, cosa que genera una brutícia notable i moltes vegades a parcs infantils. Al barri també tenim una senyora que dona de menjar a coloms als jardins de Vinyoli i a la plaça Artós. Un dia li vaig comentar alguna cosa i se'm va posar a cridar molt agressiva: «iComer no está prohibido!». Em va fer pensar que no en faríem net.

L'espècie més representativa dels ocells exòtics introduïts, però, és la cotorra. La nova població de cotorretes (*Myiopsitta monachus*) va estar generada per la importació per a la venda i el posterior alliberament d'alguns exemplars. La seva capacitat de sobreviure i d'adaptar-se a altres arbres a banda de les palmeres, i d'aprendre a menjar a terra com els coloms, n'ha fet créixer el nombre de manera espectacular.

Fins al punt que són un problema als camps de conreu del delta del Llobregat quan arrasen el gra, i comencen a ser considerats una plaga. De moment, no generen un problema de salut pública, però els nius que fan, que són com apartaments, tenen el risc de caure. I el seu caràcter agressiu i descarat fa que desplacin altres ocells més petits. El que sí que provoquen és contaminació acústica.

Les garses o *urracas* (*Pica pica*) també són un problema, perquè es mengen els ous d'altres ocells més petits. S'estima que a Barcelona hi ha 500 garses, però és una població creixent.

Les espècies més antigues

Al zoo de Barcelona hi ha al voltant de 150 nius de bernat pescaire o *garza real* (*Ardea cinerea*), la colònia més gran de Catalunya, ja que a la Ciutadella hi van trobar una zona acollidora, que no els era hostil, i s'hi van quedar. Aquest ocell d'aiguamoll ens vincula al passat pantanós de la ciutat.

Però també hi ha puputs, mussols, als cementiris de Barcelona. Les boniques merles que graten la terra sota els arbusts buscant cucs.

I vam passar per sobre de les rates voladores: els gavians argentats (*Larus*); grans ocells agressius que nien a les teulades i les terrasses de ciutat vella i amenacen quan vas a estendre la roba.

Els mamífers asilvestrats

D'espècies de mamífers n'hi ha disset a la ciutat, set de les quals són espècies protegides. En el total es compten els gats i els gossos; no va dir si els humans també. Cap de les tres s'inclouria entre les set protegides.

Els gats són els animals asilvestrats que generen més problemes. Les persones els adquireixen de manera compulsiva, i quan s'atipen o arriben les vacances i no saben què fer amb l'animal, l'alliberen on els sembla. Els gats, sentimentalment, costen menys de ser alliberats que els gossos, perquè com que ja són mig salvatges...

I així s'han convertit en un gros problema sanitari per a l'Ajuntament. I en el perill més gran per als ocells petits. Per una ordenança està prohibit de matar-los, i l'Ajuntament ha habilitat llocs on se'ls pot donar de menjar i els esterilitzen a fi de controlar-ne la població. El creixement de la fauna asilvestrada no es deu al fet que no hi hagi ordenances que la controlin, sinó al poc compliment que se'n fa.

Els gats generen un instint maternal especial, que fa que algunes dones grans (estadísticament significatius el gènere i l'edat) facin de donar de donar-los menjar la seva raó de viure (o de part). Gairebé a cada barri hi ha una dona així que fa aquest paper. A Sarrià n'hi havia una, que va marxar del barri desnonada; després se la veia retornar amb el tren i un carro ple de menjar per a gats.

Els mamífers autòctons

Els quiròpters s'han adaptat perfectament a la ciutat; amb set espècies, són els mamífers més abundants. Sempre que els veig volar al capvespre em sento bé, em reconcilien amb la vida. Al Museu de Ciències de Granollers (La Tela) organitzen sortides per veure ratpenats. D'esquirols en podem trobar als jardins del palau de Pedralbes i al Laberint d'Horta.

Al zoo hi ha una colònia d'uns 40 eriçons (*Erinaceus europaeus*), que hi viuen de manera salvatge. Hi deuen ser des d'abans de les obres de la Ciutadella; de fet, potser ja hi eren abans i són un relict. Des de fa uns mesos que se s'estudia l'origen. Aquí podeu veure un vídeo que, això sí, comença amb un minut de publicitat.

De les rates (*Rattus norvegicus*) en vam parlar poc. Sí que són plaga, i de segur que se segueixen campanyes per a exterminar-les. No debades encara tenim el record de la pesta, provocada per un bacil, paràsit de les puces de les rates. Una altra plaga és la de porcs senglars, sobretot a les zones altes de la ciutat. En aquest cas, el control de població es fa mitjançant arcs i fletxes.

Rèptils, amfibis, peixos... i d'altres

De rèptils en tenim set espècies: dos de dragons (*Tarentola mauritanica* i un altre), dues de sargantanes (*Psammotromus* i altres) i quatre de serps (entre elles, *Malpolon*).

D'amfibis n'hi ha tres espècies: la reineta (*Hyla meridionalis*), el tòtil (*Alytes obstetricans*) i la granota vulgar (*Pelophylax perezi*). Dues d'elles estan protegides. Ara s'està acabant una tesi sobre els amfibis a Barcelona, que permet un coneixement de la situació real.

Vaig recordar el vespre d'estiu que travessàvem la plaça de Francesc Macià. A penes hi havia remor de cotxes, però un altre soroll fort ens va cridar l'atenció. Què era? Doncs eren les granotes o amfibis de l'estany del centre de la plaça sota l'ombú (*Phytolacca dioica*).

Els peixos que hi ha a Barcelona són tots introduïts. Molts per altres compradors compulsius que després els alliberen i es descarreguen la consciència dient: «Estaran millor en aquest estany». I així els peixos alliberats i les tortugues de Califòrnia ens espleten els ous dels amfibis autòctons.

També tenim fauna de costa recuperada en uns esculls artificials enfonsats davant del port: alguns peixos i llagostes (*Dociostaurus maroccanus*)!

D'insectes se sap poca cosa a la ciutat, no hi ha estudis tan avançats. L'aproximació més gran és el recompte de formigues del jardí botànic.

Per a saber-ne més

La Margarita ens va informar de l'agenda d'activitats del museu de zoologia, del jardí botànic, i ens va animar a anar a la festa de la ciència el 13 i el 14 de juny, quan es faran

bioblitz simultàniament a la Ciutadella, als jardins antics de la Universitat de Barcelona i al Laberint d'Horta, unes activitats que permeten de classificar la flora amb l'ajuda d'un expert.

Tardor: El reflex de l'entorn. *Eppur si muove*

Ens hem cregut sempre únics. A Galileu no li va costar la pell, però gairebé, explicar que la Terra no era el centre de la Terra, sinó que girava al voltant del Sol. A Darwin el van turmentar greus acusacions perquè va posar els humans en l'escala zoològica. Però, quan ens hem situat en el nostre lloc, hem sortit guanyant; perquè compartir les lleis de la natura ens facilita el coneixement de nosaltres mateixos. Aquest trimestre volem que ens expliquin com ens reflectim en el que ens envolta. Podem mirar la realitat a través d'un mirall?

22 de setembre: *El nostre reflex en l'entorn.* Joan Pino, CREA - Universitat Autònoma de Barcelona.

El nostre paper en la natura té clarors i foscos. Què ens reflecteix la complexitat del nostre entorn natural? Com l'estudiem? Ens fem un entorn a mesura? Què vol dir que en banalitzem la seva complexitat?

20 d'octubre: *De cucs i mosques fins a peixos i ratolins.* Cristina Pujades, Universitat Pompeu Fabra.

Què tenim en comú els humans amb la mosca, el peix, el ratolí i el cuc? Podem aprendre sobre els mecanismes d'envelliment, demència i resposta immunitària estudiant el desenvolupament embrionari de mosques i cucs?

17 de novembre: *Eclipsis i reflexos del nostre cervell.* Ignacio Morgado, Universitat Autònoma de Barcelona.

El nostre cervell integra la informació que rep de diverses fonts i la contrasta amb els recursos que ofereixen les nostres capacitats de recordar i aprendre. Com podem potenciar l'aprenentatge i la memòria?

Per a concloure l'Any de l'Astronomia, el cafè científic del **15 de desembre** es va transformar en la projecció del documental *Universo extremo*, que va estar dirigit per M. Teresa Soto-Sanfiel, professora titular del Departament de Comunicació Audiovisual i Publicitat de la Universitat Autònoma de Barcelona, i produït per José Ignacio Latorre, catedràtic de física teòrica de la Universitat Autònoma de Barcelona i director del Centro de Ciencias de Benasque Pedro Pascual. Es tracta d'un documental de 26 minuts que presenta com un raig gamma arriba a la Terra i és detectat pel Telescopi Màgic, situat en la cresta del Roque de los Muchachos, a l'illa de La Palma.

El nostre reflex en l'entorn (23/9/2010)

Quan vaig convidar en Joan Pino, del CREAM, a participar en aquest cafè científic, que va acceptar de seguida; va dir que, pel tema del trimestre –«El reflex de l'entorn»– podria parlar dels efectes de l'antropització sobre els ecosistemes: simplificació, banalització de les biocenosis, invasions i altres assumptes relacionats. Vaig pensar que era el que volíem: el nostre reflex en el que ens envolta, l'efecte dels humans en els ecosistemes. I ahir va arribar el 22 de setembre, el dia del seu cafè científic.

Joan es defineix com a naturalista o ecòleg de paisatges; d'ells n'estudia la composició des de diversos nivells d'organització: individus, poblacions, comunitats, ecosistemes i paisatges, que són, per als ecòlegs, un nivell d'organització superior, és a dir, sistemes de sistemes.

Per a començar a situar-nos ens va parlar dels fluxos de matèria i energia en la biosfera. Així, va dir que molta de l'energia solar que arriba a la Terra es malbarata, una altra fracció evapora aigua, genera corrents i fa ploure, i només amb una petita fracció (el 0,2%) les plantes transformen matèria inorgànica en orgànica per la fotosíntesi. El CO₂ atmosfèric es transforma en sucres a la planta.

Així, l'energia orgànica entra en la xarxa tròfica i es genera la vida de la Terra, perquè les plantes, al seu torn, poden

ser menjades per herbívors, i aquests, per pels carnívors. D'un nivell a un altre, només passa un 10% de l'energia, la resta és emprada en la vida (fisiologia, moviment) o simplement es dissipa.

Quant a la matèria, molts animals, en emprar-la, canvien el paisatge; pensem en les formigues, o en els grans herbívors de la sabana, que mantenen la praderia a ratlla evitant que es desenvolupin plantes llenyoses. Els castors també alteren el seu entorn per a fer-se'l més adequat a les seves necessitats. Però la capacitat humana per transformar, tan profunda i estesa, és única. I els usos de l'entorn han fet que els paisatges canviïn.

Transformació

En els darrers dos-cents anys, Catalunya ha vist canviar el paisatge diverses vegades. Quan el segle XVIII la vinya (*Vitis vinicola*) es va estendre com a conreu reeixit per a exportar-ne la producció, es van construir moltes terrasses per a poder participar en el comerç vitivinícola; aquesta activitat va generar un canvi en el paisatge. I quan, a la fi del segle XIX, la fil·loxera (*Phylloxera vastatrix*) va delmar les vinyes i es van abandonar les rabasses, la vegetació va amagar les terrasses construïdes a penes un segle abans. Tot i això, el paisatge ens explica la seva història, si la sabem buscar. O quan un incendi ens mostra el terra pelat i aflora la història abans amagada.

Quant a l'eficiència en l'explotació dels recursos, és veritat que cada vegada obtenim més recursos, però també és cert que som menys eficients: una tona de blat ens resulta més cara avui que a l'Edat Mitjana: els adobs sintètics, el transport de totes les fases de la producció, l'empaquetament... encareixen el producte i el fan menys eficient.

En aquesta mobilització de transport i fabricació fem servir energia solar fossilitzada. De manera que els nostres canvis en l'entorn que requereixen combustió alliberen CO₂ a l'atmosfera, gas que provoca l'efecte hivernacle i, en conseqüència, un escalfament de la temperatura global.

Simplificació

La transformació de l'entorn pels humans a escala significativa va començar amb l'aparició de l'agricultura, és a dir, quan es va transformar un ecosistema salvatge en un de domesticat per al seu aprofitament. L'aparició de camps de conreu va comportar la simplificació d'un sistema natural per a l'extracció de la producció primària (és a dir, dels vegetals) d'una manera més eficient per als humans.

A què en diem simplificació? Pensem en un ecosistema silvestre madur, per exemple, en un bosc. És ric en espècies, i bona part de la matèria orgànica es troba en forma de fusta o de fullaraca, inaprofitable per a la nostra alimentació. Un camp de conreu, per contra, és un sistema empobrit d'espècies, però del qual n'extraïem plantes comestibles, molt més interessants per a nosaltres. En un

ecosistema simplificat, la xarxa tròfica en què molta varietat d'espècies interactua perd complexitat, se simplifica. I, com a efecte comú, les espècies que resten són les menys especialistes.

Aquest efecte es veu clarament en el mar. La Mediterrània de fa cinquanta anys era molt més complexa que no la d'ara, hi havia tonyines grans, tortugues i altres animals que interactuaven. La sobrepesca fa que els animals marins siguin cada cop menys i més petits, cosa que fa que no es regulin les poblacions d'animals de creixement ràpid, com ara les meduses.

Homogeneïtzació

Un altre dels efectes quan se substitueixen organismes més especialitzats i més eficients en un determinat entorn, com ara els locals, per organismes més generalistes i cosmopolites, hi ha una uniformització general de la biodiversitat. Succeeix com en els centres de les ciutats, que tots s'assemblen; fins a tal punt és així, que de l'efecte també se'n diu «macdonalització».

En ecosistemes homogeneïtzats, les espècies també viuen menys temps. En un bosc amazònic primari, per exemple, els arbres poden viure fins a 300 anys; quan es talen, els arbres que creixen en el bosc secundari no viuen més de 50 anys. Cosa que també passa en un alzinar; en caure els arbres més antics, són substituïts per altres que viuran menys; o per una brolla, en la qual les espècies que hi

poden viure, com ara el romaní (*Rosmarinus officinalis*), només arribaran als vint anys.

En el mar, l'extracció de recursos per a la pesca ha fet que disminueixi la mesura dels peixos. Actualment hi ha un debat amb el dubte de fons de si les poblacions de sardines o de seitons podran sobreviure en cas que se segueixi el mateix ritme d'extracció. Al Cantàbric hi va haver cinc anys d'atur en la pesca del seitó (*Engraulis encrasicolus*), atès que s'havia arribat a una mena d'extinció comercial de l'espècie, però tot i així no sembla que la situació hagi millorat gaire.

Banalització

Tots aquests efectes provocats per la desaparició de les espècies especialistes comporten la banalització dels ecosistemes, que provoca, entre altres efectes, la minva de resposta enfront de flagells; ja sabem que un hort és més resistent que un monocultiu. Els ecosistemes complexos són més estables. La banalització, al seu torn, afavoreix l'establiment d'espècies invasores, que acostumen a ser més generalistes que les autòctones; entre els vegetals, per exemple, dediquen poca energia a la producció de teixits especialitzats, com ara les cutícules que fabrica la vegetació mediterrània, costosa de sintetitzar.

Invasions

Per invasió biològica s'entén l'augment d'espècies no autòctones. Al nostre entorn són conegudes les del delta de

l'Ebre, però són més importants les del delta del Llobregat; ambdós són paradisos per als nouvinguts. Ambdues zones estan formades per sòls al·luvials rics en nutrients i en aigua, en un clima benigne; però el Llobregat desemboca en una zona en què hi ha molt de moviment i d'intercanvi per tren, vaixell..., i això fa que les invasions siguin moltes.

Un exemple de planta invasora és l'herba de la pampa (*Cortaderia*); es va fer servir per jardineria tant domèstica com d'infraestructures, i s'ha escampat i creix de pertot, fins i tot en camps de conreu abandonats o abocadors de runes. Paradoxalment, a la pampa, d'on és autòctona, és una herba gairebé extingida. Però aquest no és un fenomen nou. La canya mediterrània (*Arundo donax*), per exemple, no és autòctona, com tampoc no ho és el cargol bover.

Un flagell que sembla més o menys controlat va ser durant un temps la tortuga de Florida (*Trachemys scripta*). La venien de mida petita, però en fer-se gran, feia nosa a la casa i era abandonada al riu o al delta. Ara, la tortuga de galta roja està essent substituïda per la de galta groga (*T. callirostris*), que és menys invasora. I, per trobar, al Llobregat s'han trobat cocodrils, que, per ara, no s'han tornat invasors.

Què fa que una espècie es torni invasora? Doncs que n'hi hagi molta; com més individus, més probable és que aparegui una mutació que torni resistent una població i, finalment, fer-la invasora. D'aquest fet se'n diu efecte loteria: et

pot tocar, però com més en compres, més probabilitats tens que et toqui.

Un altre exemple de planta invasora és l'ailant (*Ailanthus altissimus*), d'origen japonès, que va ser molt emprada en jardineria i ara molt estesa a Collserola, sobretot a la zona de Santa Maria de Vallvidrera. O la soja borda (*Abutilon theophrasti*), una planta invasora típica dels conreus de blat de moro (*Zea mays*).

Les ciutats són territori lliure perquè s'hi instal·lin espècies colonitzadores. I no cal que les espècies invasores siguin foranes. Ja no són els falcons els que mengen els coloms, sinó les gavines (*Larus argentatus*), o les garses (*Pica pica*), que fan desaparèixer els ous dels passeriformes, amb la qual cosa simplifiquen més un ecosistema simple.

Una de les espècies invasores més recent és la cotorra argentina (*Myiopsitta monachus*). Les cotorres van escapar-se del zoo i van poblar la Ciutadella. Més endavant, seguint un procés exponencial, es van estendre per tota la ciutat i ara són un problema, no només per a la ciutat, sinó també per als conreus del malmès delta del Llobregat. Han passat a ser un problema econòmic.

Recapitulant

Tots aquests efectes de simplificació, homogeneïtzació i banalització són conseqüència de la nostra activitat. Però no podem deixar els ecosistemes sense tocar, hem de sobreviure. El problema és la velocitat amb què trans-

formem els ecosistemes i l'increment de població, que demana més matèria i més energia (com ara passa, per exemple, amb la generalització del llibre electrònic). Podrem perpetuar aquesta despesa energètica?

Atès que el benestar i l'extracció de recursos són forces antagòniques, ens cal buscar una forma de vida sostenible que ens permeti compaginar-les.

Comentaris

Mercè Piqueras 06/10/2010 12.33.00

Hi ha qui compara les plantes invasores amb els microbis oportunistes, que només causen infeccions si l'hoste està immunodeprimit o té la microbiota habitual alterada per alguna causa. Amb les «invasores» passaria una cosa semblant: si l'ecosistema és fràgil, si ja hi ha algun desequilibri, les espècies al·lòctones prosperen. Per altra banda, és natural que si hi ha molts exemplars de l'espècie al·lòctona sigui més fàcil que s'estengui.

De cucs i mosques fins a peixos i ratolins (24/10/2010)

Dimecres passat, 20 d'octubre, la Cristina Pujades, de la Universitat Pompeu Fabra, al PRBB, va venir al cafè científic per parlar-nos *De cucs i mosques fins a peixos i ratolins*. La pregunta subjacent era: què tenim en comú els humans amb la mosca, el peix, el ratolí i el cuc? Podem aprendre sobre els mecanismes d'envelliment, demència i resposta immunitària estudiant el desenvolupament embrionari de mosques i cucs?

Molts dels descobriments de l'última dècada en la biologia del desenvolupament han tingut una importància sorprenent per la salut humana. Qui hagués dit fa 10 anys que aprendríem sobre els mecanismes de l'envelliment, la demència i la resposta immunitària estudiant el desenvolupament embrionari de mosques i cucs? És actualment acceptable treballar en aspectes aparentment llunyans de la biologia utilitzant organismes model sense connexions directes i clares amb la biologia humana?

Els polítics i la recerca

De tota manera, la Cristina no se'n va poder estar i també va incloure política científica. Justament perquè la candidata a vicepresidenta de les darreres eleccions als Estats Units, Sarah Palin, va dir justament que era absurd invertir en

estudis de recerca bàsica fets en «mascotes» com ara el peix zebra, la mosca drosòfila o el cuc elegant. La candidata desconeix, i probablement no li interessa, que estudiant la memòria a llarg termini en drosòfiles s'ha arribat a trobar, per exemple, un factor de risc de predisposició a l'autisme en humans. I desconeix també que l'inici de la formació del cervell en humans és com el del peix zebra. I que conèixer l'envelliment del sistema nerviós del cuc ens pot donar claus per comprendre el del nostre. I això per què passa?

Per què cercar-nos en animals simples?

En ciència ja fa temps que se sap que estudiant animals menys complexos que nosaltres podem comprendre com funcionem. I que comprenent les condicions normals, podem també arribar a comprendre les condicions patològiques. I comprendre-les vol dir pensar a posar-hi remei.

Francis Crick –qui, per cert, quan va trobar l'estructura del DNA amb James Watson (una recerca aleshores considerada bàsica, sense aplicació) no va sospitar fins on podia arribar la troballa en la comprensió del funcionament molecular dels humans i en aplicació diagnòstica i terapèutica– va dir una vegada que als embrions els agraden les ratlles. Què volia dir?

Doncs volia dir que els elements bàsics per a fer-nos són pocs, i el que succeeix durant el desenvolupament és que es repeteixen les estructures. Així, l'estructura bàsica d'una

vèrtebra es repeteix fins a tenir la columna sencera; i també veiem estructures repetides en gambes i en cucs.

És a dir, ens anem desenvolupant afegint complexitat a estructures senzilles; de la mateixa manera, l'evolució ha anat afegint complexitat a organismes més senzills per tenir organismes més complexos. Així doncs, per comprendre el nostre funcionament a partir d'organismes més simples, només cal estudiar les seves regles de funcionament i afegir-hi complexitat.

Els animals d'experimentació

Des de fa 25 anys es fa servir com animal d'experimentació el cuc dit elegant (*Caenorhabditis elegans*), perquè és fàcil seguir el llinatge de les 1.000 cèl·lules que arriba a tenir d'adult: les cèl·lules que s'estudien poden fer-se fluorescents i ser detectades amb microscopi confocal, per exemple.

El primer a fer servir la mosca de la fruita (*Drosophila melanogaster*) com a model va ser Thomas Morgan. Observant-les va veure que tot i que la majoria tenia els ulls vermells, de tant en tant n'apareixia alguna amb els ulls blancs. Quan les creuava va adonar-se que era un caràcter hereditari. Aleshores va voler determinar quins caràcters hereditaris podien ser estudiats. Es diu que va expressar: «Excepte amb amor, les vaig tractar amb tot el que vaig trobar».

La drosòfila és fàcil de cultivar en pots de vidre, té un cicle vital curt (en 20 dies es pot tenir una mosca adulta) i té uns cromosomes gegants en les glàndules salivals, que es veuen molt bé al microscopi òptic. Per això s'han fet servir molt en experiments de genètica.

I en aquest invertebrat s'han pogut trobar també similituds de desenvolupament amb els humans. Per exemple, estudiant els gens (o les famílies de gens) que codifiquen per les ales, s'ha vist que són semblants als que desenvolupen les nostres extremitats. I buscant els gens que les formaven es va poder conèixer el factor FGF que havia causat el gran drama de la talidomida entre 1958 i 1963.

El peix zebra (*Danio rerio*) és un dels vertebrats més senzills i es cria per a estudis de desenvolupament perquè la femella pon 200 ous, que el mascle fertilitza externament. Mirats amb lupa són uns ous preciosos: grans, translúcids. De manera que podem veure el seu desenvolupament al microscopi. I, com que és un animal vertebrat, permet una major aproximació a la nostra espècie.

Un animal curiós que es va emprar durant la dècada de 1930 com a model en experiments de desenvolupament és l'axolotl (*Ambystoma*). Aquest amfibi ara torna a fer-se servir malgrat l'estranya capacitat que té per regenerar parts del seu cos, com ara les potes. També es fan servir ous i pollets d'algunes aus per a veure el desenvolupament

en els diversos moments de desenvolupament embrionari. Treballar amb rates o ratolins és més complex, especialment en estudis de desenvolupament, perquè és intrauterí, i cada vegada que se'ls estudia cal sacrificar l'animal. Aquestes pràctiques han generat la creació de normes ètiques, com ara el protocol de Helsinki, que cal seguir per a l'experimentació amb animals superiors.

Protocols per a l'experimentació animal

A Catalunya, el compliment del protocol de Helsinki està regulat per la Generalitat, que vetlla també perquè se segueixin les pautes que marquen els comitès d'ètica de les diferents institucions. A més, per a publicar un article en una revista d'impacte (allà on els científics volen publicar) és necessari presentar el certificat de compliment si és que s'han fet servir animals que estan inclosos en aquest protocol.

En l'experimentació amb animals es demana que es compleixin les 3R: reduir el nombre d'animals, reflexionar si és o no necessari, i reemplaçar, si és possible, per un animal menys complex o per una tècnica que no impliqui l'ús d'animals.

Ara bé, atès que rates i ratolins són mamífers, més propers que un peix, per exemple, en determinats estudis la seva aportació és de molta ajuda. I no cal dir que experimentar amb primats és encara més complex, pel que fa a la regulació.

Les cèl·lules mare

A partir del desenvolupament d'un individu, es pot pensar en el desenvolupament de part d'un individu. I això ens duu a parlar de les cèl·lules que poden donar peu a aquest procés: les cèl·lules dites mare.

Als Estats Units està prohibit utilitzar diners públics per experimentar amb cèl·lules mare embrionàries (tot i que no diners privats). Obama va voler abolir aquesta llei però no ho va aconseguir. Alguns investigadors van recordar llavors la peculiar biologia de l'axolotl (*Ambystoma*), capaç de regenerar una pota amputada, i se l'ha recuperat com a animal d'experimentació, buscant com les cèl·lules mare permeten que es regeneri un braç sencer i no només un monyó.

Ara bé, pel que fa al cervell, el 2007 hi va haver una revolució en els estudis de regeneració, perquè es van trobar dos reservoris de cèl·lules mare. Allò que dèiem de les repeticions per augmentar complexitat, el ratolí té un nucli de regeneració mentre que en els humans se n'han trobat dos.

En paral·lel, també s'han aconseguit cèl·lules mare pluripotencials induïdes per immersió en còctels que contenen diversos factors de creixement i desenvolupament. Així, mitjançant una pràctica complexa s'han pogut obtenir neurones a partir de cèl·lules de la pell. I aquesta mena d'estudis permeten parlar de recerca translacional: *from the*

bench to the bed; de la lleixa al llit, del laboratori a la clínica.

La complexitat

Quan es feia la cursa pel genoma humà, hi havia apostes sobre el nombre de gens que trobarien en els humans, i alguns havien arribat a predir-ne més de cent mil. Però una altra de les afrontes que ha hagut de superar l'arrogància humana és que, si les mosques tenen prop de 20.000 gens, nosaltres en tenim 30.000.

Els gens estan en la molècula del DNA i són traduïts a proteïnes, algunes de les quals tenen una vida curta, o bé formen part de xarxes que regulen l'expressió d'altres gens, d'altres proteïnes...; regulen el desenvolupament i la formació d'un animal complex com som els humans.

Així doncs, si tenim pocs més gens que un cuc, hem de pensar que la complexitat no depèn només dels gens. Sabem que gran part del genoma no conté gens, sinó que duu informació complementària que indica quan i on un gen s'ha de posar en marxa. I així ha començat el que es diu la genòmica funcional, que és la que estudia els mecanismes que «desperden» els gens. És una disciplina encetada per Sydney Brenner, el primer que va fer servir *C. elegans* com a animal d'experimentació, per la qual cosa va rebre el premi Nobel.

De manera que ara s'ha començat a estudiar genòmica emprant com a model el peix fugu –conegut per la seva exquisidesa i perillositat gastronòmiques–, que té un genoma molt compacte, gairebé sense seqüències intermèdies. Així es comparen els genomes i les regions veïnes dels gens i es pot determinar millor la funcionalitat en la informació del DNA.

La Cristina ens ha explicat una part de la seva feina, i ha recordat que si els ciutadans tenim les eines per opinar, no ens empassem discursos com el de la Palin.

Eclipsis i reflexos del nostre cervell (20/11/2010)

Al cafè científic de dimarts 17 de novembre va venir Ignacio Morgado, del Departament de Psicobiologia de la Universitat Autònoma de Barcelona, per parlar-nos sobre *Eclipsis i reflexos externs del nostre cervell*. Ens va explicar que treballa amb rates per estudiar el cervell, l'òrgan funcional del cos que engloba ment i comportament: integra la informació que rep de diverses fonts i la contrasta amb els recursos que ofereixen les nostres capacitats de recordar i aprendre.

I per aquí comencem: què és la ment? És un producte del cervell?

La ment és una funció del cervell, integra els processos mentals com la memòria, les percepcions, les emocions. És el procés funcional a través del qual aprenem, recordem i sentim emocions.

De manera que la ment no és un producte del cervell. Si ho fos, ment i cervell es podrien separar, i no és així. M'agrada més la comparació de la roda i el moviment, que no poden estar separats. La ment és com la funció del cervell i es pot trobar en dos estats, conscient i inconscient.

Tampoc hem de creure que la ment sigui programari i el cervell el maquinari, perquè semblaria que són parts diferenciades, com si la ment s'instal·lés en el cervell. El que ve de fora no és la ment, sinó la informació. El cervell ja ve dotat; no requereix programes, es crea ell sol, segons la seva pròpia informació. Perquè pugui funcionar, això sí, necessita informació del món.

Evolució del cervell

Les primeres neurones van aparèixer fa uns 500.000 anys, en el Càmbric. Per evolució i selecció hem arribat al nostre cervell, però pel camí de segur que hi ha hagut milions de cervells que s'han extingit. Es podria dir que el nostre cervell té tres parts que van aparèixer successivament en l'evolució: una primera part reptiliana, una segona encefalització, de mamífer, i el creixement dels hemisferis, que és la nostra adquisició de primat.

El cervell reptilià va aparèixer fa al voltant de 300 milions d'anys, i controla els instints: menjar, beure, temperatura, perill o impuls sexual. El cervell de mamífer va aparèixer fa uns 200 milions d'anys, sobre el cervell de rèptil, i la seva especialització controla les emocions, potencia la conducta instintiva millorant la capacitat d'adaptació, i, atès que l'entorn canvia, facilita l'adaptació als canvis. Fa 65 milions d'anys, el cervell de primat va comportar una nova evolució: va créixer l'escorça cerebral i, amb ella, la capacitat de raonar.

En els processos mentals predominen sempre els més bàsics; és a dir, que les emocions poden més que la raó. Així, sobre els tres cervells té tendència a predominar el més antic. Per això podem tenir una reacció visceral de la qual més tard ens penedim racionalment; perdonem-nos, perquè potser no és bo que passi, però és el que ens fa humans. Ara bé, educar les emocions ens fa ser madurs.

Però, com i per què van anar apareixent nous cervells? Doncs purament per mecanismes de selecció natural; en aparèixer més diversitat d'éssers vius, va anar apareixent més competència, de manera que calia especialitzar-se per sobreviure.

Desenvolupament del cervell

Durant el desenvolupament d'un individu, el cervell va canviant. Registra la informació i connecta neurones, de manera que aprèn. L'educació i la informació ens modifiquen el cervell, si no serviren per a res. L'Ígnacio vaticina que sortirem de la xerrada diferents de com hem entrat.

Les connexions més antigues i les que es fan servir més són les duradores. Les connexions més noves, i les que no fem servir, desapareixen. En el cas de les persones, que sovint oblidem tant, la memòria és selectiva i no recorda persones no freqüentades. Per això, cal recordar noms i cares i, sobretot, associar-les fent exercicis. I, per facilitar-nos la vida i tenir la tranquil·litat de saber que no oblidarem

compromisos, també s'hi val a fer servir memòria exògena, és a dir, agendas, notes o recordatoris.

El cervell d'home i el cervell de dona són diferents, perquè donen respostes estratègiques diferents a la vida. Quan es va formar el nostre cervell, les conductes entre homes i dones eren diferents. Es diu que les dones som més emocionals que els homes i que tenim més intuïció. Però, què és la intuïció? Un conglomerat d'experiències, de manera que això de la intuïció no és tan diferencial per sexes, sinó per persones.

Situacions límit

Davant de reaccions extremes veiem que els humans podem reaccionar de diferent manera. Està estudiat el cas de l'enfonsament del Titànic, el 1912, en el qual van morir unes 1.500 persones. El comportament dels afectats va ser exemplar: van organitzar el salvament de nens i dones, i dels més dèbils; després dels més forts... Es va tenir un respecte a la classe social.

Quan es va enfonsar el Lusitània, el 1915, per contra, la qüestió va ser una altra. El comportament no va ser precisament exemplar, sinó un campí qui pugui. Per què? No era ni perquè les persones fossin diferents ni perquè el vaixell fos diferent. La diferència va raure en la velocitat d'enfonsament: si el Titànic va trigar dues hores i mitja, el Lusitània va trigar vint minuts. La situació doncs va ser molt més frenètica i extrema.

Ètica del comportament

Existeix el lliure albir que ens deixa decidir el que realment volem? En qualsevol cas, el cervell és una eina tan poderosa i magnífica que ens fa creure que sí, que decidim nosaltres. Ara, com que som animals socials, ja està bé que tinguem una certa consciència que ens coarti la llibertat d'actuació. O si més no, que ens faci ser crítics amb el nostre comportament.

Alguns tòxics, com ara l'alcohol, alteren el funcionament del cervell. Aleshores, l'alcohol és un eximent per algun comportament no desitjat? Depèn, no està resolt. Aquestes decisions són legals i en elles intervenen especialistes de diversos camps, no només investigadors. De tota manera, hi ha moments que les resolucions són contradictòries.

I la violència de gènere? És un eximent ser portador d'un gen de l'agressivitat? O de testosterona, que és l'hormona de la virilitat? En una reunió amb fiscals, els especialistes en neurociències van parlar de la diferència entre el pederasta, que consideraren un cas psiquiàtric, i el violador, que el consideraren penal. Decisions difícils.

Molècules dels sentiments

Les hormones regulen el comportament del nostre sistema nerviós. I, atès que triem per emocions, les molècules ens ajuden a prendre les decisions. Aleshores, segons quina hormona predomini en el nostre organisme, l'elecció pot ser diferent.

L'òxitocina, que s'allibera amb la copulació, per exemple, és el neurotransmissor que integra els circuits de les emocions que generen nexes; ens fa ser més generosos, més cordials, més afectuosos. També és la molècula que relaxa els músculs que intervenen en el part i afavoreixen la lactància, i crea vincles entre mare i fill.

L'amor romàntic produeix una resposta emocional que desactiva el cervell racional. Per l'alliberament hormonal en l'amor romàntic, Samir Zeki el compara amb l'amor de mare; en ambdós casos, la pulsio del sentiment anul·la el judici crític a la persona objecte de l'amor.

En els enamorats canvia el nivell de serotonina en sang, un neurotransmissor present ja en els cervells més antics que disminueix el nivell d'agressivitat, estabilitza la conducta i protegeix contra l'agressió. Com que els enamorats tenen els nivells de serotonina baixos, un cervell enamorat genera una obsessió compulsiva per l'altra persona, una mena de passió exaltada que no permet de pensar en altra cosa. Afortunadament, no dura gaire. Segons Helen Fisher, el màxim relatat en la literatura és de 15 a 17 mesos.

Es podria dir que en la pulsio positiva del sentiment primer de l'enamorament és com si el cervell segregués molècules semblants a les amfetamines, que provoquen una mena de desenfrenament de forta base fisiològica. Quan aquesta sensació canvia, si no hi ha un canvi cap a una altra mena de relació, les parelles se separen.

Si no se separen, la sensació posterior d'amor es relaciona amb una segregació de dopamina, que produeix una mena d'eufòria més madura per l'alliberament d'endorfines, molècules que redueixen l'estrès. Ara bé, aquestes substàncies de la família de la morfina generen dependència. Per això, per la pèrdua del company, el cervell es pot desestructurar i provocar una mena de síndrome d'abstinència de difícil recuperació.

Lesions al cervell

Un dels primers casos descrits a la literatura científica en què hi va haver un canvi de comportament per lesió cerebral va ser el de Phineas Gage; era un treballador de ferrocarril exemplar, educat i prudent, fins que un accident causat per una barra de ferro que li va travessar el cervell el va transformar en una persona sense educació, en un ser instintiu. Va ser una lesió en el cos callós, el nexa entre els dos hemisferis format per 200 milions de fibres, va generar una desconexió neuronal i, en conseqüència, el canvi de caràcter.

Cada cop sabem millor com funciona el cervell, per recerca o bé per estudi de malalties que l'afecten. Antonio Damasio relata lesions cerebrals que provoquen malalties curioses; per exemple, hi ha malalts que obliden els noms dels vegetals, però no dels d'animals. Això fa pensar que la informació es guarda en paquets.

I també hi ha casos en què les possibles malalties que ens poden afectar, incloses les del cervell, poden tenir una certa component genètica. Davant d'aquesta circumstància, cal valorar si és bo o no saber si som portadors d'algun gen d'aquest tipus? La resposta de l'especialista és clara: si hi ha solució, sí; si no, no.

Exercitar el cervell

Ara, l'Ignacio ens recorda que la predisposició a l'Alzheimer, perquè algun predecessor nostre ha pogut patir aquesta malaltia, només és una predisposició. És molt difícil comparar, perquè tot i tenir el mateix gen, i tot i haver tingut una vida similar, els factors ambientals difícilment coincideixen: les vivències, les pors i les impressions en la infància, per exemple, ja modelen cervells diferents.

Així que recomana que no ens preocupem, perquè passem mitja vida preocupats per coses que no passen. I aconsella que seguim el que recomanen els experts, una dieta sana, fer controls: mamografies en les dones, detecció de PSA en els homes, etcètera. I que, sobretot, no ens deixem enredar per cures miraculoses. Ara per ara, no existeixen proves mèdiques preventives per a malalties cerebrals.

Ens recorda també que l'activitat intel·lectual promou l'exercici del cervell; de manera que recomana l'aprenentatge d'una llengua, una tècnica, una cultura en edat tardana; passejar, llegir..., fer allò que li agrada a una persona, allò que li produeix satisfacció intel·lectual.

Al laboratori

Ignacio ens explica que ell investiga amb rates perquè són un mamífer, i això significa que una part de l'evolució l'hem tinguda comuna. Les seves respostes instintives són molt semblants a les nostres: amb la gana, el sexe, el dolor, el plaer, responen amb una acceleració dels batecs del cor, amb els pèls de punta...

Això és perquè tenim en comú l'amígdala, que és la zona crítica del cervell emocional ja des dels primer mamífers. Ara bé, l'escorça en la rata, a diferència de la nostra que és gran i rica, és pobra. Per això, només una part del comportament en les rates explica el comportament humà. Per a investigar més el comportament humà hi ha tècniques de neuroimatge.

Ignacio, vas tenir clar des de petit que volies ser neuropsicòleg?

No, diu que va començar estudiant electricitat i electrònica a una universitat laboral. Més endavant, a les acaballes del franquisme el seu cervell va patir un canvi: va pensar que volia fer una carrera més compromesa i va estudiar psicologia. I que de seguida va conjuminar les dues tendències: les connexions i el cervell.

Ens explica que s'ho passa molt bé duent a terme la seva activitat investigadora, que quan un experiment surt, es gaudeix com el sexe, en la intimitat. A mi em fa pensar en l'article que una vegada va redactar François Jacob per a un

monogràfic que vaig editar: «De la pressa nocturna, a la quietud impresa», en el qual parlava de manera molt vital i divertida de la ciència de nit i la ciència de dia.

Per acabar, ens va dur el darrer llibre seu, *Emociones e inteligencia social: Las claves para una alianza entre los sentimientos y la razón*; del qual acaba de sortir la segona edició publicada per Ariel.

Comentaris

Marisa 14/3/2011

La tarda en què Ignacio Morgado va participar com a ponent, m'ho vaig passar especialment bé per dues raons: 1) perquè sóc una apassionada en el tema del cervell i la ment, i 2) perquè Ignacio Morgado té la gràcia i l'habilitat d'explicar allò que pot semblar complicat d'una manera agradablement entenedora.

Tant em vaig entusiasmar, que a l'endemà vaig comprar un dels seus llibres, del qual ell ens va parlar: *Emociones e inteligencia social*. L'he llegit i sé que el tornaré a llegir, tal com faig amb els llibres que m'agraden i dels quals sento que aprenc coses noves i interessants.

Fa algun temps que vaig veure, per primera vegada, a Ignacio Morgado. Va ser en una de les seves conferències a Cosmocaixa, en la qual ens va parlar d'una manera apassionada i entenedora sobre l'obra i la personalitat de Ramón y Cajal.

Avui l'he vist a l'entrevista que li fan a *La Vanguardia*, a la pàgina de «La Contra» (dissabte, 12/3/2011). Sublim la seva frase: «Vivir es un problema solo si lo piensas». També m'ha encantat la humilitat amb què reconeix la dificultat que encara avui dia té la ciència per explicar: «¿Cómo esta masa de carne que es nuestro cerebro se convierte en pensamiento?».

Marisa 14/3/2011

Senyor Morgado, m'he permès fer-li dos preguntes o reflexions que m'agradaria que em comentés si en algun moment llegeix aquesta intervenció meva i si el seu temps li ho permet.

Si l'evolució ens ha portat a tenir un cervell tan complex i ple d'emocions que ens fa conscients de les nostres pors i patiments i ens obliga contínuament a estar en lluita amb nosaltres mateixos i amb les decisions que prenem, no pot ser que això ens faci gastar una part important de la nostra energia en nosaltres, en comptes d'utilitzar-la per millorar la supervivència de l'espècie i del nostre entorn? Realment som tan superiors com a espècie?

Les últimes teories diuen que el cervell s'avança uns segons (± 10 segons) a prendre una decisió que nosaltres donem per fet que és conscient, i això pot fer pensar que el lliure albir és una mera il·lusió.

Suposo que hi ha molt per estudiar encara abans d'arribar a la conclusió definitiva que no som res més que ninots

controlats per una màquina biològica que vol pensar i decidir conscientment.

Però em pregunto: si el cervell pren una decisió uns segons abans que nosaltres la fem conscient, no és gràcies a la informació que hem anat acumulant al llarg de la nostra vida?

El cert és que és un tema apassionant, del qual, al mateix temps, fa una mica de por trobar la resposta. Bé, em disculpo si m'he allargat massa.

Salutacions de Marisa.

Resposta d'Ignacio Morgado 15/3/2011

Benvolguda Marisa,

Gràcies, abans que res, pel seu interès en la meva xerrada i les meves opinions.

En primer joc vull fer-li notar que és un error dir coses com «el cervell se'ns avança». Perquè, llavors, qui és «ens»? Qui són «nosaltres»?

Des d'un punt de vista científic, «nosaltres» no són més que el nostre cervell i la nostra ment. I són dues entitats, és un sol ens. Qualsevol altra cosa és fora de la ciència.

Però, a més, no li sembla normal que el cervell s'avanci uns segons a la consciència? Dit d'una altra manera, no és normal que l'electricitat passi pel cable abans que s'encengui

la bombeta? Li semblaria normal l'ordre contrari? (que s'encengui la bombeta abans que li arribi l'electricitat).

La consciència és un estat de la ment creat pel cervell mateix, i això comporta un temps. Són aquests segons dels quals vostè parla abans de tenir la consciència del que sigui.

D'una altra banda, passa el mateix si vostè diu que estem en lluita amb nosaltres mateixos, perquè, qui està en lluita amb ell mateix? Que potser som dos? Qui és l'altre a banda del cervell i la ment?

Aquesta energia que vostè diu que gastem en les emocions potser és l'energia més ben emprada de totes, doncs ens serveix per adaptar-nos a les situacions complicades d'una manera prou efectiva. Aquesta energia ha estat crítica per a la supervivència de les espècies.

Gràcies una vegada més, Marisa, espero com a mínim fer-la pensar una mica més, com vostè m'ha fet també pensar més a mi.

Afectuosament, Ignacio Morgado.

Marisa 15/03/2011

Apreciat Ignacio Morgado,

Primerament, moltes gràcies per la seva ràpida contesta. Això m'ha alegrat el dia.

L'he llegit amb molt d'interès i se m'han despertat preguntes i reflexions. Hi estic d'acord, nosaltres no som més que el

nostre cervell i la nostra ment, i no n'hi ha dos, sinó un. Però em sorgeixen noves preguntes: què som nosaltres? Només un cervell que quan funciona bé, ens dóna una il·lusió d'identitat i de personalitat? Som només una màquina biològica que configura el nostre comportament i el nostre sentir? Llavors, en cas que aquesta màquina s'espatllés per accident, per mal funcionament químic, o per trastorns o malalties com per exemple l'Alzheimer, en aquests casos, quan la persona es perd en el buit del no ser, de la no-consciència, ja no hi ha ment? L'individu es converteix en un cervell espatllat i tancat en un cos viu que ja no sap que és persona? On estaria la personalitat? Ja no hi ha persona? Ja només queda la massa de matèria pensant espatllada?

Quant a la dualitat que, incorrectament, donem els individus a la nostra persona, quan ens referim al nostre cervell com si hi hagués un «nosaltres» i un cervell separat, accepto que és una incorrecció, però crec que ho fem perquè se'ns fa difícil entendre que som allò que pensem que som i perquè sovint el nostre jo conscient pren una decisió i alguna part del nostre cervell (disculpi'm si torno a dir «nostre») ens empeny cap una altra, amb la qual cosa neix el conflicte, neix el dubte, neix la sensació de dualitat.

Gràcies per la seva carta, gràcies per haver-me fet pensar, perquè pensar és molt divertit.

Respon Ignacio Morgado: 15/3/2011

Quant a les preguntes que em fa:

Desgraciadament, Marisa, així és, i li mentiria si, com a científic, li digués un altra cosa. Ben diferent és tenir creences religioses, cosa que és fora de la ciència, però que dóna una perspectiva del més enllà, de la mort del cervell i la desaparició de la ment.

Quant al comentari sobre dualitat:

Amb això sí que li dono la raó, doncs aquesta manera de parlar de vegades ens facilita el raonament sobre la ment. El conflicte és propi de la naturalesa de la ment, que, per altra banda, està també capacitada per a superar-lo.

Salutacions cordials.

Índex terminològic

- abellerol, 42
Abutilon theophrasti, 61
accelerador de partícules, 34
adaptació, 72
Advocats, Col·legi d', 44
aficionat, 9
Àfrica, 40
agricultura, 57
Agrupació Astronòmica de
 Barcelona, 9
aigua, 14, 19-20, 26, 55, 60
aigua, gotes d', 13
ailant, 61
Ailanthus altissimus, 61
Ajuntament de Barcelona, 37,
 43, 49
al·luvial, sòl, 60
alcohol, 75
Alytes obstetricans, 51
Alzheimer, 78, 84
alzinar, 58
Ambystoma, 66, 68
American Association of
 Variable Stars Observers
 (AAVSO), 13
amfibi, 50-51, 66
amor, 65, 76-77
Andalusia, 38
Andreu, Marisa, 6, 80-83
Andròmeda, galàxia d', 17
Anglaterra, 11
anglès, 39
antropització, 55
Any de la Biodiversitat, 37
Any de l'Astronomia, 9
aprenentatge, 28, 54, 78
Apus apus, 45
Apus melba, 45
arbre, 43-44
arbre interès local, 44
Ardea cinerea, 48
Arecibo, 21
Artós, plaça, 47
Artur, 14, 36
Arundo donax, 60
Associació Catalana de
 Comunicació Científica
 (ACCC), 37
asteroide, 15
astrofísic, 9
Astrofísica, 17, 28
astrònom, 15, 17, 29
astronomia, 9, 11-12, 17, 27,
 29, 54
Atacama, 27
Atlas, 41
atmosfera, 15, 20, 25-27, 57
àtom, 31
atur, 59
Autographa gamma, 40
Àvila, Anna, 38
axolotl, 66, 68

bacteri, 37
ballester, 45
banalització, 59
Barcelona, 11-12, 16, 28, 37,
 43-45, 46, 48, 51
barri, 47, 49
batuda, 15
bedoll, 38
bernat pescaire, 48
Betelgeuse, 14
Big Bang, 10, 30-32, 34-35
bioblitz, 52
biocenosi, 55
biodiversitat, 37-38, 43, 58
biomarcador, 20
biosfera, 55
blat de moro, 61
Bootes, 14
bosc, 57-58
Brenner, Sydney, 69

- British Astronomical Association, 12
 Butterfly Monitoring Scheme, 41
- Caenorhabditis elegans*, 65, 69
- Califòrnia, 29
 Canadà, 40
 Canàries, illes, 27, 38-39, 41
Canis Maioris, 14
 Cantàbric, 59
 canvi climàtic, 25
 canya mediterrània, 60
 Cap Cañaverall, 21-22
 caràcter hereditari, 65
 Casa Orlandai, 2, 11, 30
 castor, 56
 Catalunya, 41, 48, 56, 67
 Cavalli-Sforza, Matteo, 10, 30
 cel, 9, 11-12, 15-16
 cèl·lula, 65, 68
 cèl·lula mare, 68
Celtis australis, 44
 central nuclear, 22
 CERN, 34
 cernícalo, 46
 cervell, 35, 54, 64, 68, 71-85
 ciència, 7, 9, 13, 35, 51, 64, 80-81
 Ciutadella, 50
 civilització, 20-21, 23
 Closas, Pere, 9, 11
 CO₂, 20, 25, 55, 57
 cocodrill, 60
 Collserola, 61
 colom, 37, 43, 45-47, 61
 colom roquer, 47
Columba livia, 47
 columbòfil, 46
 Comas i Solà, Josep, 12
 cometa, 14, 15
 composició química, 27
 compost químic, 19-20
 condició, 25-26, 41-42, 64
 contaminació acústica, 48
- Cornifrons ulceratalis*, 40
 coronografia, 18
 cosmòleg, 17
 cosmos, 9, 10, 17, 30
 cotorra, 47
 CREAM, 37-38, 53, 55
 Crick, Francis, 64
 crisàlide, 42
 cromosoma, 66
 cuc, 63, 64, 65, 69
 cultura, 78
Cynthia cardui, 40
- Damasio, Antonio, 77
Danaus chrisippus, 40
Danaus plexippus, 40
Danio rerio, 66
 Darwin, Charles, 53
 Dawkins, Richard, 13
Delichon urbicum, 45
 demència, 53, 63
 Departament de Comunicació Audiovisual i Publicitat, 54
 Departament de Psicobiologia, 71
 depredador, 42
 desaparició, 59, 85
 desenvolupament del cervell, 73
 desenvolupament embrionari, 67
 deuteri, 31
 dieta, 78
 digestió, 20
 diòxid de carboni, 20
 diversitat, 44, 73
 DNA, 22, 64, 69-70
Docostaurus maroccanus, 51
 dona, 22, 49, 74, 84
 dopamina, 77
 dragó, 50
 Drake, Frank, 20
 drosòfila, 64
Drosophila melanogaster, 65
- Ebre, delta de l', 60

eclipsi, 11
 ecologia, 43
 ecosistema, 38, 55, 57-59, 61-62
 ecosistema homogeneïtzat, 58
 ecosistema silvestre, 57
 Edat Mitjana, 57
 efecte hivernacle, 24, 57
 Einstein, Albert, 31, 33
 Eixample, 44
 electró, 31
 empaquetament, 57
 encefalització, 72
 endorfina, 77
 energia, 31, 33-34, 40, 55, 57, 59, 62, 81, 83
 energia solar, 55, 57
Engraulis encrasicolus, 59
 eriçó, 50
Erinaceus europaeus, 50
 escorça, 44, 72, 79
 escorrentia, 38
 espai interestel·lar, 33
 Espanya, 12, 15
 espècie, 39, 45, 49-51, 57-59, 61-62
 espècie humana, 22
 estalviar, 17
 Estats Units, 63, 68
 estel, 13, 15-16, 32
 estiu, 39, 51
 estrella, 9, 13, 15, 17, 20, 27, 33
 ètica, 75
 Europa, 19
 evolució, 32, 65, 72, 79, 81
 exoplaneta, 17, 26
 expansió, 33
 experimentació animal, 67
 extinció, 25, 59
 extraterrestres, 23
 extremòfil, 22
 factor ambiental, 78
 factor FGF, 66
 falciot, 42, 45
 falcó, 45-46, 61
Falco peregrinus, 45
Falco tinnunculus, 46
 fauna, 43, 49, 51
 fauna asilvestrada, 49
 feed-back, 24
 femella, 66
 Fermi, Enrico, 23
 fil·loxera, 56
 filosofia, 35
 Finlàndia, 38, 41
 Fisher, Helen, 76
 Flammarion, Camille, 11
 flautista d'Hamelin, 39
 flora, 41, 43, 52
 flux, 55
 Font i Quer, Pius, 44
 Fontseré, Eduard, 12
 fòssil, 57
 fotó, 31
 fotosíntesi, 55
 fugu, 70
 fusió nuclear, 32
 Gage, Phineas, 77
 galàxia, 17, 20, 23, 26, 33
 Galilei, Galileo, 53
 Galileu, missió espacial, 19
 garça, 48, 61
 gat, 49
 gavià argentat, 48
 Gemínides, 15
 gen, 66, 69, 70
 Generalitat de Catalunya, 67
 genètica, 66
 genoma, 69-70
 glàndula salival, 66
 gluó, 30
 Google, 29
 gos, 49
 Gran TECAN, 27
 Gran Via, 44
 granota, 42, 51
 Guille i Moliné, Ernest, 12

Guineea, golf de, 41
 hacking, 46
 Hale-Boop, cometa, 14
 Halley, cometa, 14
 Halley, Edmund, 11
 harmatan, 39
 Hawaii, 27, 29
 heli, 31, 32
 Helsinki, protocol de, 67
 hemisferi nord, 17
 hemisferi sud, 17
 hemolimfa, 42
 herba de la pampa, 60
 herbívor, 20, 56
Hirundo rustica, 45
 història, 9, 11, 34, 56
 hivern, 9, 14, 28
 homogeneïtzació, 58
 hormona, 75
 Hubble, 27, 33
 humà, 23-24, 53, 57, 63-64, 66, 68-69, 73-74
 cervell, 35, 64
 efecte, 55, 57
 Hyakutake, cometa, 14
Hyla meridionalis, 51
 IEEC-CSIC, 9, 17
 IFAE, 10, 30
 insecte, 51
 Institut d'Estudis Espacials de Catalunya, 9, 17
 Institut de Física d'Altes Energies, 30
 instrument, 26
 intel·ligència, 32
 invasió, 59
 Jacob, François, 79
 jardí botànic, 51
 jardins de Vinyoli, 47
 jardins del Palau de Pedralbes, 50
 Júpiter, 18-19, 21
 Júpiter, planeta, 16
 Keats, John, 12-13
 Kuiper Cinturó de, 14
 La Palma, 27, 54
 Laberint d'Horta, 50, 52
Larus argentatus, 48, 61
 larva, 40, 42
 Las Cumbres, 29
 Latorre, José Ignacio, 54
 Leònides, 15
 liti, 31
 llagosta, 51
 Llàgrimes de Sant Llorenç, 15
 lledoner, 44
 Llobregat, delta del, 48, 60, 61
 Llobregat, riu, 60
 llum, 13, 17, 27, 31, 33
 velocitat de la, 32
 Lluna, 11, 24
 lògica, 35
 Lovelock, James, 25
 Lulin, cometa, 14
 Lusitània, vaixell, 74
 macdonalització, 58
 Macià, plaça de Francesc, 51
 malaltia, 47, 77, 78, 84
Malpolon, 50
 mamífer, 49-50, 67, 72, 79
 mamífer asilvestrat, 49
 mar, 58-59
 Margalef, Ramon, 38
 Marroc, 41
 Mart, 18, 26, 36
 mascle, 66
 matèria, 10, 34
 matèria fosca, 33-34
 Mediterrània, 58
 medusa, 58
 memòria, 54, 64, 71, 73
 ment, 71-72, 80, 82-85
 Mercuri, 18
 metà, 19, 20

meteor, 14
 meteorit, 15
 Mèxic, 40
 microcosmos, 37
 microscopia confocal, 65
 migració, 39, 41
 mobilització, 57
 Montjuïc, 46
 Morgado, Ignacio, 53, 71, 80, 82
 Morgan, Thomas, 65
 mosca de la fruita, 65
 Museu de Ciències de Granollers, 41, 50
Myiopsitta monachus, 47

 Nacions Unides, Organització de les, 22
 NASA, 21, 23
 nen, 74
 Neptú, 18
 nerviós, 64, 75
 neuroimatge, 79
 neurona, 68, 72-73, 77
 neurotransmissor, 76
 neutrí, 31
 neutró, 31
 Newton, Isaac, 12
 nitrogen, 20, 26
 niu, 45-46, 48
 Nobel, premi, 69
 nucli, 68
 Núvol d'Oort, 14
 Núvol de Magallanes, 17

 Obama, Barack, 68
 observació, 9, 11
 Observatori d'Almeria, 27
 Observatori Keck, 29
 ocell, 45, 47-49
 ocell exòtic, 47
 olimpíada, 29
 olivera, 38
 ombú, 51
 oreneta, 42
 oreneta cuablanca, 45

 oreneta vulgar, 45
 organisme, 58-59, 63, 65
 Organització Europea per a la Recerca Astronòmica, 27
 origen, 41, 50
 origen extraterrestre, 21
 origen japonès, 61
 Orion, 11, 14, 36
 ou, 42
 ovni, 23
 oxigen, 19-20, 25
 oxitocina, 76
 ozó, 25

painted lady, 40
 paisatge, 56
 Palin, Sarah, 63, 70
 palmera, 47
 papallona, 39, 41-42
 papallona dels cards, 40
 papallona monarca, 40
 papallona tigre, 40
 paradoxal, 23
 Paranal, El, 27-28
 paràsit, 40
 Parc Astronòmic del Montsec, 16
 Parc de la Ciutadella, 48, 52, 61
 parc infantil, 47
 parella, 45
 Parés, Margarita, 37, 43
 partícula, 10
 partícula tòxica, 43
 passeriforme, 61
 pau, 22
 pederasta, 75
 peix, 50-51, 53, 59, 63, 67
 peix zebra, 64, 66
Pelophylax perezi, 51
 península Ibèrica, 40
 Persèides, 15
Phylloxera vastatrix, 56
Pica pica, 48, 61
 Pino, Joan, 38, 53, 55
 Pioneer, 21

Piqueras, Mercè, 37, 62
 plaga, 43, 47-48
 planeta, 16-18, 20, 22, 26, 32
 planeta extrasolar, 17, 19
 planeta nan, 18-19
 planeta tel·lúric, 26
 plàtan, 43-44
 plataner, 44
Platanus occidentalis, 44
Platanus x hispanica, 43
 pluja àcida, 39
 pluripotencial, 68
 Plutó, 18, 19
 població, 55, 58-59
 pols, 17, 32, 39
Pontia daplidice, 40
 porc senglar, 50
 praderia, 56
 primat, 67, 72
 producció primària, 57
 programa SETI, 10, 21
 propietat emergent, 32
 protecció, 43
 proteïna, 69
 protó, 31
 proximitat, 7, 30, 38
Psammotromus, 50
 puça, 50
 Puerto Rico, 21
 Pujades, Cristina, 53, 63

 quark, 30
 quiròpter, 50

 Ramón y Cajal, Santiago, 80
 raó, 72-73
 rapinyaire, 45
 rata, 50, 67
 ratolí, 63, 67
Rattus norvegicus, 50
 recerca, 28
 recurs, 15, 54, 57, 59, 62, 71
 regeneració, 66, 68
 Regne Unit, 41
 reineta, 51

 rèptil, 50, 72
 reptilià, 72
 resposta immunitària, 53, 63
 Ribas, Ignasi, 9, 17
 Río Tinto, 22
 romaní, 59
 Roque de los Muchachos, 27, 54
 Ros, Joan Domènec, 20
Rosmarinus officinalis, 59
Rots de vaca i pets de formiga, 20

 Sagan, Carl, 19
 Sagrada Família, 45
 Sàhara, 39
 salut pública, 47-48
 Santa Maria de Vallvidrera, 61
 sargantana, 50
 Sarrià, 11, 49
 satèl·lit, 16, 26
 Saturn, 18-19, 22, 26, 36
 segle XVIII, 56
 segle XIX, 56
 segle XX, 9
 seitó, 59
 selecció, 73
 sentiment, 75
 serotonina, 76
 serp, 50
 SETI, programa, 10, 20-21
 sexe, 79
 simplificació, 55, 57, 61
 sinvivar, 76
 Sírio, 11, 14
 sistema solar, 9, 18-19, 22-23, 26
 sobrepesca, 58
 Sociedad Astronómica de España y América (SADEYA), 12
 Sociedad de Observadores de Meteoros y Cometas de España (SOMYCE), 15

Societat d'Astronomia de
 Barcelona, 12
 Société Astronomique de
 France, 11
 soja borda, 61
 Sol, 11, 18, 23-24
 solar, 17
 Soto-Sanfiel, M. Teresa, 54
 soviètic, 24
 Spica, 14
 Sudan, 15

 talidomida, 66
 Talitha, escola, 38
 tardor, 41
Tarentola mauritanica, 50
 telescopi, 26, 28
 temperatura, 13, 20, 26-27,
 33, 41, 72
 temperatura global, 57
 teoria de la conspiració, 23-
 24
 Terra, 11, 13-15, 18-25, 27-
 28, 53-55
 terraformació, 25
 testosterona, 75
 Tit , 19, 26
 Titànic, 74
 Tombaugh, Clyde, 19
 tonyina, 58
 tortuga, 51, 58
 t til, 51
Trachemys callirostris, 60
Trachemys scripta, 60
 traducció, 40
 transformació, 56
 transició, 18
 Tres Maries, 11

 Tunísia, 39

 univers, 9-10, 17, 22-23, 28,
 31-35
 formació de l', 31
 Universitat Autònoma de
 Barcelona, 37, 53-54, 71
 Universitat de Barcelona, 52
 Universitat Pompeu Fabra,
 53, 63
 Ur , 18
 urraca, 48

Vanessa cardui, 40
 vegetació, 56, 59
 vent, 37-40
 Venus, 18
 Verge, constel·lació, 14
 vertebrat, 66
 vida, 10, 19-20, 22, 24-27,
 31-32, 37, 55, 62, 69, 72-
 74, 78, 82
 vida extraterrestre, 20
 vinya, 56
 violador, 75
 violència de gènere, 75
Vitis vinicola, 56
 vocació, 17
 volcà, 20
 Voyager, 22

 Watson, James, 64

 xarxa tròfica, 58
 Xile, 27

Zea mays, 61
 Zeki, Zamir, 76
 zoo de Barcelona, 48

«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 desconeixem 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.

