

OS DADOS DO RELOXEIRO

CIENCIA AMENA PARA MENTES INQUIETAS

Xurxo Mariño Alfonso



OS DADOS DO RELOXEIRO

Mariño Alfonso, Xurxo

Os dados do reloxeiro : ciencia amena para mentes inquietas / Xurxo Mariño Alfonso. — Santiago de Compostela : Consello da Cultura Galega, Sección de Ciencia, Técnica e Sociedade, 2005. — 160 p. ; 23 cm : il.

DL C-2424-2005 — ISBN 84-96530-05-1

1. Ciencia-Obras de divulgación. I. Consello da Cultura Galega. Sección de Ciencia, Técnica e Sociedade. III. Título

© DEBUXOS

Xosé Lois González (O Carrabouxo)

© TEXTOS

Xurxo Mariño Alfonso

© CONSELLO DA CULTURA GALEGA, 2005

Pazo de Raxoi, 2º andar

Praza do Obradoiro, s/n

15705 Santiago de Compostela

Tel. 981 957202 Fax 981 957205

correo@consellodacultura.org

Web: <http://www.consellodacultura.org>

ISBN 84-96530-05-1

Depósito legal C-2424-2005

Imprime: Servizo de Edición Dixital da
Universidade de Santiago de
Compostela - Unidixital

OS DADOS DO RELOXEIRO

CIENCIA AMENA PARA MENTES INQUIETAS

XURXO MARIÑO ALFONSO



CONSELLO
DA CULTURA
GALEGA

SECCIÓN DE CIENCIA, TÉCNICA E SOCIEDADE

ÍNDICE

Presentación	7
Prefacio	11
Para comezar, un bico	13
<i>En busca do futuro e do pasado</i> (evolución, filosofía)	
Manifesto en contra do misticismo	21
Ciencia e relixión, amigos ou inimigos?	27
A r-evolución que está por vir	31
O sorprendente parentesco da familia humana	37
<i>Tecnoloxía vs. Homo sapiens, amores e desamores</i> (tecnoloxía, sociedade)	
Medicinas que non o son tanto	43
Chega o deus LED iluminar os lugares anegados	49
In-seguridade	53
Xenes, ambiente e minas antipersoais	57
De como un explosivo creou os premios Nobel, converteuse en medicamento, en contaminante ambiental e resultou ser un espertador	63
Un raio de son	69

Seres máis ou menos humanos
(bioloxía, psicoloxía, medicina)

Fiquei paralizado de pracer	75
En busca de Matusalén	79
Un innovador e <i>estresante</i> descubrimento	83
Prións: máis alá do ben e do mal	87
A memoria de cando non existimos	93
Puberdade, bacterias e xenética do acne	97

O medio natural e Nós, matrimonios de conveniencia
(ecoloxía)

Axentes con dobre personalidade	103
Prohibido mexar substancias perigosas	107
Instrucións para ver mediante berros	111
O magnetismo terrestre: faro, escudo protector e moito máis	115
Fillos do poder enerxético	119
O segredo da figueira	123
A fábula da cigarra matemática	127
Ética e estética do lume	131

Enigmas do infinitamente grande e pequeno
(física, cosmoloxía)

Os sons imposibles da física teórica	137
Breve posta ao día en cosmoloxía e outros asuntos do fogar	141
O misterio da mecánica cuántica e a teleportación . . .	145
Cinco millóns de terrícolas á procura da música celestial	151
A ecuación Drake para calcular compañeiros de Galaxia	157

PRESENTACIÓN

Hai tempo que coñezo a Xurxo Mariño. Dende que era un estimulante alumno na Facultade de Bioloxía da Universidade de Santiago de Compostela. Si, hai ben tempo.

Pero cómpre que diga por que penso que Xurxo era un alumno estimulante. Porque non lle bastaba coas explicacións que se lles daban na clase ao conxunto dos alumnos. Alí, no medio dela, levantaba a man e preguntaba sen reparo ningún. Era un deses rapaces que teñen a teima de preguntar, benditos eles, pois sempre son un estímulo para os profesores. Por eses mozos corre a inquedaanza do saber e de profundar nos coñecementos, pois as súas preguntas son sempre do mesmo xeito: Por que? Para que? Como? Preguntas que, dende Aristóteles, veñen sendo o principal incentivo de calquera tipo de estudo e, mesmo, de investigación. Moitas desas preguntas non teñen resposta doada, cando a teñen, pero outras aínda agardan por ela. Velaí un dos obxectivos da ciencia: dar resposta ás teimas que presentan as nosas ansias de coñecemento e de explicación do noso contorno.

Naquel tempo, Xurxo era un alumno mesturado coas inquedanzas cotiás dun rapaz da súa época: nin foi alleo ás novas expresións do pensamento ou da creación, nin aos coñecementos populares da súa terra. Hoxe Xurxo xa veu pasar o tempo mentres os sonhos de rapaz foron madurando. Agora, xa doutor en Bioloxía, é posuidor dun sólido currículo investigador, con amplas estadías en centros estranxeiros. Nunha destas estadías empezou a escribir unha serie de artigos de divulgación. Uns traballos interesantes posto que trata de temas en que máis dun ten cavilado. Pero trátaos con aquela delicadeza e aquel rigor propios de quen sabe do que fala e de quen sabe que a través dos máis

sinxelos exemplos é posible acadar principios fundamentais do coñecemento.

Agora recompila unha presada daqueles artigos para publicalos nun libro e ofréceme a honra de prologalos. É unha fermosa colección de reflexións persoais, escritas dende a óptica de quen pensou moito, pero ofrecidas cun exemplar tratamento divulgativo que aparece nas palabras empregadas e na forma das explicacións. Ao longo das vindeiras páxinas teremos a ocasión de ver reflectidas moitas cuestións propias da vida común, tratadas aquí dende unha óptica científica. Esa óptica que fai máis libre ao seu posuidor, a quen emprega eses criterios para intentar comprender o contorno. Lonxe dos antigos medos que proporcionaba a crenza en meigallos, Xurxo lévanos ao estado de tranquilidade propio de quen coñece os principios dos procesos que nos rodean. O autor dedícase á nobre función de divulgar, ese labor solidario que consiste en espallar arreo o coñecemento para que cada lector poida coñecer as causas naturais e reais dos mecanismos que configuran o contorno. Pero sempre cunha teima moi concreta: poñer os coñecementos ao alcance de cadaquén empregando palabras cotiás, exemplos accesibles, nunca baixando no rigor científico nin no nivel do coñecemento; facendo que os temas sexan comprensibles grazas á forma empregada para explicalos, nunca porque se desvirtuaran na súa natureza para que, daquela, fose máis doada a súa comprensión.

Con estes ensaios, escritos para seren saboreados polos máis dos lectores, Xurxo únese ao pequeno número de divulgadores da ciencia en lingua galega. Oxalá, e sería unha ledicia que así ocorrese, tras os inicios feitos por este científico e outros poucos que se dedican hoxe en día á divulgación, cheguemos logo a un tempo en que a divulgación científica sexa un traballo cotián entre os moitos e bos investigadores da Galicia de hoxe.

Quero rematar cunha reflexión miña perante esta colección de ensaios. Como ten que ser, cada un deles é unha proposta para as nosas cavilacións persoais, para facermos xuízos, nunca dogmas. Lonxe das antigas imaxes de sabios que, por saber e monopolizar o coñecemento, eran posuidores do poder, o autor remata a maioría dos artigos cunha

lista de ligazóns por se o lector desexa afondar no coñecemento de cada caso concreto e ter opinións de seu. Xurxo nunca pensou que o coñecemento fose patrimonio duns poucos. Agora ten a oportunidade de dicir canto sabe a quen o queira escoitar.

Emilio Valadé del Río

PREFACIO

A mediados de 2002 marchei traballar como investigador posdoutoral ao Instituto de Tecnoloxía de Massachusetts (MIT), en EE UU. Naquela época coñecín en Santiago de Compostela a Manuel Gago, director do portal web culturagalega.org do Consello da Cultura Galega. Tardou pouco en convencerme de que, aproveitando a estaba nun lugar tan interesante e as miñas inquedanzas persoais como divulgador de ciencia, podería colaborar na web cunha columna periódica. Desde aquela e grazas ao entusiasmo de Manolo, ao bo facer do equipo de culturagalega.org e ao apoio do profesor Francisco Díaz-Fierros teño a sorte de poder escribir na rede sobre algunhas das cousas que vou aprendendo da ciencia. Os artigos que seguen foron publicados ao longo dos anos 2003 e 2004 no portal web www.culturagalega.org.

A moderna teoría da evolución –que se produce mediante mecanismos como selección natural, deriva xenética, simbioxénese, autoorganización, etc.– explica satisfactoriamente gran parte da evolución dos seres vivos mediante simples e variados mecanismos de azar e necesidade. Os detractores da evolución –que defenden o creacionismo ou a teoría do deseño intelixente– “argumentan” que as estruturas tan marabi-llosamente complexas que podemos observar na natureza non puideron aparecer por simple azar: “é preciso que exista un reloxeiro detrás de todo”. Poucos científicos apoian isto último; un dos máis coñecidos, Einstein, tampouco dubidaba da evolución, mais non lle gustaba a incerteza e cría que hai unha orde detrás da materia animada e inanimada que pode dar conta de calquera acontecemento: “Deus non xoga aos dados”, dixo. A inmensa maioría dos científicos actuais defendemos a teoría da evolución e opinamos como Richard Dawkins cando di que, de existir, o “reloxeiro” é cego. Isto é así porque a concep-

ción da ciencia quedou impregnada de incerteza a principios do século pasado coa chegada da mecánica cuántica, que enterrou a visión determinista do mundo: parece ser que o reloxeiro si xoga aos dados.

Este libro é unha viaxe ao mundo físico e biolóxico no que vivimos, un mundo gobernado polo azar dos dados lanzados por un reloxeiro chamado evolución.

O coñecemento científico é unha experiencia moi vital, e por iso debe mostrarse coas dúbidas e ironía que rodean calquera outro aspecto da nosa existencia. Os debuxos de Xosé Lois que acompañan estes relatos son ese estupendo complemento de humor e imaxinación que nunca debería faltar no estudo da natureza.

Xurxo Mariño Alfonso

Setembro de 2005

PARA COMEZAR, UN BICO

Que mellor maneira de comezar unha serie de artigos que cun bico nos beizos. Resulta que é moi probable que o faga xirando a miña cabeza cara á dereita, inducendo un xiro similar na persoa que teño en fronte. Facémolo así un 65% dos adultos, contra un 35% que tende a xirar a cabeza para o lado esquerdo; esta é a conclusión dun breve traballo publicado na revista Nature por un científico alemán.

No seu estudo observou o comportamento de parellas bicándose en lugares públicos –aeropostos, estacións de tren, praias e parques– dos EE UU, Alemaña e Turquía; unha boa maneira de matar o tempo a prol da ciencia. O interesante desta cálida e húmida investigación é que revela a existencia dunha asimetría nos adultos que xa está presente nas últimas semanas da xestación e nos primeiros meses despois do nacemento: a maioría dos bebés tenden a xirar a cabeza cara á dereita e só unha terceira parte prefire mirar para o outro lado. Esta especie de manía infantil desaparece rapidamente na infancia mais, segundo suxire este estudo, segue con nós e pode reaparecer cada vez que a paixón se apodera do noso subconsciente.

Isto dos bebés non é novo. Xa se demostrou hai anos que a asimetría do xiro da cabeza nos fetos, probablemente relacionada coa maduración e co desenvolvemento do sistema nervioso, tamén indica, na maioría dos casos, a man que se usará con preferencia na etapa adulta. A hipótese preferida actualmente polos científicos é que estas e outras asimetrías –utilización dos pés, movementos dos ollos, etc.– teñen un compoñente xenético importante, é dicir, que existe unha certa predeterminación gravada na pedra das nosas entrañas. No caso das mans, a tendencia a

usar o membro dereito predomina en todas as culturas e ten polo menos uns 5000 anos de antigüidade. Neste caso a relación entre adultos destros e zurdos é de 8 a 1, moito máis extrema ca cos bicos.

En realidade, somos dous

Se lle botamos unha ollada á organización da nosa codia cerebral comprenderemos de onde vén tanta irregularidade, xa que a maioría de nós posúe dous cerebros distintos. Si, temos dous cerebros ou hemisferios cerebrais, dereito e esquerdo, cunha interesante lateralización ou división de funcións: o cerebro esquerdo asóciase co pensamento lóxico e analítico, coa toma de decisións firmes, ignorando posibles discrepancias, cunha percepción do mundo ben definida que outorga seguridade nun mesmo. Pola súa banda, o cerebro dereito asóciase cun comportamento máis intuitivo, emocional e creativo. Ademais, outra cousa tremendamente rechamante é que a parte dereita do corpo está controlada polo cerebro esquerdo, e viceversa. Este dominio non é só físico –para mover a man dereita utilizo o hemisferio esquerdo– senón tamén psíquico –por exemplo, á hora de facermos un retrato informal, familiar, emotivo, preferimos amosar o noso lado esquerdo, mentres que se o retrato é cunha pose seria é máis probable que amosemos o lado dereito–.

Como conviven os dous cerebros?

Temos un lado dominante sobre o outro? Cada hemisferio posúe propiedades mentais con certa autonomía, de maneira que tenden a xerar perspectivas diferentes do mundo que nos rodea. Aínda non se sabe como, mais a partir desta dualidade emerxe unha única consciencia. Está claro que en condicións normais ambos os cerebros, aínda que distintos, complementáanse perfectamente. Tradicionalmente propónse que un dos hemisferios é dominante sobre o outro, o cal podería explicar a tendencia a usar unha determinada man ou a bicar xirando a cabeza cara a un determinado lado.

Mais en ciencia poucas ideas son fixas e o reputado científico australiano Jack Pettigrew acaba de propoñer unha modificación desta teoría: segundo as súas investigacións, o lado dominante está cambiando continuamente, cun ritmo máis ou menos fixo dependendo

da tarefa mental que se está a realizar –algúns ciclos duran só varios segundos, mentres que noutros existe un cambio cada 2 horas aproximadamente–. Isto quere dicir que os dous hemisferios están pasando a pelota un ao outro continuamente, seguindo un ritmo determinado. Pois ben, o interesante é que algunhas enfermidades tan comúns como a depresión, ou outras como o desorde bipolar (enfermidade maníaco-depresiva), pódense explicar simplemente por cambios neste ritmo. Que é o que falla nestes casos? Segundo o Dr. Pettigrew, o que ocorre é unha retardación dos ciclos, o cal pode dar lugar a que o cerebro quede “atascado” nun dos lados durante máis tempo do normal.

Depresivo: hemisferio dereito. Maníaco: hemisferio esquerdo

Cando o cerebro queda “enganchado” nun dos lados o que pasa é que predominan as funcións desa parte. Segundo isto, un estado depresivo deberíase a un “estancamento” no lado dereito, xeralmente máis emotivo e creativo: a actividade deste hemisferio cerebral favorece un estado de ánimo dominado pola dificultade para tomar decisións e por unha percepción do mundo desde unha postura máis cauta. Pola outra banda, se o “estancamento” se produce no lado esquerdo, entrariase nunha fase maníaca: seguridade nun mesmo, planificación e toma de decisións ignorando posibles discrepancias, etc. De feito, a porcentaxe de maníaco-depresivos na poboación xeral é do 2%, mais aumenta a un 10-20% en usuarios intensivos do lado dereito, como “artistas e poetas”. O mundo da arte está poboado de ilustres maníaco-depresivos, como o compositor Robert Schumann, con creacións musicais que cambian de volume, ciclicamente, segundo fose o seu estado de ánimo ao compoñelas.

Mais, por que esta complicación de ter dous cerebros en vez dun? A explicación pode estar na presión xerada por varios millóns de anos de evolución: a medida que o cerebro se foi desenvolvendo, encontrouse co dilema de adquirir novas facultades sen perder as xa existentes. Se o espazo dispoñible na codia non aumenta ao mesmo ritmo, a mellor solución pode ser a división de funcións entre ambos os hemisferios.

Parece ser que o saber si que ocupa lugar.

Ligazóns

Merece a pena botarlle unha ollada á interesante páxina web de Jack Pettigrew –que, por certo, sofre de desorde bipolar–:
<http://www.uq.edu.au/nuq/jack/jack.html>



EN BUSCA DO FUTURO E DO PASADO
(EVOLUCIÓN, FILOSOFÍA)

MANIFESTO EN CONTRA DO MISTICISMO

Eu creo nas pantasma, nos milagres, nas meigas e en todos os deuses gregos, agora sabemos que existen e coñecemos moitos dos seus alcumes: quark, protón, gravitón, leptón, bosón, enerxía de Planck, radiación cósmica. Hai que andar con ollo, hai moitos e están por todas as partes.

Vivimos nunha época de esplendor científico e tecnolóxico; a procura do coñecemento a través do método científico é un éxito rotundo da sociedade humana. As investigacións en bioloxía e medicina incrementan continuamente a esperanza e a calidade de vida; os progresos en física e química xunto coa enxeñaría permiten viaxar de Santiago a Bos Aires en só unhas horas, coñecer a composición das lúas de Xúpiter ou quentar o almorzo no microondas; as tecnoloxías da información converten a pantalla do ordenador nunha fiestra aberta a todos os cantos do mundo. Etcétera. Mais, paradoxalmente, nesta mesma sociedade temos un problema de comunicación: unha cantidade enorme da poboación aínda non asimilou a cultura científica, descoñece moitos dos seus logros e abraza sen reparos todo tipo de explicacións místicas da realidade, a pesar de levar no maletín un teléfono vía satélite e as pastillas para a dor de cabeza.

Unha ciencia antiga...

Vou empezar cun exemplo, digamos, cósmico. A Terra non é o centro do Universo, dá voltas ao redor do Sol, unha vulgar estrela máis dos 400 mil millóns que hai na nosa veciñanza cósmica, unha galaxia chamada Vía Láctea. Hai moitos outros miles de millóns de galaxias por aí adiante. Cada estrela que vemos pola noite é un afastado sol –que, por certo, ao mellor xa non existe, porque a luz tarda millóns de anos en

chegar até nós; cando miramos o ceo estamos mirando o pasado—. A idea de que a Terra é un planeta que dá voltas ao redor do Sol foi exposta por primeira vez 300 anos antes de Cristo por Aristarco de Samos, un dos brillantes pensadores da vella Xonia. A ciencia actual ten as súas raíces nesta rexión da antiga Grecia e en pensadores como o propio Aristarco, Thales e Anaximandro de Miletos, Hipócrates, Empédocles, Demócrito ou Anaxágoras. Se nos fixamos na sociedade actual e no escaso coñecemento que ten a xente sobre a natureza do mundo, resulta increíble saber que nesa época antiga xa se realizaban experimentos e teoremas xeométricos, predicíanse eclipses, suxeríase que toda a materia estaba formada polas mesmas substancias elementais (átomos) con forzas interaccionando entre elas, postulábase que o ar era algo material e que a luz viaxaba a unha velocidade que non era infinita... e todo iso sen ter que invocar a participación dos deuses.

... e non obstante descoñecida. Os séculos escuros da ciencia

A teoría de Aristarco sobre a posición dos planetas foi totalmente ignorada durante máis de 1800 anos (1800 anos!), até que foi restaurada por Copérnico. Por que ocorreu así?

As ideas dos pensadores da antiga Xonia non perduraron, en parte porque o mundo non estaba preparado e en parte porque outros grandes pensadores con grande autoridade, como Pitágoras, Platón ou Aristóteles, non foron quen de liberar o seu pensamento da influencia mística; ademais, pensaban que a ciencia era cousa dunha pequena elite e rexeitaban a importancia dos experimentos. Os pitagóricos converteron a ciencia en dogma e non permitiron, igual que as relixións ortodoxas, a libre confrontación de ideas. Os platonistas e os seus sucesores cristiáns rexeitaron o concepto de que a Terra é un planeta máis do Universo. Anaxágoras foi á cadea condenado por dicir que a Lúa e o Sol eran obxectos normais formados por materia, as escrituras de Demócrito foron queimadas; toda unha tradición científica, libre de dogmas e pantasma, foi enterrada durante dous mil anos.

O terror ao descoñecido, esa arma de distracción masiva

Se puidésemos rescatar do pasado a notables científicos como Galileo, Kepler ou Newton, para mostrarlles un ordenador portátil actual,

conectado a Internet sen cables, con acceso a miles de bits de información, sons e imaxes, probablemente pensarían que se trata de algo máxico, divino ou diabólico. Mais non é maxia, iso non existe. Trátase de ciencia aplicada. Eles mesmos son os pais dese demo de ordenador: un monumento á capacidade que temos para domesticar electróns, ondas de radio e materiais semicondutores. A ciencia actual xa ten explicadas moitas cousas que o público xeral aínda dá por máxicas –por exemplo, entre o ano 1997 e o 2003 publicáronse na revista *Nature* nada menos que 47 artigos, notas e comentarios sobre a... teleportación. Si, si, iso de mover materia dun lado para outro de maneira instantánea–. O que resulta increíble e desalentador é que unha parte numerosa da humanidade actual –ac-tu-al, 2300 anos despois de Anaxágoras– aínda cre en explicacións místicas do cosmos e descoñece, por exemplo, as implicacións da teoría darwiniana ou os principios básicos da astronomía; formas de pensar e de ver o mundo idénticas ás que podían existir na Idade Media. A astroloxía, unha práctica primitiva –que podía resultar interesante hai dous mil anos– e sen ningún apoio científico, continúa a ser un próspero negocio. Os habitantes do planeta Terra, dependendo do seu lugar físico de nacemento, veranse influídos por todo tipo de crenzas e explicacións místicas sobre o seu papel no mundo. Incluso os políticos das nacións máis avanzadas seguen a defender as súas ideas en nome de misteriosas misións encargadas por divindades varias.

A marabilla do descoñecido, un elixir para a curiosidade

A ciencia actual non ten explicación para todo, nin moito menos. Ao mellor nunca se conseguen explicar todos os fenómenos que podemos captar cos nosos sentidos. Iso é estupendo, os científicos poderemos seguir comendo durante moito tempo, é o noso traballo: descifrar, paso a paso, os segredos da natureza, do cosmos. O método científico ensinounos que, se hai algo que descoñecemos ou para o que non temos unha explicación lóxica, o mellor é investigar para coñecer a resposta, mais non inventala! Con todo, aínda vivimos nunha época en que as respostas inventadas son, para moitas persoas, tan válidas como as respostas demostradas pola ciencia. Cal é o problema? Probablemente a razón é que a xente non sabe diferenciar o que é ciencia do que

non o é; é un grave problema cultural, un problema que os gobernantes e os poderes económicos do planeta non parecen dispostos a solucionar. A xente cre que os tomates non teñen xenos, por iso os que son transxénicos, que si os teñen, son perigosos. O coñecemento proporciona liberdade e a xente libre é máis difícil de manipular.

Crítica e humilde

A ciencia consiste en desbotar teorías malas por outras menos malas, non existen verdades inamovibles, nin estruturas xerarquizadas de saber. Calquera teoría pode ser criticada e botada abaixo por calquera persoa, sempre e cando, claro está, utilice rigorosamente o método científico. Este método funciona –o ordenador que usas para navegar pola rede non é ningunha pantasma– mais iso non quere dicir que sexa infalible ou que poida explicar todo nun chiscar de ollo. Que algo non poida ser explicado ou demostrado pola ciencia actual non quere dicir que non funcione ou que non sexa certo –como, por exemplo, determinados métodos curativos ou certas capacidades mentais–; é posible que co tempo se lle termine encontrando unha explicación –a mecánica cuántica, por exemplo, pode dar conta de cousas realmente misteriosas–. O que non podemos facer é coller a vía rápida e dar por válidas teorías inventadas ou invocar explicacións místicas, eses eran outros tempos.

Fillos das estrelas

Estou convencido de que o coñecemento proporciona felicidade e liberdade. Ademais, as leis e mecanismos que gobernan o mundo son extremadamente elegantes; é un pracer e un elixir mental darse conta de que as cousas teñen sentido, ver que as pezas van encaixando unha detrás doutra, descubrir como van debuxando a forma das pezas que aínda son descoñecidas. Agora sabemos cousas maravillosas, como que todos somos fillos das estrelas: absolutamente todos os átomos que forman parte do teu corpo foron construídos nalgunha estrela –onde se dan as condicións de calor e presión necesarias para a fusión termonuclear, a única maneira coñecida de formar calquera átomo, a partir do de hidróxeno–. Eses átomos foron expulsados ao espazo e logo de moito vagar terminaron formando parte do planeta Terra, onde a

evolución deu lugar a estruturas extremadamente complexas e con capacidade de reprodución coma ti. Somos po cósmico que adquiriu a capacidade de observarse e entenderse a si mesmo. A ciencia está chea de poesía e de fenómenos sorprendentes, mais non sobrenaturais. As forzas, entidades e deidades místicas, simplemente, non son necesarias. Son estes elementos sobrenaturais, a pesar de inexistentes, útiles para a convivencia pacífica dos seres humanos, para o desenvolvemento cultural, para aumentar a felicidade? Non. Eu máis ben creo que son unha arma de distracción masiva.



CIENCIA E RELIXIÓN, AMIGOS OU INIMIGOS?

Está a ciencia enfrontada coa relixión? Poden relixión e ciencia cooperar para enriquecérense mutuamente? No caso da neurociencia e do budismo, o entendemento xa está dando froitos. Ambas as disciplinas teñen un grande obxectivo común: o coñecemento do funcionamento da mente. Hai uns meses acudín a unha conferencia no MIT (Massachusetts Institute of Technology) entre científicos e budistas co título “Investigando a mente: intercambios entre o budismo e as ciencias cognitivas verbo do funcionamento da mente”. Pode a ciencia moderna sacar proveito dos 2500 anos que leva o budismo investigando a mente?

A pregunta fundamental da neurociencia, probablemente o enigma máis importante co que se enfrontan científicos e filósofos, é a natureza da consciencia. É a consciencia o produto do funcionamento de millóns de neuronas no noso cerebro? Ou, pola contra, son o encéfalo (entidade física) e a mente (percepción subxectiva) dúas realidades independentes e complementarias? A maioría dos neurocientíficos actuais optan pola primeira opción: a consciencia non é máis que o produto do funcionamento dun cerebro extraordinariamente complexo coma o noso. Esta visión mecanicista, á parte de elevar a moral –e ás veces a arrogancia– de moitos científicos, ten implicacións moi importantes en diversos campos da ciencia, como por exemplo na investigación sobre intelixencia artificial.

A segunda opción, unha mente independente do encéfalo físico, está máis acorde co punto de vista da maioría de relixións, entre elas o budismo. Os budistas levan máis de dous milenios dedicados a estudaren a natureza da mente, cunha diferenza respecto á ciencia

occidental: o instrumento de investigación é a propia consciencia, os experimentos consisten en... pensar, meditar, afondar na propia mente. A maioría dos científicos non son conscientes –nunca mellor dito– deste experimento a grande escala ou ben demostran o seu escepticismo sobre a subxectividade do “experimento”. Un dos obxectivos da recente reunión consistiu en refrescarlles e abrílles un pouco a mente aos neurocientíficos máis acartonados, sen necesidade de bisturí.

Unha xuntanza peculiar

Os budistas cren que poden achegar e compartir parte do seu coñecemento coa psicoloxía, ciencias cognitivas, neurociencia e ciencias médicas occidentais, e ese achegamento é o que acaba de ocorrer na conferencia do MIT. A delegación budista estivo comandada polo seu líder espiritual, o Dalai Lama –que tamén é o xefe do Goberno do Tíbet no exilio–, acompañado por pensadores como o francés Mattieu Ricard –autor de *O monxe e o filósofo*–, ou Daniel Goleman –autor de *Intelixencia emocional*–. A banda dos científicos estaba poboada por prestixiosos investigadores –xogaban na casa–, entre eles Eric Lander, un dos líderes do Proxecto Xenoma Humano.

O Dr. Lander fixo un excelente e humilde resumo de como poden enriquecerse mutuamente ciencia e budismo, e tamén o resto da humanidade. O budismo pode achegar excelentes suxeitos para experimentación en psicoloxía e ciencias cognitivas: monxes ben adestrados nas artes da concentración. Tamén pode alimentar as mentes mecanicistas de moitos científicos con preguntas novas e interesantes. En ciencia, o máis difícil non é a realización física do experimento, ou a análise dos datos, ou conseguir os mellores medios; o máis difícil é facer a pregunta adecuada. Para isto hai que estar preparado, ter unha visión o máis global e integradora posible, ver o que outros non ven. Os bos científicos son os que fan boas preguntas.

Pola súa parte, a ciencia pode achegarlle ao budismo respostas a preguntas importantes e tamén métodos novos para mellorar as súas técnicas de meditación. O Dalai Lama expresou a admiración e respecto que ten pola ciencia; está convencido de que pode ser unha ferramenta moi útil para afondar na súa viaxe ao centro da mente, na procura da

paz e na eliminación do sufrimento humano. Dixo que se non fose o Dalai Lama gustaríalle ser enxeñeiro –ao mellor, na seguinte reencarnación, se ten sorte, convértese nun enxeñeiro pacifista. Fan falla uns cantos–.

Respecto mutuo

Na conferencia, que durou dous días, recalcouse o respecto mutuo que ten que existir entre disciplinas tan distintas como relixións e ciencia: “Non nos tomen como unha relixión –dixo o Dalai Lama–, os cristiáns cren no ceo, nós na reencarnación, [...] esquecede esas cousas, o importante é buscar a felicidade”. Jerome Kagan, catedrático de Psicoloxía de Harvard, subliñou, citando palabras do científico danés Niels Bohr, que non hai ningunha técnica –científica, meditación, etc.– que, por si mesma, poida descubrir toda a verdade sobre a natureza da mente; é preciso combinar todas as disciplinas posibles.

É probable que este mundo descoidado e acelerado no que vivimos precise dun pouco de calma e meditación, sexa do tipo que sexa. O lúcido profesor Lander rematou a súa charla dicindo que “actualmente as autoridades sanitarias dos EE UU recomentan polo menos 10 minutos diarios de exercicio físico; ao mellor dentro duns anos decátanse de que pensar e meditar tamén pode ser bo e empezan a recomendar 10 minutos de exercicio mental”. O mundo iría moito mellor.

Ligazóns

Os dous organizadores da conferencia:

<http://web.mit.edu/mcgovern>

<http://www.mindandlife.org>

A R-EVOLUCIÓN QUE ESTÁ POR VIR

Os seres humanos actuais somos produto dunha evolución que comezou co “Big-Bang”, hai uns 13 700 millóns de anos. A selección natural, xunto con outros mecanismos evolutivos, perfilaron e seguen a modificar os seres vivos. Mais os motores que impulsan os cambios non son fixos, e factores como a cultura e a tecnoloxía están a influír cada vez máis nos procesos de cambio e no rumbo que tomarán os seres humanos. É posible que dentro de poucas décadas deixemos de ser Homo sapiens para converternos en algo distinto, en Cyborgs.

“Cyborg: nome. Persoa na cal o funcionamento fisiolóxico está axudado ou depende dun aparato mecánico ou electrónico”. Ou sexa, unha combinación entre persoa e máquina. A verba vén de “cybernetic organism”, nome dado por Manfred Clynes e Nathan Kline, da NASA, a propósito das próteses desenvolvidas para axudar aos humanos que voan en naves espaciais. Moitos científicos e filósofos actuais pensan que este vai ser o seguinte paso evolutivo da actual especie humana, algo que ven como completamente natural e incluso irremediable.

Un cambio rápido, mais natural

Mais non hai nada que remediar. O cambio, a evolución, é algo innato dos seres vivos. O tempo dunha vida humana é un chisco de ollo en termos evolutivos, por iso temos a sensación de que nada cambia; as mesmas montañas, os mesmos ríos e os mesmos continentes. Unha mutación xenética con resultados espectaculares ou un terremoto de grande intensidade recórdannos de cando en vez que isto se move. Como tantas outras cousas en ciencia, o feito de dar un nome científico a cada especie viva non é máis que un útil artificio. Mais todo muda,

pouco a pouco ou en saltos bruscos. E non só desde o punto de vista biolóxico, tamén a sociedade está a mudar a un ritmo de medo: hai uns séculos a xente non tiña a mesma sensación de cambio, os avós tiñan a mesma vida que os netos; mais agora, basta unha xeración ou menos para crear diferenzas ben claras (experimento: fálalle de mp3, linux, fotografía dixital e bebidas enerxéticas aos teus avós).

Andy Clark –profesor de Filosofía na Universidade de Indiana– cre que somos *cyborgs* natos e que a tendencia cara a unha hibridación humano-tecnoloxía é algo tan antigo como o uso da linguaxe –un incremento máis na nosa capacidade de computación–, que pronto seremos seres pensadores cunha mente produto da simbiose entre encéfalos biolóxicos e circuitos non biolóxicos. As novas tecnoloxías adaptanse cada vez máis ao noso corpo, de maneira activa e automática, polo que a separación entre máquina e usuario vai desaparecendo. Dentro de pouco teremos tálamo, hipotálamo e un microchip cerebral con toda a historia antiga e os dicionarios de alemán, inglés e mandarín –moi útil para entenderse cos recepciónistas do hotel en Shangai–. Curar unha tetraplexía será tan fácil como ampliarlle a memoria a un ordenador.

Canto tempo falta?

Todo isto, que hai unhas décadas soaba a ciencia ficción, xa non é tal, debido ao crecemento exponencial da bioinformática, biotecnoloxía e tecnoloxías da información. Algúns científicos, como Ray Kurzweill, cren que a chegada dos *cyborgs* será cousa de 50 anos. Segundo os seus cálculos, nos vindeiros vinte e cinco anos o cambio será tres veces maior que en todo o século xx, e todo o século xxi será equivalente a 20 000 anos... dos de antes. Segundo Kurzweill, pronto coñeceremos con precisión as conexións e o funcionamento do encéfalo humano, polo que será posible reproducilo nun ordenador e crear entes pensantes con corazón de silicio. Poderás “descargar” toda a información do teu encéfalo nunha destas máquinas, polo que esta pasará a ser... ti. Non só iso, senón que serás “ti” pero cunha velocidade de procesamento moito máis rápida e precisa. Se te preocupas de facer copias de seguridade con regularidade, alcanzarás a inmortalidade.

Humanos para sempre

Mais non todos os científicos e tecno-filósofos cren que a hibridación home-máquina se vai conseguir en tan curto prazo, e algúns, como o físico e matemático Roger Penrose, pensan que nunca se poderá emular o sistema nervioso e a consciencia nunha máquina. A pregunta máis importante segue a ser esta: é a consciencia simplemente o produto da estrutura e función do sistema nervioso ou, pola contra, hai algo innato á materia viva que é imposible de reproducir nunha máquina? Ninguén o sabe. Incluso dentro do grupo dos que pensan que a chegada dos *cyborgs* é só cousa de tempo, hai pensadores que non cren que sexa tan “fácil” e inmediato. Jaron Lanier –científico computacional, creador do termo “realidade virtual” e un dos seus precursores– é un dos grandes críticos dos *cyber-totalistas*, a forma que ten de chamarlles a pensadores como Kurzweill. Lanier cre que as máquinas conscientes e os *cyborgs* aínda están moi lonxe de ser realidade. Pensa que un dos principais problemas é a mala calidade do software actual, moi inestable e con pouca plasticidade.

O planeta efémero

A tecnoloxía é un proceso evolutivo con crecemento exponencial, unha continuación da evolución biolóxica. Non hai nada de malo nin de artificial nisto, é tan natural como a choiva, tanto se nos gusta coma se non. A vida leva facendo o mesmo desde hai uns 3500 millóns de anos. A novidade é que somos a única especie que está a combinar o seu acervo biolóxico coa súa propia evolución cultural e tecnolóxica. Mais, por que alterar os nosos corpos en lugar de permanecer iguais? Marvin Minsky –un dos pioneiros en intelixencia artificial, profesor do MIT– cre que isto é así porque non temos outra alternativa. Se pensamos en escalas cósmicas de tempo, a evolución a *cyborgs* será a única maneira de non extinguirmos. Por moitas razóns, entre elas polo feito de que o Sol destruirá o planeta Terra en menos de 5000 millóns de anos. Hai que ir pensando nos chalecos salvavidas.

Ligazóns

Ray Kurzweill

<http://www.kurzweilai.net/index.html?flash=2>

<http://www.kurzweiltech.com/aboutray.html>

Roger Penrose

http://www.edge.org/3rd_culture/bios/penrose.html

Jaron Lanier

<http://www.advanced.org/jaron>

Marvin Minsky

<http://web.media.mit.edu/~minsky>

O primeiro *cyborg*

<http://www.cnn.com/2002/TECH/science/03/22/human.cyborg/>



O SORPRENDENTE PARENTESCO DA FAMILIA HUMANA

Todos os seres humanos procedemos dun antecesor común, iso xa o sabemos polo menos desde o século XIX. O que poucos dos 6000 millóns de almas actuais podíamos imaxinar é que non é necesario ir moi atrás no tempo para encontrar un parente universal, un antepasado compartido por toda a humanidade actual. Un sorprendente estudo baseado na simulación con computadoras da historia reprodutiva da poboación conclúe que a árbore xenealóxica de todos os humanos actuais ten un punto de confluencia arredor do ano 1500 a.C.

En busca do Padriño

O obxectivo era dar co antecesor común máis recente (ACMR, ou MRCA nas siglas en inglés), ou sexa, a persoa máis próxima, rebobinando na historia da humanidade, que está xenealoxicamente emparentada contigo, comigo, con Bill Gates, o Dalai Lama, Margaret Thatcher, o emir de Qatar, Rigoberta Menchú, o asasino da catana, o emperador de Xapón, Manolo o do bombo e o resto da tropa. Podería pensarse que, para encontrar a un parente compartido por todos os presentes, faría falla remontarse a tempos perdidos na prehistoria. Cando pensamos na evolución da especie humana e tratamos de imaxinar un grupo de individuos dos que todos descendemos, o intuitivo é remontarse moi atrás no tempo, por exemplo até a época en que esa Australopithecus chamada Lucy brincaba pola África oriental, hai uns 3,5 millóns de anos. Mais, para dar cun antepasado común, non é necesario ir tan lonxe, nin moito menos: a estatística e os computadores indican, querida familia, que estamos moito máis preto uns dos outros do que parece.

Demasiada familia

Cada un de nós ten 2 pais, 4 avós, 8 bisavós, 16 tataravós, 32 tatarataravós..., de tal xeito que o número de antepasados duplícase en cada xeración; o resultado deste crecemento exponencial lévanos a situacións estrañas e asombrosas. Mirando 20 xeracións para atrás –uns 500 anos–, resulta que cada un de nós ten arredor de 1 millón de parentes directos; e se imos até as 40 xeracións –hai uns 1000 anos–, o número de familia que nos sae é de... máis de 1 billón de individuos! Mais claro, iso é imposible: esa cantidade é maior que o número total de seres humanos que existiron en toda a historia do planeta Terra. Aquí hai algo que non cadra. Podemos fixarnos, para pór outro exemplo, nos mozos galegos actuais: no ano 2003 Galiza tiña 2 751 094 habitantes, dos cales uns 500 000 forman o grupo dos menores de 30 anos. Se ignoramos os irmáns –para non repetir pais e resto de ascendencia–, a cousa quedaría en algo máis de 250 000 mozos. Pois ben, hai tan só 12 xeracións, aló polo ano 1700, os antepasados de todos estes galegos sumaban máis de 1000 millóns! O problema é que nesas datas Europa tiña 95 millóns de habitantes e o mundo 680 millóns.

Xuntos e ben revoltos

Como se soluciona esta contradición? Moi fácil: todos temos parentes comúns e, de acordo con esas cifras, moito máis preto do que podemos intuír. A medida que miramos ao pasado as pólas das árbores xenealóxicas crecen desbocadamente e mestúranse sen pudor unhas coas outras, formando unha tupida rede, tanto como para meter a 1000 millóns de galegos nunha Europa con menos de 100 millóns de habitantes. Como a poboación humana ten un tamaño finito, non é preciso rebuscar moitas xeracións atrás para encontrar un punto de unión entre dúas persoas calquera, ti e mais eu, por exemplo. O feito de dar cun punto de unión de todas as ramas, cun individuo relacionado con toda a humanidade actual, é só cuestión de meterse na máquina do tempo e botar unha ollada. Canto hai que mirar para atrás? Asombrosamente, moi pouco.

Para realizar esa experiencia e recrear as pólas do noso pasado, científicos do MIT e da Universidade de Yale utilizaron simulacións con compu-

tadoras alimentadas con todo tipo de datos que puidesen dar pistas sobre os patróns de apareamento: xeografía e estrutura das poboacións ao longo da historia, relacións de proximidade, migracións, cultura, linguaxe, clases sociais, etc. O resultado deste traballo, firmado por Douglas Rohde e dous colegas máis e publicado na revista *Nature*, é fascinante: o parente máis próximo común a todos os humanos actuais, o ACMR, viviu hai tan só uns miles de anos, arredor do 1500 a.C.

Sen medias tintas

Mais hai outro resultado deste traballo que é igualmente sorprendente: este individuo tivo, é claro, 2 pais, 4 avós, 16 tataravós, etc., os cales están igualmente relacionados con nós, de tal xeito que, a medida que imos para atrás do ACMR, vai crescendo o número de habitantes do planeta que eran antecesores comúns a todos os seres humanos actuais. Este número aumenta rapidamente, até que se chega a un punto límite, un momento da historia, chamado AI ou de “antecesores idénticos”: nese momento, calculado arredor do ano 5300 a.C., cada un dos habitantes do planeta era ou ben un antepasado común de todos os humanos actuais ou ben un antepasado de ningún humano actual. A opción intermedia, ser parente de só unha parte da humanidade de hoxe en día, non existe. A conclusión é que todos os seres humanos actuais tivemos exactamente o mesmo grupo de antepasados nese punto da historia, nin un máis, nin un menos. Aínda que os parentes son os mesmos, a mestura dos xenes non, por iso encontramos tanta variabilidade.

As datas do ACMR e AI non son fixas, senón que esvaran pola historia a medida que avanza o tempo, de tal xeito que dentro de mil anos, no 3005, a data de existencia do ACMR para os habitantes desa época será moito máis recente que o valor actual (1500 a.C.); ao mellor é o ano 2005 e resulta que o ACMR es ti, quen sabe. Isto lévanos a outra conclusión interesante: agora mesmo estamos no punto de “antecesores idénticos” dalgún momento futuro. Cada un de nós, dentro de varios miles de anos, será ou ben un antecesor de toda a raza humana ou, pola contra, de ninguén. Todo ou nada.

Pequeno mundo

Os resultados do traballo que acabo de comentar veñen a verificar estudos previos da xenealoxía humana nos que xa se apuntaba que estamos máis mesturados do que pode parecer. Mark Humphry, experto en computación e intelixencia artificial da Universidade de Dublín, leva anos estudando as sorprendentes relacións entre os membros da nosa especie tomando como referencia personaxes históricos. As redes de parentesco son tan tupidas que non dubida en afirmar que “todo o mundo occidental ten algún parentesco con Carlomagno”. Pola súa banda, Rohde e compañía rematan o artigo de *Nature* coa seguinte síntese: “Os nosos resultados suxiren unha proposta notable: non importan as linguaxes que falemos ou a cor das nosas peles, compartimos antepasados que plantaron arroz nas ribeiras do Iangtse, que domesticaron cabalos por vez primeira nas estepas de Ucraína, que cazaron preguiceiros xigantes nos bosques de América do Norte e do Sur e que traballaron na construción da Gran Pirámide de Khufu”.

Ligazóns

Artigo de Steve Olson

<http://worldroots.com/brigitte/newspaperarticle.htm>

Páxina sobre xenealoxía de Mark Humphry

<http://humphrysfamilytree.com/ca.html>

Para ler o resumo do traballo orixinal de Rohde *et al.*, busca en Google: pubmed modelling the recent common ancestry.

TECNOLOGÍA VS. HOMO SAPIENS, AMORES E DESAMORES
(TECNOLOGÍA, SOCIEDADE)

MEDICINAS QUE NON O SON TANTO

Os médicos están a enganarnos, mais eles non o saben. Os visitantes médicos están a enganar os médicos, mais tampouco o saben. As compañías farmacéuticas están a enganarnos a todos, alguén dentro delas sábeo. Isto vén a conto porque, segundo parece, é probable que algúns dos medicamentos que nos receitan os discípulos de Hipócrates non fagan o efecto desexado ou polo menos non coa eficacia que proclaman os posuidores das patentes. Esta pouca saudable nova é unha das lecturas que se poden extraer dun traballo realizado por un equipo de investigación da Universidade de Toronto –non precisamente por unha empresa farmacéutica– e publicado recentemente no British Medical Journal.

A principal conclusión deste traballo, non de todo innovadora, é que cando un estudo científico para o desenvolvemento dun novo fármaco está financiado por unha compañía farmacéutica, o resultado tende a favorecer o produto fabricado por esa mesma compañía –cunha probabilidade de 4 a 1–. Este desequilibrio non existe nos estudos financiados por outras fontes. Ou sexa, existe unha presión económica, unha man fantasma, que pode dirixir experimentos en principio puramente científicos, e por tanto puramente obxectivos, e trocalos en ciencia mal feita para favorecer os intereses das grandes compañías.

Unha raíz podre

A manipulación é sutil e supera alegremente os severos filtros que a ciencia ten para a investigación e a publicación de resultados. Segundo os autores do estudo, o nesgo pode producirse na mesma raíz do proceso de desenvolvemento dun fármaco, no que existen dúas etapas importantes: por unha banda está a investigación no laboratorio e, por

outra, o proceso de validación dos resultados. Vexamos onde pode actuar a man pantasma.

Os experimentos no laboratorio financiados por empresas farmacéuticas son de igual ou mellor calidade ca o resto, mais o que pode pasar é que o deseño experimental sexa erróneo, o cal leva a unha interpretación errónea dos resultados – neste caso, erróneo quere dicir favorable aos intereses da compañía–. Todos os científicos sabemos, ou deberíamos de saber, que tan importante coma o experimento en si é o deseño teórico deste. Á hora de comprobar se un novo fármaco é potente e eficaz, o correcto é cotexar os seus efectos respecto ás mellores drogas xa existentes no mercado; mais o que se fai en moitos casos é comparar o candidato simplemente cun placebo ou utilizar doses non apropiadas do produto en investigación. A pesar de que a realización física dos experimentos pode ser inmaculada, a interpretación dos resultados non.

O paso seguinte, unha vez que se teñen resultados experimentais, é a validación destes por parte da comunidade científica. Un descubrimento ou avance científico non se considera tal até que non se publica nunha revista científica regulada por avaliadores externos, imparciais e anónimos. Ningún científico serio pode fiarse de resultados non publicados desta maneira; con todo, moitos dos resultados dos experimentos financiados por compañías farmacéuticas non se publican nunca neste tipo de revistas, senón que o fan en congresos ou simposios. A pesar disto, os medicamentos son finalmente aceptados e postos á venda.

Que poden facer os médicos?

Os médicos poden facer pouco ou nada. A pesar de que, coa súa mellor vontade, receiten os fármacos que realmente cren que son os mellores, poden estar confundidos. Mais non confundidos polos visitantes médicos, senón pola letra pequena dos informes científicos. Dadas as dúbidas que este estudo esperta, a única maneira que un médico tería para estar seguro de que unha medicina é máis efectiva ca outra, ou polo menos para ter unha opinión crítica independente, sería achegarse á biblioteca dunha universidade próxima e revisar todas as publicacións

científicas relacionadas co descubrimento e desenvolvemento dunha determinada substancia, algo que é moi difícil de levar á práctica.

Mais é que, ademais, outro estudo publicado no mesmo número do *British Medical Journal* analiza a fiabilidade da bibliografía cando se trata de traballos financiados pola industria farmacéutica e indica que é virtualmente imposible elixir o fármaco adecuado mergullándose na biblioteca, debido a que incluso as publicacións en revistas con avaliadores externos están nesgadas por diversos factores. Por exemplo, existe unha tendencia das compañías privadas para publicar só os resultados que lles son favorables, escondendo outros resultados que poden ser cientificamente correctos, e moi interesantes, mais que non lles convén airear. Isto non ocorre, non obstante, coa investigación financiada por outras fontes.

Perdedores e gañadores

Con esta prostitución do proceso de creación científica todos perden, empezando polos pacientes. Estas medias verdades son financiadas polas grandes compañías, distribuídas polos visitantes médicos e dispensadas polos médicos a todos nós. Uns perden credibilidade e outros a saúde. Moitos laboratorios das nosas universidades non teñen máis remedio que aceptar suculentas ofertas das grandes compañías farmacéuticas para seguir investigando xa que os gobernos son extremadamente inútiles para comprender que a investigación científica é algo que nos beneficia a todos.

A mellor solución é convencer os políticos de que o investimento en ciencia é beneficioso para todos. O problema é que as ciencias básicas funcionan a longo prazo, mais os políticos non.

Ligazóns

Artigo “Pharmaceutical industry sponsorship and research outcome and quality: systematic review”:

<http://bmj.bmjournals.com/cgi/content/full/326/7400/1167>

Artigo “Evidence b(i)ased medicine—selective reporting from studies sponsored by pharmaceutical industry: review of studies in new drug applications”:

<http://bmj.bmjournals.com/cgi/content/full/326/7400/1171>



CHEGA O DEUS LED ILUMINAR OS LUGARES ANEGADOS

De neno, cando visitaba a miña familia materna na extraordinaria vila de Viana do Bolo, quedei moi impresionado cando descubrín que o encoro que ali hai antes non existía e que debaixo daquela inmensidade de auga hai anegadas vilas, corredoiras, pontes, vidas enteiras. Algún verán, cando o nivel da auga descende o suficiente, todo un universo novo emerxe desde o pasado, misterioso, case intacto. Galiza está chea de vales pantasma, de mundos anegados pola necesidade de producir enerxía eléctrica para alimentar neveiras, lavadoras, ordenadores, máquinas de raios x, incubadoras, cines, orquestras e luz. Sobre todo luz.

Unha gran porcentaxe da enerxía eléctrica que utilizamos vaise en forma de luz. Lámpadas incandescentes e fluorescentes iluminan as tardes e noites das nosas vidas. Cando unha tormenta nocturna interrompe o fluído eléctrico durante uns minutos, a vida cambia radicalmente mentres saboreamos esa inesperada viaxe ao pasado. A luz custa moitos cartos, enerxía e vales anegados mais, se a investigación sobre os LED segue ao ritmo actual, dentro de 10 ou 20 anos deixará de ser así.

Que son os LED?

A luciña que indica que o teu ordenador está aceso ou a que ilumina a pantalla do teu teléfono móbil é un “light-emitting diode” ou LED. Foi descuberto nos anos 90 por Shuji Nakamura en Tokushima (Xapón), o que o converteu nun heroe nacional. Este tipo de iluminación cambiou por completo o concepto de luz. Os LED utilizan un principio físico totalmente distinto ás lámpadas e tubos fluorescentes: en vez de levar un filamento de tungsteno, ou un gas, teñen un composto cristalino que

é capaz de converter electricidade en luz cunha cor que dependerá da composición exacta do material usado.

A enorme vantaxe dos LED é que son extremadamente eficientes en converter electricidade en luz, ademais de moito máis duradeiros. Unha lámpada de tungsteno convencional só usa un 5% da enerxía que recibe e perde o resto en calor (95%!), cousa que todos temos comprobado algunha vez ao cambiar unha lámpada. Os tubos fluorescentes fan algo mellor o seu traballo, utilizando un 20–30% da enerxía. Os LED, en teoría, poden converter en luz o 100% da electricidade que se lles subministra. Isto quere dicir que poderíamos gastar un 95% menos de electricidade en iluminación, o cal tería consecuencias formidables para o medio natural xa que pode significar unha redución do 10% do consumo mundial de enerxía e tamén a desaparición de encoros e minienoros, de centrais térmicas e nucleares.

Creadores de luz

Por que non se ilumina todo con LED xa? Porque os LED actuais aínda son pequenos, de pouca intensidade e non alcanzan ese 100% de eficiencia. Mais varios laboratorios arredor do mundo están a traballar para aumentar as posibilidades deste tipo de luz e convertelo na iluminación estándar antes de chegar ao 2025, entre eles o “Solid State Lighting and Displays Center” da Universidade de California, dirixido polo propio Nakamura. Un dos principais retos que teñen que resolver é o da produción de luz branca xa que os LED, pola súa propia natureza, só producen luz dunha determinada cor. Para xerar o que o ollo percibe como branco terán que combinar varias cores, cousa que non parece fácil cos LED.

Mais estas luciñas aínda van dar moito máis de si. Algúns dos grupos de investigación están a desenvolver os OLED ou LED-orgánicos, que son unha especie de plástico coa textura dunha saba e as propiedades dos LED. Isto permitirá a fabricación de cortinas, mobles ou papeis luminosos. A lámpada, a luz procedente dun só punto, será dentro de varias décadas unha opción cara e de anticuario.

Se vos fixades ao voso arredor, veredes que estas luces están empezando a coller velocidade e a aparecer por todas as partes, e non só como

pequenos puntos que avisan dalgunha función nos aparatos electrónicos senón, por exemplo, nos semáforos. Os semáforos tradicionais, que consisten en lámpadas duns 150 vatios colocadas detrás dun filtro de cor, están sendo substituídos por círculos de luz formados por un grupo de LED que consume dez veces menos e dura 5 veces máis. Este simple cambio estalle a aforrar ao Departamento de Transportes de California nada menos que 10 millóns de dólares na tarifa eléctrica anual. Non sei cantas centrais hidroeléctricas se poderán aforrar mais... deixen paso, a luz está en verde.

Ligazóns

Solid State Lighting and Displays Center:
<http://nitrides.mrl.ucsb.edu>

Lumileds
<http://www.lumileds.com>

Cree
<http://www.cree.com>

GELcore
<http://www.gelcore.com>

Universal Display
<http://www.universaldisplay.com>



IN-SEGURIDADE

(Este texto, xunto con outros do libro, escribino durante unha tempada que pasei en EE UU, nos anos 2002 – 2003).

Cambridge, na costa leste dos EE UU, dá refuxio a unha das maiores concentracións de centros de investigación do mundo: universidades privadas, empresas de biotecnoloxía e compañías de software e hardware florecen nunha especie de xigantesco campus ao sudoeste de Boston. Por aquí as prazas non teñen fontes, senón que levan nomes como Technology Square e teñen as súas propias páxinas web. Moitos dos proxectos que se están a cocer nestes laboratorios formarán parte da vida de miles de persoas nos vindeiros anos. Humm, claro que si, mundo civilizado.

As propias universidades son unha especie de coelliño de indias, de apartamento piloto que dá unha idea de como poden ser o resto dos centros de ensino e parte da sociedade occidental dentro de cinco ou dez anos, grazas ao resultado do traballo dun feixe de científicos. Grazas? Para moitas cousas si –sanidade, comunicación, etc.– mais, en moitos casos, máis ben desgrazas. Quero tratar, en particular, o tema das liberdades individuais e da sensación de seguridade.

Problema solucionado

Aí van algúns datos sobre o que está a acontecer aquí. As previsións indican un aumento desorbitado de cámaras de vídeo-vixilancia por todos os cantos deste país, incluso dentro das oficinas, onde xa un 15% das compañías non se conforma con ler as mensaxes de correo electrónico do persoal, senón que controlan con cámaras o seu labor. Incluindo todos os métodos de vixilancia utilizados –cámaras, teléfono, correo electrónico–, un 77% das compañías norteamericanas realiza

algún tipo de control electrónico dos seus empregados. Para o ano 2006 todos os teléfonos móbiles dos EE UU teñen a obriga, o-bri-ga, de levar un sistema tipo GPS que permita a súa localización. Algúns pais están pondo brazaletes ou implantando chips subcutáneos nos seus fillos, para telos localizados en todo momento; iso si que son bos pais, recoiro! E outro dato que arrepía: desde xaneiro de 2003 a compañía Gillete está incluíndo unha etiqueta que controla por radio frecuencia todas as máquinas de afeitar “Mach 3 Turbo”; en teoría para detectar automaticamente a cantidade de máquinas que hai nos estantes. Na práctica, cada persoa que leva unha destas máquinas é literalmente un radiofaro.

A sociedade norteamericana ten unha maneira fráxil, infantil e equivocada de solucionar moitos dos seus problemas: prohibindo, eliminando, tapando, dando voltas de porca. En lugar de estudar con calma a raíz do mal, o mellor, máis rápido e eficaz é silenciar o mal, e listo, “pásame o ketchup, grazas”. Esta estratexia, no que respecta á seguridade persoal, é especialmente perversa e termina producindo o efecto contrario.

No campus do Instituto de Tecnoloxía de Massachussets (MIT), onde eu traballo, as medidas de seguridade son enormes, o que automaticamente produce unha sensación de desacougo, de intranquilidade, de in-seguridade. Todo polo noso ben, claro. Aínda non te sentes coma na casa? “No problem”, poñemos catro alarmas máis por aquí, dous policías por acolá e outra porta. Listo, aí che vai o ketchup.

Todos somos policías

A policía do campus –si, a universidade ten un corpo de policía propio– ten carteis por todas as partes nos que se anima aos estudantes e profesores a que fagan de cámara de vixilancia e avisen inmediatamente de calquera cousa ou persoa sospeitosa. A universidade está accesible 24 horas ao día, o cal está moi ben, mais para que esta medida poida funcionar todos os alumnos e traballadores temos unha tarxeta magnética persoal que serve para abrir as portas. Estas chaves magnéticas convértense nunha trampa: cada vez que se franquea unha desas portas o sistema rexistra o nome do titular da tarxeta, a súa

localización e a hora. Fóra dos edificios, cada poucos metros, un faroliño azul indica a situación dun teléfono gratuito conectado coa policía. Uns minibuses, tamén de balde, que se chaman “safe ride” (viaxe segura) recorren o campus pola noite e polas mañás, para carretar a xente entre as residencias universitarias e as facultades, non vaia ser que che dea por ir andando, te encontres cunha margarita nun prado e te despistes.

No interior da cebola

Para chegar desde a rúa até o ordenador co que estou escribindo teño que “superar” como mínimo 4 portas. Creo que merece a pena que vos conte a secuencia. As portas principais do edificio avisan de que se está a entrar nunha propiedade privada, coidadiño. A partir das 6 da tarde péchanse automaticamente e é necesario pasar a tarxeta magnética para abrilas –xa estou fichado–. Subo ao segundo piso e aparéceme outra porta, pechada permanentemente e cun sistema de alarma se se abre sen usar a tarxeta –fichado de novo–. Un maldito cartel avísame de que non deixe entrar a ningún estraño, o cal dá lugar a situacións bastante desagradables cando coincide que estou entrando e aparece alguén detrás que non controlo: non teño máis remedio que deixar que a porta se peche nos seus fociños. Terceira porta, estou entrando no laboratorio, teño que usar unha chave convencional e introducir un código para desactivar unha alarma; se non o fago a policía preséntase automaticamente: “ola, e ti de quen vés sendo?”.

Xa estou dentro, seguro, quentiño, a salvo de malfeitores, bravo. Mais non, aínda me queda outra porta antes de sentar na mesa, esta vez trátase de “bioseguridad”. A cada laboratorio de investigación asígnaselle un nivel de seguridade, dependendo dos experimentos e substancias que se manexen. Estes protocolos son tremendamente estritos e o seu incumprimento traeríalle moitos problemas ao grupo de investigación. No meu caso, estou nun laboratorio con nivel BL2 (“biosafety level 2”), o que leva consigo unha longa lista de normas, entre outras que non poden entrar coa merenda... nas mans. Non pasa nada se a levo no bandullo.

Vivir desenchufados, que bonito é

Andar de parranda e durmir de pé. Estamos condenados a vivir nun mundo baixo vixilancia? Está claro que a tecnoloxía vai seguir tirando para diante, iso non hai maneira de controlalo porque é un bicho con vida propia e varias cabezas. Algunhas desas cabezas van metidas nos “tomahawk” e outras están nos aparatos para a detección precoz do cancro de mama. En gran parte dependerá de todos nós, do que esteamos dispostos a ceder. Meu pai sempre me di que o mellor que ten a televisión é que se pode apagar cando a un lle pete e, se pode ser, xa nin chegar a prendela. Oremos, pois, para que os móbiles e resto da ferramenta tecnolóxica siga vindo con ese botón estupendo: apagar.

Ligazóns

Fotos da miña singradura

<http://www.udc.es/euf/neurocom/seguridade.htm>

Páxina de Technology Square

<http://www.tech-square.com/default.htm>

A policía do MIT

<http://web.mit.edu/cp/www>

Nivel de seguridade BL2

http://www.lbl.gov/ehs/biosafety/html/precautions_bl2.htm

Controla os teus fillos

http://www.wherifywireless.com/corp_home.htm

XENES, AMBIENTE E MINAS ANTIPERSOAIS

A Arabidopsis thaliana é unha herba pequena, común, sen pretensións; non estraña que sexa unha das plantas co xenoma máis sinxelo. Curiosamente, grazas á súa simplicidade, estase a converter nun instrumento de alta tecnoloxía con multitude de funcións, a máis recente: salvar vidas humanas detectando as terribles minas antipersoais. Trátase dun bo exemplo do que a enxeñaría xenética pode facer; as plantas “de deseño” poden ser moi útiles.

O crebacabezas da vida

A natureza leva xogando coas pezas que codifican plantas e animais desde o comezo da vida na Terra, dunha maneira máis lenta que a biotecnoloxía actual, mais facendo exactamente o mesmo: modificando xenes, elixindo os que mellor realizan certas funcións, os que mellor se adaptan a un determinado ambiente. Todos somos transxénicos. Todos os tomates son transxénicos. Ningún organismo ten un xenoma fixo, cambia continuamente, a maior ou menor velocidade. A enxeñaría xenética, o estudo e manipulación dos xenes dos seres vivos, é unha ferramenta poderosísima: se coñecemos o código da vida, podemos modificalo e crear organismos con propiedades específicas que resulten útiles. É isto antinatural? É antinatural facer unha compota en vez de comer as mazás directamente da árbore? Existe realmente algo que sexa antinatural? Interesante pregunta, non sei a resposta. Acepto comentarios.

O ambiente fainos únicos

Cada un de nós, todos os animais e plantas do planeta, somos o resultado da interacción entre os xenes que portamos e o medio en que vivimos. Debido a iso, incluso dous seres xeneticamente idénticos, dous

clons humanos como os xemelgos univitelinos, non poden ser iguais: a man caprichosa do medio natural xogará cos xenes para dar lugar a persoas distintas, únicas. O ambiente perfila, esculpe, moldea, utiliza os xenes que interesan en cada momento. O produto final son unha inmensa variedade de plantas e animais, variedade incluso dentro da mesma especie, incluso dentro de individuos co mesmo código xenético.

Sensores biolóxicos, a interacción xene-ambiente ao descuberto

Hai un verme común nos nosos prados, o *Lumbricus rubellus*, que cambia de cor segundo o tipo de terreo en que vive. Se o substrato está contaminado con arsénico, o veneno non mata o verme, mais modifica os pigmentos do animal e crece cunha cor amarelo-mostaza. Se o que hai no chan é chumbo, o verme crecerá cunha cor moi escura; o zinc, pola contra, confírelle un aspecto case transparente. Nas zonas onde existen estes pequenos animais non é preciso utilizar caros e complicados aparatos de análise química para detectar certos contaminantes, chega con mirar para os bichos.

As flores dunha planta de xardín moi común, a hortensia, modifican a cor segundo a acidez do chan en que viven: se é ácido, as flores serán azuis; se é neutro ou básico, as flores serán de cor rosa. Para ter unha idea da acidez do terreo non se precisan complicados medidores do pH, chega con mirar para as flores.

A estes organismos chámaselles biodetectores. Nestes dous exemplos as modificacións que o ambiente crea nos organismos son moi interesantes xa que brindan información útil de xeito gratuíto. Isto ocorre grazas á íntima relación entre o medio natural e os seres vivos, e pode utilizarse como un eficaz sistema de detección, sen necesidade de enxeñaría de ningún tipo. A bioenxeñaría toma boa nota de exemplos coma estes.

É posible crear biodetectores?

“Gustaríame ter unha planta que, cada vez que o virus da gripe anda cerca, bote unhas fermosas flores amarelo-verdosas; así avisa de cando nos temos que vacinar”. Ao mellor nalgunha parte do planeta existe unha planta así, non o sabemos. Mais, se non existe, podémola crear?

Podería ser bastante útil. Só é un exemplo inventado, mais nada desatinado; en teoría é posible. Un dos usos máis evidentes da enxeñaría xenética é a de crear todo tipo de biodetectores. Coñecendo con precisión o xenoma dun organismo –o conxunto dos seus xenes xunto coas funcións que realizan–, a capacidade de manipulación só depende da imaxinación.

Volvamos á nosa pequena herba, a *Arabidopsis*.

Pequena grande estrela

No ano 2000 a *Arabidopsis thaliana*, parente próximo de ravos, nabos e coliflores, foi portada da revista científica *Nature*. A razón: acababa de converterse na primeira planta da que se coñecía todo o seu código xenético. Desde aquela é parte de moitas investigacións que tratan de sacar proveito de tan valiosa información. Agora, unha compañía danesa especializada en biodetección, Aresa, está experimentando cunha variedade da planta, modificada xeneticamente, co obxectivo de detectar minas antipersoais de maneira barata e eficaz. Trátase dun biodetector de nova xeración, creado especialmente para a ocasión, aproveitando a estupidez humana que leva a sementar de minas os terreos.

Os explosivos que están no chan producen pequenas cantidades dun gas (dióxido de nitróxeno) e as plantas de *Arabidopsis* modificadas son eficaces detectores dese gas: insíreselles un xene, o cal, en presenza do gas, activa a síntese do pigmento vermello típico das follas en outono. Ou sexa, as plantas de *Arabidopsis* que crezan enriba de campos minados tornaranse vermellas ao pouco tempo, mentres que o resto conservará as follas de cor verde. Ademais, estas plantas levan outra modificación nun xene que controla o crecemento, para impedir que se reproduzan e diseminen sen control: só crecerán en presenza dun fertilizante especial.

Isto non é máis ca un exemplo, pois na *Arabidopsis* poden inserirse xenes que se activen en presenza doutras substancias. Xa o estou vendo: “Leve sempre unha *Arabidopsis* no seu coche, fáelle con cariño e, xa sabe, de pórse vermella, non conduza”.

Ligazóns

Aresa

<http://www.aresa.dk>

Artigo da BBC (inclúe un vídeo).

<http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/1068848.stm>



DE COMO UN EXPLOSIVO CREOU OS PREMIOS NOBEL,
CONVERTEUSE EN MEDICAMENTO, EN CONTAMINANTE
AMBIENTAL E RESULTOU SER UN ESPERTADOR

O explosivo goma-2 foi inventado por Alfred Nobel, o creador dos prestixiosos premios Nobel. Está composto basicamente por nitroglicerina, unha substancia que, curiosamente, tamén se utiliza para tratar enfermidades do corazón e que está ligada ao desenvolvemento do fármaco Viagra. A interesante historia dos produtos relacionados coa nitroglicerina zumeira ironía, ambición, ataques ao corazón, investigación química e explosións. Todo un folletín.

A nitroglicerina é un potente explosivo líquido que foi inventado en 1846 polo químico italiano Ascanio Sobrero. Ao principio non se lle deu moito uso debido a que é moi sensible aos movementos bruscos e resulta pouco doado de transportar e manipular. O propio Sobrero quedou marcado na cara por unha explosión deste líquido traidor. Mais vinte anos máis tarde, un intelixente e esperto químico e home de negocios sueco descubriu a maneira de converter algo tan perigoso nun composto manexable e seguro. Este home chamábase Alfred Bernhard Nobel.

Xogando con lume

Alfred Nobel naceu en Estocolmo en 1833 e era fillo de Emmanuel Nobel, enxeñeiro e inventor, construtor de pontes e edificios, fabricante de minas e torpedos. Alfred nunca foi á universidade, senón que estudou pola súa conta e con profesores privados. Aos 26 anos empezou a facer experimentos químicos coa nitroglicerina nun laboratorio xunto ao seu pai e o seu irmán pequeno Emil. Esta tarefa non era doada e, de feito, o seu irmán morreu nunha explosión en 1864. Mais Alfred seguiu a investigar métodos para facer a nitroglicerina máis segura, doada de

transportar e de detonar. Finalmente, en 1866, logrou converter o líquido nunha pasta, ao mesturar nitroglicerina con sílice; un ano despois patentaba este novo material co nome de dinamita. Non tardaría moito en mellorar a cousa e patentar a dinamita-goma, unha mestura de nitroglicerina e nitrocelulosa. Segundo se conta, o de mesturar nitrocelulosa foi unha ocorrencia que xurdiu despois de cortarse accidentalmente nun dedo. Era común nesa época aplicar unha especie de apósito líquido –que tamén pode encontrarse hoxe en día– feito a base de nitrocelulosa. Pensou que ese líquido podía combinar ben coa nitroglicerina, probou a mestura e a goma resultante resultou un explosivo aínda máis eficaz que a dinamita: era a dinamita-goma, antecesor da goma-2.

Unha explosión, de cartos

A dinamita pronto se converteu no explosivo máis utilizado en construción, minaría e, tamén, na guerra. Nobel abriu fábricas en máis de 20 países e chegou a ter 355 patentes. Morreu o 10 de decembro de 1896, convertido nun dos homes máis ricos de Europa. Ao ano seguinte de morrer descubriuse que doara a maior parte da súa fortuna para crear a Fundación Nobel, a cal se encargaría de premiar cada ano as persoas máis destacadas nas áreas de Física, Química, Fisioloxía e Medicina, Literatura e Paz. Desde aquela, cada 10 de decembro celébrase en Estocolmo a cerimonia de entrega dos Nobel.

Prohibido axitar antes de usar

No mesmo ano que Nobel patentaba a dinamita, a prestixiosa revista clínica *The Lancet* informaba que unha substancia chamada nitrito de amilo tiña a propiedade de reducir a dor nos casos de anxina de peito. Os médicos empezaron a investigar con substancias químicas similares e decidiron probar cunha delas chamada nitroglicerina: o resultado foi estupendo e en 1879 empezouse a prescribir nitroglicerina como remedio para a anxina de peito; iso si, diluída, para evitar explosións. Mais, aínda que funcionaba, os médicos non sabían cal era o mecanismo polo que actuaba no corpo humano. Tiveron que pasar uns 100 anos até que se descubriu: a nitroglicerina transfórmase no corpo humano nun gas chamado óxido nítrico, o cal induce a relaxación do

tecido muscular que rodea os vasos sanguíneos, facilitando a súa dilatación.

Esquizofrenia química

Cando os científicos descubriron que a substancia implicada na acción terapéutica da nitroglicerina era o óxido nítrico non daban creto. Até entón ese gas era coñecido por ser unha das substancias máis contaminantes producidas polos tubos de escape dos coches e tamén polo seu papel no corpo como radical libre (os radicais libres son substancias químicas moi reactivas, xeran enfermidades e aceleran o envellecemento). Pois si, unha substancia química con dobre personalidade, un Dr. Jekyll e Mr. Hyde que corrira polas nosas veas. As investigacións dos últimos 25 anos sobre o óxido nítrico son, xa de por si, outra historia espectacular. O premio Nobel en Medicina e Fisioloxía do ano 1998 foi para tres científicos que se dedicaron a investigar as propiedades do óxido nítrico no noso corpo. Agora sabemos que este gas é o controlador do principal mecanismo vasodilatador do corpo humano. Unha consecuencia destas investigacións foi o desenvolvemento do fármaco Viagra, que potencia os efectos do óxido nítrico nos vasos sanguíneos do pene, favorecendo a erección. Mais a película non termina aquí xa que a lista de funcións deste gas non para de crecer. Hai pouco que se descubriu que funciona no noso cerebro como neurotransmisor: favorece a comunicación entre as neuronas.

O “colacao” das neuronas

No grupo de investigación da Universidade da Coruña do que formo parte, Neurocom, estamos a investigar, entre outros proxectos, as funcións do óxido nítrico no cerebro. Descubrimos que é importante para a transmisión dos impulsos nerviosos que dan lugar á visión e tamén que é unha das substancias que fan que espertemos cada mañá: cando chega a hora de interromper o sono, un grupo de células libera ese gas por toda a codia cerebral, excitando miles de millóns de neuronas. Hummm... bos días.

Este mundo é unha probeta

Todas as substancias que existen na natureza foron cociñadas no mesmo pote: as estrelas, esas fábricas termo-nucleares que debuxan os ceos pola noite. Na química da vida parece que hai máis demanda de funcións que oferta de substancias, de xeito que algúns produtos químicos están pluriempregados. A goma-2 está composta por un fármaco para a anxina de peito e mais un líquido que se usa para curar pequenos cortes; toda unha ironía. Ese mesmo relaxante muscular é un contaminante atmosférico, un perigoso radical libre, un neurotransmisor e unha substancia clave para a erección masculina.

Pouco antes de morrer, o médico prescribiulle a Alfred Nobel nitroglicerina.

Padecía de anxina de peito.

Ligazóns

A historia da nitroglicerina e o óxido nítrico

http://www7.nationalacademies.org/spanishbeyonddiscovery/bio_007922.html

Biografía resumida de Alfred Nobel

http://www.nobel.no/eng_com_will1.html

As nosas investigacións sobre o óxido nítrico (en PDF):

<http://www.udc.es/euf/neurocom/publicarch/jneurosci03.pdf>



UN RAIÓ DE SON

“Outro perrito pilotoooooo!!!!”. Todos os anos a mesma leiria, así durante horas e máis horas, e iso que vivo a medio quilómetro do campo da festa. Nin sequera estou interesado en mercar un boleto para a tómbola, mais o son é así, viaxa e viaxa en todas as direccións, como as ondas nun estanque. En moitas ocasións sería bo poder controlar a difusión do son: imaxinades poder ler un libro no xardín da casa, tranquilamente, escoitando os paxaros, cando a 100 metros hai un concerto de Ana Kiro? Pois xa é posible: unha nova tecnoloxía permite enfocar o son a áreas moi limitadas, sen afectar ao contorno. As posibilidades da utilización de “focos de son” non parecen ter límite e na carreira para ter o control desta tecnoloxía compiten as dúas persoas que a inventaron por separado.

O son é un fenómeno público, compartido: poñemos música e todos os que están arredor do altofalante escoitan a mesma melodía; pola contra, se alguén nos di que escoita voces que os demais non percibimos, mirarémolo con estrañeza. Isto é así porque as ondas sonoras que poden ser percibidas polo oído humano viaxan en todas as direccións, igual que a luz emitida por unha vela. Os científicos levan moitos anos domesticando as ondas, estudando as súas propiedades físicas e o seu comportamento. Mais crear focos de son que poidan ser escoitados polos humanos non é fácil.

Os sons que non se escoitan

As ondas de son poden ter distinta lonxitude: os sons graves, como os dun tambor, teñen lonxitudes de onda grandes, polo que a súa frecuencia é pequena. Pola contra, os sons agudos, como os dun violín, teñen lonxitudes de onda pequenas, as ondas están máis apertadas, por tanto a

frecuencia é máis alta. As frecuencias mídense en hercios (Hz): 1 Hz é 1 ciclo por segundo. O oído humano detecta sons de entre 20 Hz –por exemplo o ton grave dun órgano– e 20 000 Hz –como o canto agudo dunha cigarra–. Ao diminuír a lonxitude da onda de son tamén diminúe a súa difusión; entón, utilizando ondas moi pequenas é posible emitir un son que se difunda moi pouco, unha especie de foco de son similar ao foco de luz que se pode xerar cunha lanterna. O problema é que as ondas que se precisan para tal cousa están fóra do rango do noso oído, por riba dos 20 000 Hz: a este tipo de ondas chámaselles ultrasóns.

Hai varios tipos de ultrasóns que se utilizan acotío aproveitando, precisamente, esa capacidade de direccionamento: por exemplo os emitidos polos aparatos de ecografía ou os utilizados nos sistemas de detección sonar. Algúns animais, como os morcegos, utilizan ultrasóns para orientarse; afortunadamente están fóra do noso rango e somos incapaces de escoitar o escándalo que organizan todas as noites. Ningún destes sistemas de transmisión de información é perfecto xa que o ar modifica lixeiramente as ondas e distorsiónaas. Esta distorsión tamén ocorre cos sons que podemos oír, mais é moi lixeira e non afecta á nosa percepción.

Sons impuros baixo control matemático

O interesante é que os ultrasóns, ao ser modificados a medida que viaxan polo ar, producen algunhas frecuencias que son audibles. Esta distorsión non é aleatoria, senón que pode calcularse matematicamente e, por tanto, predicirse con moita exactitude. Aquí está a clave do novo invento: producir feixes de ultrasóns, inaudibles, e dirixilos a un punto concreto, de tal xeito que ao alcanzar o obxectivo se orixine o son desexado. A persoa ou persoas que estean situadas nese foco escoitarán o son emitido, mais se se moven de sitio uns centímetros o son desvanecerase milagrosamente. Esta capacidade para focalizar o son ten centos de aplicacións: poden crearse focos individuais nos asentos dun coche, de xeito que os catro ocupantes escoiten música distinta sen interferirse; ou focos que emitan información sobre os cadros dun museo, independentemente, sen perturbar a paz do resto de visitantes; ou locais en que a televisión só se escoite nunha área de tortura

determinada. Tamén se poderán emitir avisos a persoas individuais sen molestar ou advertir ás que están arredor: “señor Castro, espila, non quede durmido en primeira fila”.

Cortando o bacallau sonoro

As compañías de alta tecnoloxía, museos ou fabricantes de coches están convencidos de que estamos preto dunha revolución do mundo acústico e na batalla por conseguir o reinado están a loitar dúas compañías norteamericanas: “American Technology Corporation (ATC)” e “Holosonic”. Ao mando da primeira está Elwood Norris, un inventor autodidacta de 65 anos, que traballou na súa xuventude como técnico de radar. Ao seu invento, uns altofalantes especiais que emiten focos de son, chámalle “HyperSonic Sound”. Pola outra banda, Joseph Pompei, de 30 anos, antigo estudante do Media Lab no MIT, navega aos mandos de “Holosonic”, que comercializa uns altofalantes chamados “Audio Spot Light”.

Norris e Pompei seguen a investigar e perfeccionar os seus inventos por separado e, probablemente, mediante técnicas diferentes. O primeiro é unha mente independente que non ten estudos superiores, cun coñecemento intuitivo da física e da electrónica que manexa; o segundo, Pompei, é un investigador novo formado en centros de prestixio e que xa traballou para a compañía de audio “Bose”. Quen conseguirá facerse co mercado desta revolución tan suculenta?

Haberá que estar alerta, cos oídos en busca deses raios de son.

Ligazóns

American Technology Corporation
<http://www.atcsd.com>

Holosonics
<http://www.holosonics.com>

Artigo en *El País*
<http://www.elpais.es/suplementos/domingo/20010624/16musica.html>

SERES MÁIS OU MENOS HUMANOS
(BIOLOXÍA, PSICOLOXÍA, MEDICINA)

FIQUEI PARALIZADO DE PRACER

“Gustaba de visitar ao señor Gustavo na súa fermosa casa de campo, en Ames; sempre a mesma cerimonia: acendía o tocadiscos, puña algo clásico e, sentados nesas grandes cadeiras, falabamos e falabamos. Na conversa entraba de todo, pedras, insectos, libros antigos e oscilacións electromagnéticas. Moitas veces Gustavo quedaba durmido de súpeto, sen previo aviso, durante un minuto ou algo máis. Eu aproveitaba ese tempo para ir mexar, botar un peido ou botarlle unha ollada sen disimulo á casa. Ao espertar, el seguía falando como se nada ocorrese, ignorando o seu sono pasaxeiro a causa da narcolepsia que padecía”.

O parágrafo anterior é ficticio, mais non así a enfermidade. A narcolepsia é a única doenza neurolóxica que afecta de maneira específica ao sono. As persoas que a padecen quedan durmidas de súpeto, en calquera momento do día, independentemente da actividade que están a facer. Ademais, cando experimentan unha emoción forte de calquera tipo –enfado, alegría, un gol de Fran, que chiste máis bo– pode desencadearse un ataque de cataplexia: subitamente pérdese o control de todos os músculos, parálanse, mais claro, non desaparece a forza da gravidade, así que a persoa cae ao chan coma un saco de patacas, aínda que totalmente consciente. En ambos os casos ao cabo duns segundos ou minutos todo volve á normalidade.

Por que eses cambios bruscos? O sono e a vixilia son dous estados mentais estables, regulados por complexas interaccións entre determinados xenes, a actividade encefálica, o metabolismo xeral do corpo e o ciclo de luz día-noite. Polo de agora, os fármacos que existen para facilitar o sono na xente que ten problemas para durmir baséanse

en inducir unha depresión xeral no sistema nervioso. Mais as investigacións recentes sobre a narcolepsia acaban de producir resultados que poden revolucionar as pílulas para durmir e conducir á produción de pastillas extremadamente específicas, de maneira que permitan regular o noso interruptor vixilia-sono con moita máis precisión.

Vivir co interruptor avariado

Segundo estas investigacións, o que ocorre na narcolepsia e cataplexía é que o estado de vixilia se torna inestable pola falta dunha substancia neuromoduladora recentemente descuberta, a orexina –tamén chamada hipocretina–. Debido a esta inestabilidade, o cerebro pode pasar bruscamente ao sono (narcolepsia) ou activar a relaxación muscular que caracteriza ao sono REM (cataplexía). Non é fácil vivir con este interruptor avariado: os narcolépticos non poden conducir, nin sequera subir a unha cadeira para cambiar unha lámpada. O risco dun ataque de cataplexía tampouco lles permite participar, por exemplo, en deportes en que a emoción de gañar ou perder poida desencadear esa parálise súbita. Podedes imaxinar moitísimas máis situacións en que non se pode ou non convén quedar durmido ou perder a forza muscular de súpeto.

O descubrimento da orexina non só vai facilitar a vida dos narcolépticos, senón que está permitindo coñecer con moito detalle os mecanismos polos cales o noso encéfalo pasa do estado de sono ao de vixilia e viceversa. En teoría, se se chegan a coñecer con precisión todos os mecanismos de acción deste e outros neuromoduladores –o cal é moi probable–, será posible controlar farmacologicamente o ciclo do sono, con toda a súa complexidade. Os médicos deixarán de receitar pastillas para durmir e empezarán a receitar pílulas personalizadas: pastillas para durmir x horas e x minutos, cun x% de sono de fase III e un x% de sono REM –durante o cal se producen os soños; o que non creo que se poida controlar coas pastillas é o tema dos soños–.

Na Universidade de Stanford teñen unha colonia única de cans narcolépticos, marca doberman, que é fundamental para o estudo da enfermidade. Estes cans transmítenlles a enfermidade xeneticamente ás

xeracións seguintes –algo que non pasa cos humanos–, así que os seus coidadores tratan con esmero de que se reproduzan. O problema é que moitas veces os cans quedan paralizados durante o apareamento xa que sofren un ataque de cataplexía pola emoción.

EN BUSCA DE MATUSALÉN

Os humanos vivimos cada vez máis anos, debido fundamentalmente aos avances en ciencia e tecnoloxía. Se miramos atrás no tempo a progresión é impresionante: os homínidos máis antigos alcanzaban con dificultade os 30 anos de idade e a comezos do século XIX en Europa poucos pasaban dos 40; na actualidade a esperanza de vida no noso continente rolda os 80 anos, o dobre que hai 200 anos! Desde mediados do século XIX a esperanza de vida crece a un ritmo duns 2,5 anos por década, algo que está a mudar o panorama social. Cal é o límite? Vivirán os nosos descendentes 200, 500 anos? É posible, ao mellor mesmo máis.

Todos os organismos envellecemos. O paso do tempo desgasta e diminúe a capacidade de funcionamento de órganos e tecidos de maneira inexorable. As causas son múltiples, desde a predeterminación xenética até o efecto destrutor de substancias como os radicais libres ou os raios cósmicos. Os científicos levan moito tempo estudando os procesos que orixinan este declive; nos últimos anos, grazas á xenética e á bioloxía molecular, encontráronse mecanismos capaces de incrementar a esperanza de vida nada menos que nun 70%! Mais, ollo, estes experimentos están a facerse en fungos, vermes microscópicos e moscas. Os sapiens sapiens estamos, polo de agora, na lista de espera.

A lonxevidade non é unha prioridade

A evolución biolóxica non favorece a lonxevidade individual, senón que aposta pola perpetuación da especie. Desde o punto de vista biolóxico o importante é reproducirse e transmitir os xenes á seguinte xeración; sempre que isto último ocorra con eficacia, o tempo que cada individuo permanece vivo ten pouca importancia. Nalgunhas especies os indi-

viduos viven tan só horas ou días, tempo suficiente para reproducirse; mais, noutras a vida prolóngase por decenas, centenas ou incluso miles de anos, como no caso dalgúns vexetais.

Na variedade está o gusto

O proceso de envellecemento non é simple, senón que actúa sobre o organismo desde moitos ángulos; estamos rodeados! Na busca dunha explicación o que se precisa son teorías, e hai varias. Probablemente todas teñan algo de verdade: algunhas células morren debido á activación de xenes do envellecemento, trátase dunha morte celular programada; outras son vítimas do ataque dos radicais libres, perigosas moléculas producidas no proceso de respiración celular; alén diso, ao longo da vida vaise producindo un desgaste como consecuencia da acumulación de erros na duplicación do ADN celular, na produción de proteínas, etc., polo que o corpo vai perdendo eficacia.

As liñas de investigación actuais son tan variadas como as teorías apuntadas e están a dar resultados espectaculares. Cada descubrimento é rapidamente amplificado polos medios de comunicación, que nos informan dos novos elixires para facer a estanza no planeta Terra un pouco máis longa. Melatonina, dietas baixas en carbohidratos, un vaso de viño tinto ao día,... funcionan? En animais microscópicos, si; nos humanos probablemente tamén, mais hai que ter en conta que a maquinaria da vida é marabillosamente complexa, igual que os mecanismos asociados ao envellecemento, polo que non pode haber substancias milagrosas.

Un vello elixir

O efecto beneficioso do viño tinto para alongar a vida só está, polo de agora, demostrado nun organismo minúsculo, o fungo unicelular *Saccharomyces cerevisiae* –ou fermento da cervexa, moi utilizado para a investigación en bioloxía molecular–. Unha molécula presente no viño (un polifenol) é capaz de incrementar a vida do fungo nun 70%, milagre que se consegue activando uns determinados mecanismos encimáticos. O que non sabemos é se funciona da mesma maneira na especie humana. O optimismo dos científicos débese a que no noso organismo temos encimas –un tipo de proteínas– moi parecidas ás do fungo. Na

actualidade estanse a facer experimentos en moscas e o resultado é similar. Iso de que moscas e fermentos sexan parentes nosos pode ser unha boa cousa.

Baixo en calorías

Outro animal estrela na investigación en bioloxía molecular é un pequeno verme, o *Caenorhabditis elegans*. Hai dez anos un grupo de investigación da Universidade de California descubriu que era posible duplicar o tempo de vida dese verme modificando tan só un xene. Foi algo así como descubrir a chave da lonxevidade: aperto aquí e, listo, agora xa vivo o dobre. Mais as investigacións dos anos seguintes amosaron que o panorama é máis complexo... na actualidade xa hai máis de 100 xenes da lonxevidade. Demasiadas chaves. En calquera caso, estas investigacións levaron á conclusión, baseada na función deses xenes, de que unha diminución nas calorías da dieta produce un aumento da lonxevidade, polo menos nos vermes.

Estamos tamén emparentados xeneticamente cos vermes? Por suposto. Así que xa sabedes, explorate a vosa ascendencia microscópica e vermiforme: un vaso de viño de cando en vez e comidas lixeiras.

Ligazóns

Os descubrimentos máis recentes sobre os mecanismos da lonxevidade.

Artigo da “Public Library of Science”:

[http://biology.plosjournals.org/archive/1545-7885/2/1/pdf/](http://biology.plosjournals.org/archive/1545-7885/2/1/pdf/10.1371_journal.pbio.0020012-S.pdf)

[10.1371_journal.pbio.0020012-S.pdf](http://biology.plosjournals.org/archive/1545-7885/2/1/pdf/10.1371_journal.pbio.0020012-S.pdf)

UN INNOVADOR E ESTRESANTE DESCUBRIMENTO

O estrés non é bo para a saúde, produce un envellecemento prematuro e moitos problemas físicos e psíquicos. Neste mundo apresurado o mellor é tomar con calma a vida mais, ao mesmo tempo, con confianza e decisión. Iso é o que suxire unha recente investigación: hai moitas probabilidades de que as persoas tímidas, temerosas ou asustadizas, influídas con facilidade polo estrés causado pola vida en sociedade, vivan menos anos que as que son extravertidas.

A mente e o corpo non son dúas entidades separadas, todo o contrario: están intimamente relacionadas. A consciencia xorde como consecuencia da actividade do sistema nervioso, a mesma actividade que se encarga de mover músculos e ordenar a produción de hormonas. Practicamente todas as actividades que teñen lugar no noso corpo están controladas dalgunha maneira polo sistema nervioso, polo cerebro, polo noso estado de ánimo. Mecanismos tan específicos como o metabolismo das proteínas ou a presión arterial dependen criticamente do sistema nervioso. Debido a esta relación, as situacións de *estrés* psicolóxico orixinan moitos problemas físicos, como hipertensión ou úlceras, e unha diminución importante na función do noso principal mecanismo de defensa, o sistema inmune.

A evolución actúa amodo

Os efectos da reacción do organismo ante o *estrés* existen en moitas especies xa que foron conservados ao longo do tempo polos mecanismos evolutivos. Por que conservar unha acción do organismo que resulta daniña? A resposta é sinxela: é negativa agora, na sociedade occidental actual, mais non o era hai miles de anos cando o Homo sapiens vivía

noutras condicións ben distintas. Estes miles de anos son un chiscar de ollo en termos evolutivos, polo que a evolución non tivo tempo para eliminar algo tan desastroso. Cales son as diferenzas para o *Homo sapiens*, no que se refire ao *estrés*, entre a vida nas cavernas e a situación actual?

Preparándose para a loita

Á resposta do organismo ao *estrés* tamén se lle chama “reacción de loita ou fuxida”, e é fundamental para afrontar unha situación de emerxencia en estado, digamos, salvaxe. Cando un animal salvaxe –ou un Homínido de hai varios millóns de anos– se enfrenta a unha ameaza física pode prepararse para facer dúas cousas: ou loitar ou ben saír correndo. En calquera dos dous casos é preciso modificar de maneira drástica a actividade do corpo: a forza e ritmo cardíacos aumentan, a respiración acelérase, a actividade muscular crece, o sistema nervioso pon os sentidos en alerta, increméntase o nivel de glicosa no sangue, a resposta do sistema inmune diminúe e tamén, ao mesmo tempo, suprímense procesos inútiles nese momento e que gastan enerxía –como a sensación de fame ou o proceso dixestivo–. Hai unhas hormonas que teñen un papel clave no desencadeamento destes cambios, son as producidas polas glándulas adrenais: fundamentalmente os glucocorticoides e a adrenalina, as cales se encargan desa mobilización espectacular da enerxía no corpo.

Un combate demasiado longo

Na antigüidade os membros da especie humana encontrábanse cunha situación dese tipo de cando en vez, ao ter que enfrontarse a outro animal salvaxe. A resposta que acabo de relatar duraba tan só uns minutos, de maneira que os niveis de hormonas e os cambios asociados volvían a valores normais rapidamente. O que ocorre na sociedade actual é que esta “reacción de loita ou fuxida”, ademais de activarse debido a perigos momentáneos como na antigüidade, tamén se activa de maneira prolongada como consecuencia de moitos factores que inflúen no noso estado emocional –problemas laborais, tráfico, etc.–. A estrutura e tamén as normas de convivencia desta sociedade non permiten solucionar a maioría destes problemas en cuestión de minutos, polo que o nivel alto de hormonas, que en principio é

beneficioso, empeza a orixinar todo tipo de danos ao organismo ao actuar de maneira continua: aumento da tensión arterial, diabetes, úlceras, impotencia ou diminución das defensas do organismo para loitar contra enfermidades.

Ratas tímidas

Unha consecuencia global deste “*estrés* moderno” é que acelera o proceso de envellecemento. Se deixamos que os tentáculos da vida urbana pulsen as teclas da liberación de hormonas adrenais de forma continua, é posible que enfermemos con maior facilidade. Ademais, os científicos seguen a descubrir novos factores causantes do *estrés*: un estudo publicado na revista *PNAS* (*Proceedings of the National Alcancemy of Sciences*) revela que estas “hormonas do *estrés*” tamén se poden liberar en grandes cantidades en situacións de timidez ou medo infundado a situacións novas, como entrar nunha habitación descoñecida ou toparse cunha persoa estraña. A isto chámase neofobia e, segundo acaban de descubrir uns científicos norteamericanos en experimentos feitos en ratas, produce un incremento das hormonas glucocorticoides, que dá lugar a unha redución de tres meses na vida deses animais.

Os humanos tamén sofren neofobia, sobre todo os rapaces pequenos. Aproximadamente un 15% dos nenos ten un medo infundado ante calquera situación nova aínda que non represente unha ameaza física. Os resultados deste traballo indican que se esa reacción ás situacións novas se mantén durante o resto da vida, esta pode reducirse aproximadamente uns dez anos.

Haberá que levar unha vida relaxada e tranquila, mais tamén decidida e sen angustiarse por causas infundadas. Non me sexades neofóbic@s.

Ligazóns

Artigo sobre o descubrimento de que a neofobia produce *estrés* en *NewScientist*:

<http://www.newscientist.com/article.ns?id=dn4458>

Para ler o resumo do artigo orixinal en *PNAS*, busca en Google: *PNAS fear of novelty*.

PRIÓNS: MÁIS ALÁ DO BEN E DO MAL

Os prións son as proteínas acusadas de causar unhas enfermidades neurodexenerativas chamadas encefalopatías esponxiformes transmisibles –enfermidade de Creutzfeldt-Jakob, encefalopatía esponxiforme bovina ou mal das vacas tolas, etc. A recente epidemia de vacas atestadas de prións familiarizounos con esas moléculas tan pouco recomendables. Agora aparece a cara boa xa que os científicos acaban de achar algo inesperado e sorprendente: eses demos de prións poden ser, en condicións normais, nada menos que as moléculas encargadas de fixar a memoria, de almacenar os recordos.

As proteínas son as abellas obreiras do organismo, as chaves inglesas das células, as caixas de cambio do metabolismo. Cada un de nós ten moitos billóns de proteínas traballando sen cesar, con funcións específicas que levan a cabo de maneira impecable. Algunhas encárganse de regular reaccións químicas e chamámoslle encimas; outras deféndennos dos invasores e chamámoslle anticorpos; até son capaces de producir movemento, como as que contraen os músculos. Hai unha característica que é común a todas: a súa función depende da súa forma, exactamente igual que unha chave.

Unha proteína excepcional

Hai tan só uns 20 anos descubriuse que a causante das encefalopatías esponxiformes non era un virus, nin unha bacteria, senón unha proteína común e moi abundante nas células do cerebro (neuronas) mais coa forma orixinal modificada, o cal causa uns cambios drásticos nas súas propiedades, de xeito que se converte nun axente infeccioso. O feito de que unha proteína puidese resultar infecciosa era algo

totalmente novo xa que, a diferenza de virus e bacterias, as proteínas non teñen ADN para duplicarse e reproducir a enfermidade polos lugares (células) que van colonizando. Debido a isto, en 1982 Stanley Prusiner, investigador da Universidade de California, decidiu bautizar estas proteínas modificadas co nome de prións, por aquilo de “partículas proteináceas infectivas que non teñen ADN”. Á proteína normal, non daniña, chamóuselle PrPc, mentres que a forma modificada (prión), causante das enfermidades e con capacidade de reproducirse, adquiriu o alcume de PrPsc.

Se os prións non teñen ADN, como fan para reproducirse e causar a enfermidade? En realidade non se duplican, o que acontece é que cada prión (PrPsc) ten a facultade de converter as proteínas normais (PrPc) coas que se encontra en máis prións, orixinando unha reacción en cadea. Isto de ter dúas formas activas distintas, cada unha cunha “función” diferente, é unha propiedade excepcional e característica destas proteínas.

A invasión dos replicantes inmortais

A diferenza da maioría das proteínas, que se degradan ao cabo dunhas horas de estar funcionando, os prións son moi estables e permanecen nos tecidos durante meses ou anos. A replicación e acumulación dos PrPsc no cerebro produce a destrución de neuronas e dá lugar á aparición das encefalopatías esponxiformes. Estas proteínas malvadas comezaron a súa carreira mediática a partir da primavera de 1985, cando se desatou no Reino Unido unha epidemia dunha enfermidade nova, o mal das vacas tolas, orixinada por unha modificación no menú do gando bovino: resulta que se incluíu penso portador de prións, procedentes doutros animais. As PrPsc do alimento demostraron que se podían replicar nas vacas, causando a enfermidade en miles de individuos. Pouco despois descubriuse que a estrutura dos prións non se destruía ao facer o churrasco, polo que podían chegar ao noso cerebro, replicarse e causar unha encefalopatía, transformando en PrPsc as proteínas PrPc das nosas neuronas.

Agora chega o descubrimento interesante: até hai tan só uns meses os científicos crían que as proteínas-prión eran unha malformación

–nunca mellor dito–, sen ningunha función útil no organismo. Mais a natureza garda moitas sorpresas...

Neuronas e memoria

A memoria débese a un reforzamento das conexións entre neuronas. No cerebro temos miles de millóns de neuronas conectadas entre si formando unha complicada rede; a cada lugar de conexión chámasele sinapse. Cando memorizamos algo estamos potenciando e facendo máis estables unhas cantas sinapses: afiánzase a unión entre as neuronas implicadas, o recordo permanece. Desde hai anos sábese que a memoria, esta consolidación do amor entre neuronas, débese á formación de novas proteínas nas sinapses; mais non se tiña nin idea de como é posible conseguir memorias que duren meses e anos xa que as proteínas normais, como xa dixen antes, degrádanse rapidamente.

O Dr. Eric Kandel leva moitos anos estudando os mecanismos moleculares da memoria –levou o Premio Nobel no ano 2000 precisamente por iso– e aos seus 74 anos acaba de facer o descubrimento máis importante sobre a memoria e a aprendizaxe dos últimos 30 anos: segundo parece, a produción das proteínas que reforzan as sinapses está controlada por unha encima –outra proteína– chamada CPEB (de “cytoplasmic poly(A) element binding”). Pois ben, a CPEB ten unhas propiedades totalmente excepcionais e é capaz de dar lugar á memoria xa que... é un prión!

O prión da memoria

A encima CPEB, que é moi común nos lugares de unión entre neuronas, ten dúas formas; a unha delas imos chamarlle CPEB-prión, con capacidade de inducir noutras proteínas CPEB normais o cambio a CPEB-prión. A flamante –ten só uns meses de vida– teoría para a formación da memoria baseada en prións do Dr. Kandel e o seu equipo é a seguinte: a activación eléctrica das neuronas orixina un cambio de CPEBs normais a CPEBs-prión, estas CPEBs-prión multiplícanse e catalizan a formación das proteínas que reforzan as sinapses e, ademais, debido a que son moi estables e non se degradan, manteñen a súa función durante moito tempo.

Ningunha substancia é necesariamente boa ou mala. Os prións, que até hai pouco meses non eran máis que proteínas aberrantes causantes de enfermidades, poden ser moito máis comúns nas células do noso organismo do que se pensaba e, de ser certa a teoría de Kandel, totalmente indispensables para o funcionamento do cerebro e a emerxencia da consciencia.

Ligazóns

A faceta memorística dos prións en *The Economist*:

http://www.economist.com/PrinterFriendly.cfm?Story_ID=2312990



A MEMORIA DE CANDO NON EXISTIMOS

Por que durmimos? A que se debe esa necesidade tan inevitable que nos envolve todos os días? Por que é necesario ficar inconscientes, a expensas de amigos e inimigos? Algo tan crucial, e potencialmente perigoso, debe ter unha función importante para a vida, senón xa tería desaparecido co devir evolutivo. Hai moitas teorías que tentan explicar a función do sono, mais só unha delas está sendo claramente confirmada polos experimentos: durmir é necesario para aprender, para fixar na memoria os sabores novos de cada día.

Todos os días –ou case todos–, durante unhas 8 horas, o teu estado consciente desvanécese e “desapareces” do mundo. Durante ese tempo a maioría dos teus músculos están literalmente paralizados, perdes a capacidade de regular a temperatura do corpo e diminúe, case até bloquearse, a función dos teus sentidos –vólveste funcionalmente cego e xordo, e perdes o tacto–. Algo importante ten que pasar para tanto sacrificio: o cerebro e o resto do sistema nervioso non están “durmindo”, senón que funcionan a toda máquina, a misión é aproveitar ese tempo para reorganizar o acontecido polo día, pór cada cousa no seu sitio e, desá maneira, ao día seguinte, espertar exquisitamente preparado para seguir aprendendo e saboreando a vida. Os días que isto non ocorre, cando nos privamos desas horas de sono, a aprendizaxe é moito menos eficaz e o corpo, mediante silenciosos berros, avísanos de que o sistema precisa reorganizarse: estamos esgotados.

A teoría do cansazo físico

Durante moito tempo creuse que o sono era un estado pasivo, un colapso enerxético do organismo ao que se chegaba despois dun día de

actividade; algo que resulta lóxico e que todos pensamos/sentimos de maneira intuitiva. Esta teoría “enerxética” do sono indica que é preciso bloquear a actividade física para que se produza unha recuperación dos cansados órganos e tecidos. Aínda que esta idea non está totalmente descartada, tampouco parece que funcionemos con baterías recargables e non hai experimentos que a demostren de maneira convincente; así mesmo hai animais que nos ensinan que non é preciso durmir para recuperar forzas: os golfinhos, por exemplo, nunca fican completamente inconscientes, senón que alternan os dous hemisferios cerebrais para durmir, de tal xeito que sempre teñen un en estado de vixilia.

Non é físico, é mental

O que si que está demostrado é que o sono mellora a memoria e a aprendizaxe. Un dos experimentos clave para asentar definitivamente esta teoría publicouse hai pouco na revista *Nature*: científicos de dúas universidades norteamericanas demostraron que as rexións do cerebro que se “adestran” durante o día son tamén as que máis se activan durante o sono e que esa activación ten como consecuencia unha mellora específica das tarefas aprendidas. Que ocorre durante o sono? De que actividade estamos a falar?

Cando estamos durmindo o cerebro ten unha actividade eléctrica exuberante, tan intensa como no día, mais totalmente distinta. Durante o sono profundo as neuronas sincronizan a súa actividade e producen unhas descargas eléctricas rítmicas, de entre 0,1 a 4 ciclos por segundo: son as chamadas ondas-lentas do sono –que, por certo, se interrompen de cando en vez, durante o chamado sono REM, momento que aproveitamos para ter soños e trepar por un pemento de Herbón xigante–. Esas ondas-lentas son máis intensas nas rexións do cerebro que acaban de ser activadas polo día e parece ser que esa activación dá lugar á memoria –a través dun reforzamento das sinapses, no que participan os prións do artigo anterior–. No experimento que estou a comentar os investigadores estudaron o electroencefalograma (EEG) de voluntarios que acababan de facer unha tarefa moi específica no ordenador –un xogo que aprendían por primeira vez– e advertiron que durante o sono as ondas-lentas da zona cerebral activada polo xogo eran

un 25% maiores. Ademais, o feito de durmir facía que mellorasen a súa habilidade nun 11%.

Reivindicando a sesta

O corpo precisa do sono para que o cerebro se reorganice, mais, vale calquera tipo de sono? En calquera momento? Non vale calquera tipo, senón que ten que ser un sono profundo –é dicir, con ondas-lentas–. Mais parece que o momento non é tan crítico xa que outro descubrimento recente –este publicado en *Nature Neuroscience*– demostrou que as sestas, eses períodos breves de sono que se toman ao longo do día son... unha marabilla: melloran a alerta, a produtividade e o estado de ánimo e, o que é máis importante, poden producir unha recuperación espectacular na capacidade de aprendizaxe para o resto do día. O principal requisito é que sexa unha sesta con sono profundo. Outra conclusión deste traballo é que a sensación psicolóxica de “estar queimado” que se produce despois dun esforzo mental prolongado –caracterizada por aumento de irritación e frustración, xunto con diminución da eficacia– pode non ser consecuencia dunha fatiga físico-mental, senón simplemente que o corpo está suplicando por unha reorganización das rexións do cerebro máis utilizadas: vai sendo hora de deixarse arrolar por Morfeo.

Que durmades ben.

Ligazóns

Artigo en *Nature Neuroscience* sobre os beneficios da sesta:

<http://www.nature.com/cgi-taf/DynaPage.taf?file=/neuro/journal/v6/n7/abs/nn1078.html>

PUBERDADE, BACTERIAS E XENÉTICA DO ACNE

O estudo do xenoma está a facilitar a loita contra as enfermidades, mais non basta con investigar unicamente ao Homo sapiens xa que non estamos sós: o noso corpo serve de residencia a outros organismos, como a bacteria Propionibacterium acnes (P. acnes). Ao mellor nunca oíches falar antes dela, mais case seguro que coñeces a súa carta de presentación preferida: o acne. A revista Science publicou recentemente a secuencia completa dos xenos desta bacteria e, igual que co xenoma humano, este avance mellorará a saúde de todos pois, en realidade, trátase dunha parte de nós.

Anfitrións sen fronteiras

Agora mesmo miles de pequenos organismos habitan alegremente no teu corpo. Somos unha especie de pequeno planeta para eles. Algúns son necesarios e beneficiosos, como as máis de 400 especies de bacterias que viven nos intestinos; traballan en simbiose con nós sintetizando vitaminas, favorecendo a absorción de nutrientes ou loitando contra outras bacterias perigosas. Moitas veces é recomendable chimpase unha chea destes animalíños vivos, tomando, por exemplo un iogur, onde viven lactobacilos e bifidobacterias amigas.

Mais tamén hai microorganismos que deciden vivir no planeta Homo sapiens que non son benvidos e que producen coa súa invasión moitas enfermidades. Bacterias, virus, fungos e outros parasitos poden penetrar no corpo e impedir o seu funcionamento normal. Aínda que só unha pequena fracción das bacterias coñecidas orixinan enfermidades nos humanos, a lista é grande dabondo: tuberculose, salmonelose, diarrea, conxuntivite, pneumonía, tétano, botulismo, e moitas outras son causadas polos ataques destes organismos. Os virus, pola súa banda,

dan lugar a enfermidades como a gripe, varicela, sarampelo, encefalite, hepatite, poliomielite ou febre amarela. Mais a batalla non está perdida: o corpo humano ten un sistema de defensa extremadamente refinado, o sistema inmune, que é capaz de detectar con precisión os hóspedes non desexados.

Vivindo co inimigo dentro

Hai outro grupo de seres que viven no noso corpo sen facer ruído e que normalmente non levantan as sospeitas do sistema inmune; non son necesarios mais, normalmente, tampouco fan mal. Este é o caso da bacteria *Propionibacterium acnes*. Aliméntase de sebo e vive comodamente nos folículos pilosos da pel xa que en todos eles hai pequenas fábricas de sebo chamadas glándulas sebáceas. Esa graxa non a producimos para alimentar bichos, senón que está aí para lubricar e humedecer os pelos e a pel. Mais, hai veces que a produción de graxa é demasiado grande, abundancia que é recibida con alegría polas bacterias, que aproveitan a colleita para reproducirse. Tantas bacterias non son ben toleradas polo planeta en que viven, orixinando unha guerra que se chama acne.

O acne, a enfermidade da pel máis común, afecta a practicamente todos os seres humanos nalgún momento das súas vidas. Na puberdade o incremento de produción dunhas hormonas chamadas andróxenos estimula, entre moitas outras cousas, o crecemento dos folículos pilosos e a produción de sebo no seu interior. A graxa sae ao exterior por un conduto do folículo que tamén transporta restos de células mortas; a elevada produción de sebo xunto cos restos celulares poden formar un tapón que impida a saída de todo ese material. Esta mestura é un banquete para os *P. acnes*, que aumentan en número rapidamente. A grande cantidade de bacterias e as substancias que producen –encimas para dixerir a graxa e outros produtos– chama a atención do sistema inmune, que pasa a considerar ao hóspede como inimigo: agora falamos de infección. A inflamación deses folículos, consecuencia da activación dos sistemas de defensa, dá lugar ás típicas erupcións coñecidas como grans de acne. As zonas do corpo con máis folículos son precisamente as máis afectadas: cara, pescozo, peito e parte superior do lombo.

A identidade ao descuberto: unha forma de debilitar ao inimigo

A revista *Science* publicou recentemente o traballo dun equipo de científicos alemáns no que se describe a secuencia dos 2333 xenes da bacteria. Isto vai permitir coñecer con precisión os mecanismos e as encimas causantes da resposta inflamatoria no acne e tamén a habilidade da bacteria para colonizar e residir na pel humana, co que se poderán desenvolver novos medicamentos que causarán as delicias dos adolescentes e da industria farmacéutica. Non se trata dunha investigación frívola, como podería parecer. Aínda que esta enfermidade non é grave, pode ter consecuencias desagradables, tanto estéticas como psicolóxicas –diminución da autoestima, inhibición social, depresión e ansiedade–. Ademais, esta bacteria que todos carretamos con nós, e que normalmente é inocua, pode estar implicada en infeccións no corazón, pulmóns, úlceras e outras enfermidades.

Ao mellor dentro duns anos será fácil tratar o acne; daquela poderemos comer chocolate tranquilamente, igual que agora, pois os investigadores non encontraron ningunha relación entre o consumo de chocolate é o acne. Un mito menos.

Ligazóns

Para ler o resumo do artigo publicado en *Science*, busca en Google: genome sequence of *Propionibacterium acnes*.

O MEDIO NATURAL E NÓS,
MATRIMONIOS DE CONVENIENCIA
(ECOLOXÍA)

AXENTES CON DOBRE PERSONALIDADE

A separación entre substancias boas e substancias nocivas para a nosa saúde é un artificio introducido por nós, dada a tendencia que temos a clasificar os fenómenos da natureza en caixiñas con límites ben definidos. Os estudos sobre toxicoloxía están a pór de manifesto que a interacción do noso organismo co medio en que vivimos é máis complexa do que xa se cría e moitas veces a reacción do corpo pode parecer ilóxica ou contraditoria. Por exemplo, unha pequena dose de raios-X ou unha tapiña de dioxinas poden diminuír o risco de cancro, xusto o contrario do que ocorre con doses altas. A clave está en comprender como funcionan os mecanismos biolóxicos de defensa.

As ideas fixas non son boa cousa, e moito menos en ciencia –a rigorosidade do método científico non está rifada con diversidade de ideas e teorías–. En toxicoloxía a idea fixa consiste en crer que, se unha substancia ou axente físico é prexudicial en doses altas, tamén o ten que ser, aínda que en menor medida, en doses baixas. Pois resulta que non, moitas substancias tradicionalmente sinaladas como prexudiciais ou mortais teñen efectos beneficiosos estimulantes sobre o organismo en doses baixas. A esta propiedade chámasele hormese (do grego “hormo”, que significa “excitar, estimular”; de aí tamén vén a palabra “hormona”).

A radiación é boa para ti

Este era o título dun traballo publicado en 1981 no *Health Physics Newsletter*. O efecto biolóxico das radiacións ionizantes –radiacións ionizantes son, por exemplo, os raios-X, a radiación ultravioleta do sol e a radiación cósmica– é o tipo de hormese máis estudado, pero pouco coñecido pola maioría da xente, probablemente porque aos científicos tamén lles está custando asimilar cambios en certos dogmas. A teoría

coñecida actualmente por todos nós é que calquera incremento na exposición a esas radicacións incrementa o risco de cancro. Mais, cando os científicos se fixaron no efecto de doses mínimas, encontraron algo moi interesante: unha dose pequena estimula a reparación do ADN, atrasando o inicio da enfermidade.

A comezos do século pasado considerábase a radioactividade e os raios-X como beneficiosos e incluso se popularizou a auga mineral con radio –ou sexa, auga radioactiva!–. Pouco a pouco fixéronse evidentes os efectos negativos do uso excesivo desas radiacións, os científicos encontraron que existe unha relación entre cancro e raios-X (Herman Muller, Premio Nobel en 1946) e ao final da Segunda Guerra Mundial o que en principio era un gran milagre tornouse en “radiofobia”. Non obstante, os estudos recentes indican que, de feito, os niveis baixos de radiación son bos para a saúde. En realidade, todos os organismos evolucionamos nun ambiente cheo de radiacións naturais, tanto procedentes do propio planeta coma de fóra, polo que é lóxico que esteamos preparados para respondermos a elas.

Ponllo un pouco difícil ao teu corpo

Este efecto beneficioso a baixas doses débese á maneira que ten o sistema de defensa do noso corpo –chamado sistema inmune– de responder ás afrontas do contorno: mellorando, incrementando a capacidade de resposta. Cando o noso organismo se ve comprometido, xera unha resposta adaptativa que normalmente resulta nun aumento de resistencia, polo que é bo un certo grao de exposición ás substancias malignas que pululan pola terra. Isto é o que facemos de maneira artificial ao vacinarnos. No caso das radiacións, unha dose baixa é capaz de inducir a reparación de ADN, a eliminación de radicais libres e a estimulación do sistema inmune.

Hai pouco lin nun xornal norteamericano un artigo acerca dun problema novo, derivado dunha sociedade excesivamente preocupada pola hixiene: segundo estudos epidemiolóxicos, os rapaces que medran nun ambiente con pais extremadamente preocupados por ter a casa inmaculada e que os seus fillos non toquen o chan teñen maior incidencia de alerxias: non teñen o sistema inmune preparado para

enfrentárense ao mundo. Cando estamos medrando é fundamental ensinarlle ao corpo quen son os bos e quen os malos; hai que expor o organismo a radiacións, virus, bacterias, ácaros e demais fauna, desa maneira non levará unha sorpresa no momento en que ataquen de verdade.

Así que, xa sabedes, non vén mal arrolarse un pouco polo chan de cando en vez e facer deporte, claro –ao facer exercicio o corpo sométese a un *estrés* importante: moitas células quedan sen osíxeno e glicosa, aumenta moito o número de oxidantes e deprímese o sistema inmune. O exercicio en si non é bo, igual que as radiacións; o que é boa é a resposta que vén despois–.

Ligazóns

<http://www.belleonline.com/>

<http://www.angelfire.com/mo/radioadaptive/inthorm.html>

<http://www.junkscience.com/news/lehr.html>

PROHIBIDO MEXAR SUBSTANCIAS PERIGOSAS

Todos sabemos que tirar unha pila con mercurio ou outras substancias ao lixo é un acto pouco respectuoso co medio natural xa que pode contaminar grandes cantidades de auga e, a través desta, plantas e animais. Cun pouco de sorte ese mesmo mercurio pode rematar formando parte do noso menú: hoxe, de primeiro, “polo ao duracell”. No ecosistema máis ou menos pechado polo que paseamos as nosas penas e alegrías as substancias circulan continuamente, saltando de líquido a sólido, de vexetal a animal, da terra ao ceo. Os científicos están empezando a preocuparse por algo tremendamente obvio: que pasa coas menciñas e co resto de substancias químicas que se consumen a diario? É posible que os antidepresivos que consumen os franceses terminen embotellados coa etiqueta “Evian”?

A maxia non existe: átomos, moléculas, compostos químicos de boas e malas familias non desaparecen, nin soben ao cosmos acompañados dunha saba branca coma Remedios la Bella, senón que simplemente cambian de mans. Algúns destes ciclos, como o do nitróxeno ou o do carbono, lévanse estudando desde hai moito tempo e coñécense con bastante profundidade. De feito, a modificación destes ciclos básicos para o funcionamento dos ecosistemas é probablemente a afronta máis grave que a actividade desbocada da nosa especie lle está a infrinxir ao planeta.

Agora que xa se ten boa idea do baile das substancias naturais esenciais no funcionamento dos ecosistemas, empezan a entrar en escena e a crear preocupación nos científicos os compostos químicos producidos pola sociedade occidental que, sen pedir licenza, queren entrar a formar parte destes ciclos básicos. Hai pouco asistín a unha charla en que o

experto que nos falaba do efecto de determinadas substancias sobre o cerebro contou, así de paso, que tiña serias dúbidas sobre a calidade da auga que beben os norteamericanos. Dixo que estaba practicamente convencido de que a auga que se bebe nos EE UU ten niveis apreciables de Prozac. Acordeime do libro *Nación Prozac* de Elizabeth Wurtzel. Suxería este home que o goberno dos EE UU está introducindo Prozac na auga que calma a sede dos habitantes do país? Interesante forma de elevar a moral da xente. Mais non é preciso invocar fantasmas, nin unha conspiración do goberno, unha serie de traballos recentes suxiren que bastaría con que a xente... mexe.

Antibióticos a oito

No ano 2003 fixéronse públicos os resultados de tres estudos acerca da calidade das augas de ríos e de solos en varios países europeos (Polonia, Suíza, Francia, Austria, Dinamarca, Holanda, Reino Unido, España, Suecia, Alemaña, Grecia e Italia). Os resultados son moi interesantes: encontráronse polo menos 35 compostos farmacéuticos, incluíndo 5 antibióticos. Segundo parece, proceden das augas residuais producidas polos humanos e por granxas de gando. O máis preocupante é o achado de antibióticos xa que poden incrementar o risco de xerar resistencia nos microorganismos e dar lugar a graves problemas ambientais e de saúde. Encontráronse concentracións elevadas destas substancias nas augas residuais producidas tanto por hospitais como por veciñanzas urbanas, así como en augas para irrigación. Os antibióticos poden pasar tamén ao medio natural directamente da urina e feces dos animais de granxa. Ademais, o problema deste novo tipo de contaminación non está só na auga, senón tamén no solo: os antibióticos son capaces de modificar o crecemento, a actividade encimática e a diversidade dos microorganismos que habitan o chan, o que pode desembocar nun grave problema ecolóxico. De momento non se coñece con precisión a magnitude do dano mais parece que hai motivos para preocuparse e empezar a buscar solucións.

Aseos para vacas, aseos para bois

Teremos que pór un novo sinal de tráfico: “Non mexar na cuneta”? Dotaremos as granxas de aseos e impediremos que os animais fagan as

súas necesidades libremente? Haberá que pórllle multas aos granxeiros que posúan animais demasiado mexóns ou cagóns? De feito, nalgúns países xa existen multas para as vacas que producen demasiadas flatulencias, debido á contaminación xerada polo metano que expulsan ao ar. Non creo que cheguemos a iso. Hai varias maneiras de impedir que os restos farmacolóxicos da nosa sociedade se volvan contra nós: unha é a utilización de técnicas de separación das augas residuais máis “perigosas”, seleccionando, por exemplo, nos hospitais os residuos procedentes dos pacientes dos do resto da comunidade. Outra maneira de levar a cabo a depuración farmacolóxica consiste en inxectar ozono; esta substancia é un forte axente oxidante que se pode utilizar como desinfectante no tratamento da auga xa que é capaz de eliminar até un 99% de antibióticos e outras drogas, un campión.

Nunha revista científica onde se fala destes informes hai este chiste: A doutora dille ao paciente que ten diante “Tome unha pílula destas tres veces ao día. Ou, simplemente, beba a auga da billa”.



INSTRUCCIÓN PARA VER MEDIANTE BERROS

Anoitece, os morcegos aparecen, andan á caza de avelaiñas e outros insectos. Aparentemente todo transcorre en silencio, só escoitamos un lixeiro revoar. Mais esta é unha caza ruidosa e de alta tecnoloxía, a ferramenta de guía son os ultrasóns. Afortunadamente as frecuencias destes berros están fóra do rango dos nosos oídos.

Os humanos utilizamos a vista para orientarnos polo mundo adiante, aproveitando a luz reflectida. Mais hai outras estratexias para xerar unha imaxe do contorno: pode usarse, por exemplo, o magnetismo da Terra (ver artigo seguinte) ou o son reflectido nos obxectos. Se nos pomos en fronte dunha montaña alta e vertical e pegamos un forte berro, recibiremos ao cabo dun pequeno tempo o eco, que é o reflexo do son emitido. Medindo o tempo que vai entre o berro e o eco podemos calcular a que distancia se encontra a montaña. Este sistema, que pode chegar a ser tan preciso como a visión, chámase ecolocalización e foi inventado polos morcegos e golfinhos moito antes que os enxeñeiros humanos desenvolveran o sonar –que vén sendo o seu equivalente tecnolóxico–. Emporiso, fabricar un equipo de ecolocalización suscita moitos problemas técnicos; como fan estes animais para solucionarlos? Algunhas das respostas aínda non deixan durmir a biólogos e enxeñeiros.

Dous problemas básicos

Problema 1: precísase unha fonte emisora de ondas sonoras. Os bichos que utilizamos a luz para orientámonos temos unha fonte de emisión gratis: o Sol. A luz viaxa polo espazo, é reflectida polos obxectos e captada polo noso sistema visual, somos simples receptores. Morcegos

e golfiños non teñen un “sol” produtor de son –imaxinades como sería un “sol sonoro”?– así que non teñen máis remedio que ser eles os propios emisores de ondas sonoras: berran. Os chíos son as súas lanternas.

Canto máis forte berren, máis lonxe chega o son e máis intenso é o seu reflexo; ou sexa, se gritan máis, son capaces de “iluminar” máis lonxe. Ademais, canto máis alta sexa a frecuencia do son, maior será a resolución da imaxe que xeran. Mais hai que aforrar enerxía, e iso conséguese axustando os sons ás necesidades de cada momento. Os morcegos, por exemplo, cando están por aí de paseo emiten un berro cada décima de segundo (frecuencia: 10 hercios) e incrementan a frecuencia até uns 200 hercios no momento de achegárense a unha presa, para vela mellor.

Isto de emitir sons de maneira discontinua é para un morcego o equivalente á luz estroboscópica das discotecas para un humano: reciben as imaxes separadas no tempo, algo que pode resultar bastante mareante. Ademais do aforro enerxético, hai outra razón importante para que isto sexa así: o problema 2.

Problema 2

Imaxínade que estades a deseñar o sonar. Probablemente elixiredes unha fonte de son o máis potente posible –o son emitido por algúns morcegos equivale, en proporción, ao son dun avión de reacción–. Estupendo. Agora tócanos deseñar o receptor (os oídos): canto máis sensibles mellor, así pódense captar os ecos máis débiles procedentes dos obxectos máis afastados. Ningún problema, veña, poñemos dous oídos miles de veces máis sensibles que os nosos. Agora enchufamos o aparato e... non funciona; acabamos de rebentar os oídos: o intensísimo son emitido é demasiado alto para uns receptores tan sensibles.

Solución: alternar o funcionamento de emisor e receptor (tic-tac, tic-tac, tic-tac...). No momento da emisión do son, os morcegos protexen o sistema auditivo reducindo a súa sensibilidade –isto conségueno contraendo uns músculos do oído medio–, de maneira que o emisor e o receptor nunca funcionan á vez. Alternan o seu funcionamento de forma perfectamente sincronizada e cunha frecuencia que varía

dependendo do que estean a facer. Cando están preto dunha presa aumentan a frecuencia, para incrementar a calidade da imaxe e diminuír o “efecto estroboscópico” derivado deste mecanismo. En momentos de máxima resolución a alternancia prodúcese cada 5 milésimas de segundo; as especializacións que teñen no seu cerebro encárganse de decidir que sons son os emitidos e cales os recibidos.

(Aos enxeñeiros que estaban a deseñar aviáns para a Segunda Guerra Mundial xurdiulles un problema similar: as metralletas tiñan que disparar balas a través da área abarcada pola hélice frontal do aparato. Resolveron esta incompatibilidade sincronizando con precisión letal ambos os mecanismos, de maneira que as balas pasaban entre as aspas).

Os golfiños tamén afinan

O sistema de ecolocalización dos golfiños, aínda que parecido ao dos morcegos, é menos coñecido e até hai pouco non se sabía por que non quedan xordos xa que non poden axustar con precisión os músculos do oído medio para reducir a sensibilidade (lembrade: problema 2). Como fan entón para non estragar os oídos? Un equipo de científicos do Instituto de Bioloxía Mariña da Universidade de Hawai acaba de encontrar parte da resposta: parece ser que, en vez de axustar a sensibilidade do receptor, os golfiños varían a intensidade do son emitido. Cando a distancia á que se encontran os obxectos diminúe, tamén é menor a intensidade do seu berro.

Vantaxes

Isto de ecolocalizar ten moitas vantaxes fronte á visión. Unha é que funciona igual tanto de día coma de noite, na superficie mariña ou nas escuras profundidades; nós, pola contra, somos bastante torpes para movérmonos polas tebras. Outra é que se pode detectar a textura dos obxectos a distancia xa que as distintas superficies reflicten o son de maneira distinta. Ademais, un morcego nunca tropezaría contra un cristal, por moi transparente e limpo que estea.

Non lle viría mal a moitas moscas un sistema coma este.



O MAGNETISMO TERRESTRE: FARO, ESCUDO PROTECTOR E MOITO MÁIS

Os órganos dos sentidos son o pasaporte ao mundo que nos rodea. De maneira inconsciente estamos recibindo continuamente miles de bits de información que, unha vez procesados e mastigados polo cerebro, se converten en experiencia persoal. É moi fácil, coa axuda da ignorancia que nos é innata, caer no egocentrismo e interpretar a natureza tendo en conta só as nosas percepcións conscientes. Crer no sobrenatural é un terrible exercicio de arrogancia; “como eu non o percibo con claridade, deber ser algo que non pertence a este mundo”. As toupas cegas son seres sobrenaturais: ven estupendamente, mais non precisan da luz, usan unha enerxía que nós, seres naturais, ignoramos: o campo magnético terrestre. Ou é que non a ignoramos?

O escudo de plasma

O planeta Terra é, afortunadamente, un poderoso imán xigante que ten a delicadeza de xerar un campo magnético con influencia até máis de 300 000 km de distancia. Digo afortunadamente porque esta forza invisible crea un escudo arredor noso, a magnetosfera, que nos protexe das radiacións do vento solar –unha corrente de gases ionizados procedentes do sol que viaxa a uns 400 km/s–. Algunhas das partículas do vento solar conseguen burlar o escudo máis externo, mais non é problema, deseguido encóntranse con outra capa das liñas do campo magnético e quedan atrapadas. A terra está rodeada por dúas rexións cunha alta concentración destas partículas prisioneiras: son os cintos de radiación de Van Allen, escudos de plasma como os das naves das películas de ciencia ficción, só que estes son de verdade. Satélites, naves

espaciais e, sobre todo, astronautas evitan pasar a través deles, non é bo dar un baño deste tipo de radiación.

A bordo dunha dínamo colosal

No ano 1600 o británico William Gilbert publicou *De Magnete*, ofrecendo unha explicación racional de por que as agullas dos compases teñen ese costume tan útil de apuntar cara ao norte magnético –que, por certo, está desviado uns 11 graos do norte xeográfico–: a Terra é unha especie de imán xigante. Mais, aínda non está claro como se orixina esta forza. Os campos magnéticos prodúcense polo movemento de cargas eléctricas; no caso do imán terrestre os científicos cren que se orixina por correntes eléctricas formadas no seu interior grazas ao movemento de convección dunha masa de metais líquidos –ferro e níquel fundidos que se encontran arredor do núcleo de ferro sólido do planeta– en combinación co movemento de rotación do planeta. A este mecanismo chámasele efecto dínamo. Outra característica aínda máis misteriosa do campo magnético da Terra é que, de cando en vez –aproximadamente cada medio millón de anos–, se inverte: o norte magnético pasa a ser o sur. Nos últimos 150 anos a forza do campo magnético actual debilitouse un 10%, polo que os científicos pensan que pode ser o inicio dun destes cambios. O último aconteceu hai 780 000 anos.

Iluminación de distintos tipos

Esta forza invisible, ademais de axudar os navegantes e de crear un escudo protector de plasma, é unha fonte de enerxía utilizada por varios grupos de paxaros, peixes e tartarugas para orientarse. Con todo, segundo un traballo publicado recentemente na revista *PNAS* por un grupo de científicos israelís e suízos, o ser vivo que utiliza con máis ímpeto este compás é un novo membro desta familia de navegantes: a rata-toupa. Este animal é cego e pasa a maior parte do tempo escavando auténticos labirintos subterráneos. Mais o feito de que non teña ollos non quere dicir que non produza unha imaxe do mundo en que vive. Os humanos creamos unha imaxe a partir de fotóns de luz, os morcegos a partir de ondas sonoras; pola súa banda, as ratas-toupa utilizan o campo magnético terrestre, combinado coa memoria, para “visualizar” os camiños polos que corrican alegremente.

– Bos días veciño!, parece que se está pondo mal o tempo, non se ve nada –díxolle unha rata-toupa a outra.

– Si, sempre pasa o mesmo cada vez que as tormentas de vento solar modifican o campo magnético do noso fermoso planeta de túneles.

Esta forza si que nos acompaña

Como captan os animais esta información? Onde teñen o compás? Non se sabe con seguridade, mais probablemente se deba á existencia no cerebro de pequenos cristais dun imán natural, a magnetita. Incluso é posible que os seres humanos tamén teñamos un detector deste tipo que, desde logo, non usamos conscientemente. É moi probable que o campo magnético nos afecte dalgunha maneira xa que o noso organismo está ateigado de partículas con carga eléctrica. A crenza popular de que se dorme mellor orientando a cabeceira da cama cara ao norte pode ter unha explicación científica, haberá que investigar. Mais, desde logo, non se debe a algo sobrenatural, iso, insisto, non existe.

Ligazóns

William Gilbert:

<http://galileo.rice.edu/sci/gilbert.html>

Artigo publicado en PNAS (*Proceedings of the National Academy of Sciences*):

<http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/101/4/1105>



FILLOS DO PODER ENERXÉTICO

A fertilidade dos humanos actuais está ligada ao consumo enerxético da sociedade en que se vive pero, ao contrario do que podería parecer, a relación é en sentido inverso: a medida que aumenta o gasto enerxético –e tamén o benestar económico– diminúe a taxa reprodutiva. A que se debe esta aparente incongruencia? Cal é a relación entre o libre albedrío para ter fillos e a saúde económica do país en que vives? Os seres humanos somos bichos peculiares que non estamos sometidos a todas as regras da natureza e todos sabemos que na sociedade moderna as taxas reprodutivas non están determinadas pola fisioloxía senón que son, fundamentalmente, unha elección persoal. Pois resulta que, segundo un interesante artigo publicado en Ecology Letters, isto último non é certo: non somos tan libres como pode parecer, estamos subxugados polo trafego enerxético global.

Unha natureza con regras

Na natureza existe unha regra que se pode aplicar a calquera ser vivo: a maior gasto metabólico (enerxía biolóxica), menor taxa reprodutiva. En consecuencia, os seres vivos máis grandes teñen menos descendencia, e viceversa. Esta é unha das chamadas relacións alométricas: en todos os seres vivos hai certos parámetros (peso, frecuencia cardíaca, taxa metabólica, etc.) que están relacionados entre si, conectados uns a outros mediante unha especie de regras universais. Por exemplo, tamén hai unha relación entre peso e taxa metabólica, segundo a cal podemos predicir que unha persoa de 60 kg necesita 2500 calorías diarias para poder funcionar correctamente. Mais tamén podemos calcular o consumo enerxético global, incluíndo a enerxía non-biolóxica (gasolina, electricidade, etc.): de media cada norteamericano consume unhas

230 000 calorías ao día, ou sexa, unhas cen veces máis que as necesidades metabólicas –en comparación, 230 000 calorías sería a taxa metabólica dunha persoa que pesase 30 toneladas!–.

A ditadura da enerxía

Nas sociedades humanas modernas non estamos limitados por esa alometría entre gasto metabólico e taxa reprodutiva xa que podemos regular o noso comportamento de maneira independente da nosa natureza biolóxica; mais non podemos evitar ser parte dos fluxos globais de materia e enerxía, polo que se nos impón unha relación alométrica totalmente nova coa enerxía global. O traballo recentemente publicado demostra que existe unha relación directa entre a fertilidade humana e o consumo enerxético non-biolóxico. Por tanto, para que as contas cadren, temos que esquecernos do consumo metabólico e dirixir a atención cara ao consumo global. Os países que manexan maior cantidade de enerxía non-metabólica (gas, carbón, petróleo, enerxía solar, nuclear e hidroeléctrica) son os que teñen menos fillos.

Esta conclusión é realmente fascinante xa que subliña a influencia do complexo mundo actual sobre un parámetro fisiolóxico que está, en principio, baixo o control de cada individuo. A poboación mundial leva 10 000 anos crescendo de maneira exponencial grazas á explotación de fontes de enerxía adicionais ás estritamente biolóxicas, o cal causa impactos na biodiversidade global, nos ciclos bioxeoquímicos e no clima. Esta explotación enerxética modifica as taxas de fertilidade dos distintos países e xa non chega con coñecer as características biolóxicas dunha poboación, senón que hai que pensar no “super-organismo” formado polas redes de fluxo de enerxía, incluíndo aquí todas as infraestruturas implicadas: oleodutos, liñas de alta tensión, autopistas, bancos, gobernos e programas de investigación.

Como se explica isto?

Xa que, para ter fillos, non dependemos directamente das leis da natureza, como é que segue a existir unha relación alométrica entre fertilidade e enerxía? Os autores do estudo cren que as propiedades das estruturas non-biolóxicas son similares ás biolóxicas e que na nosa sociedade hai que ver o feito de traer un novo fillo ao mundo desde o

punto de vista da enerxía total necesaria: o investimento para sacar un fillo adiante é maior nas sociedades máis consumistas, polo que a xente é menos propensa a reproducirse. Conclúen o traballo dicindo que “existe a crenza común de que os produtos da agricultura, industria e tecnoloxía liberaron as sociedades humanas modernas das limitacións enerxéticas e biolóxicas. Mais, a pesar de que se teñen elevado os límites, estes non se poden eliminar e, debido á dependencia en novas fontes e sistemas de adquisición e distribución de enerxía, os humanos seguimos a ser organismos limitados pola enerxía”.

Non é enerxía todo o que reloce

A teoría complicase cando a este super-organismo biolóxico-enerxético-cultural lle engadimos as características políticas das distintas rexións do planeta. Incluso dentro do mundo occidental hai diferenzas apreciables nas taxas de fertilidade, por exemplo entre EE UU e Europa. O autor norteamericano Robert Kagan argumenta no seu libro *Of Paradise and Power: America and Europe in the New World Order* que un dos factores que vai incrementar as diferenzas a ambos os lados do Atlántico e afianzar o poder de EE UU é a maior taxa de natalidade dese país. A pesar, como dirían os autores do traballo de *Ecology Letters*, do seu elevado consumo enerxético. Ao outro lado do océano, a continua diminución da fertilidade en Europa desde os anos 70 está chegando a extremos capaces de ameazar seriamente a economía e o sistema de pensións. Segundo a revista *The Economist*, “Europa está sendo testemuña da explosión a cámara lenta da máis predicible bomba do tempo económica e social da súa historia”. Somos unhas vítimas do benestar e do crecemento económico?

A sociedade actual está a utilizar os sistemas naturais e industriais a niveis que son insostibles tanto biolóxicos como enerxeticamente. Ao mellor podemos ignorar certas regras da natureza mais, por moi avanzada que sexa a nosa cultura e tecnoloxía, seguimos a estar suxeitos ás regras das redes globais de enerxía.

Ligazóns

Para ler o artigo orixinal de *Ecology Letters*, busca en Google: Allometry of human fertility and energy use.

Artigo “Work longer, have more babies” en *The Economist*:
http://www.economist.com/opinion/PrinterFriendly.cfm?Story_ID=2085219

O SEGREDO DA FIGUEIRA

As flores das figueiras son misteriosas, viven escondidas nun universo escuro e pechado. Pequenas e apertadas entre si, non se deixan ver, como temerosas de que os demais coñezamos o seu segredo: unha existencia fascinante e turbulenta, atravesada por historias de amor e morte. Cando ese mundo madura, convértese nun froito brando e doce: o figo. Cada vez que comemos un figo estamos a comer moito máis do que pensamos...

Un código de formas, olores e cores

Existe na natureza un fascinante contrato de dependencia entre insectos e flores. Unha simbiose que son moitas, un calidoscopio de cores, olores e sabores no que se dan relacións formidablemente complexas e elegantes. As flores non están aí para o noso deleite, teñen unha función moito máis seria: son faros que guían aos insectos en busca de alimento. Non hai moita promiscuidade, cada tipo de flor atrae un tipo de insecto. Unha vez saciado de néctar, o insecto ten que cumprir coa súa parte do contrato: levar o pole, os gametos masculinos, a unha flor feminina da mesma especie e deixalo caer. Desta maneira, coa fecundación da flor, producíranse as sementes que darán vida a novas plantas e árbores.

Flores que non se ven

Mais as figueiras son distintas, especiais, tímidas e moi celosas; teñen as flores agachadas no interior dunha especie de cápsula, chamada sicono, que ao madurar se converte nun saboroso figo. Cada especie de figueira está intimamente relacionada cun tipo de minúsculas avespas que precisan dos figos para reproducirse. Non se poden confundir: se a avéspera femia pon os ovos nunha figueira dunha especie que non lle corresponde, será tempo perdido, porque a prole non sairá adiante. O

ciclo de vida destes pequenos animais –teñen pouco menos dun milímetro de longo– é unha historia impresionante de interdependencia, de coevolución entre plantas e insectos. Os figos que crecen nas figueiras das nosas latitudes son os leitos matrimoniais, as gardarías e os cemiterios dun xénero de avespas chamado *Blastophaga*. No caderno de bitácora das figueiras hai moitos contos como o que segue.

Buscando un fogar desesperadamente

A historia comeza cando unha avespá femia, atraída pola música química da súa figueira particular, intenta pasar, a través dunha minúscula apertura situada no ápice do sicono aínda verde, ao seu interior, operación en que pode perder as ás. Non importa, non vai precisar máis delas. Nese momento, na base do escuro interior do figo, as flores femininas están maduras e listas para ser polinizadas. No ápice, as flores masculinas agardan aínda inmaturas. A avespá, co seu longo ovipositor, deposita centos de ovos no interior doutras tantas flores femininas, convertidas a partir de agora en nais de alugueiro: modifican a súa función e convértense en bugallos. É o momento, tamén, de pagarlle á figueira a peaxe acordada: a avespá leva nas patas o pole que recolleu ao saír do figo en que naceu. O insecto colabora coa reprodución da figueira, distribuíndo ese pole polo resto de flores femininas. Terminado o seu traballo, morre no interior do figo.

Vostede primeiro, por favor

Mentres tanto, nos bugallos crece unha nova xeración de insectos, que nace ao cabo dunhas semanas. Isto ocorre dunha maneira extremadamente ordenada: primeiro nacen as avespas macho, que inmediatamente se poñen a buscar bugallos que conteñan femias. Cando as encontran, fan un pequeno furado e copulan a través del coa femia que hai dentro. A continuación, os machos levan a cabo o seu derradeiro traballo, tradean na parede do figo unha saída ao exterior; mais non o fan en calquera parte, senón que escollen a rexión apical, onde se encontran as flores macho. Algúns sairán a fóra e caerán ao chan –non teñen ás, non as precisan–, outros morrerán no interior do figo que os veu nacer.

Un pouco despois, as avespas femia eclosionan e emerxen do bugallo agrandando a apertura que antes fixeron os machos para copular. A sincronización entre planta e insecto é extraordinaria: no momento en que as avespas femia están listas para abandonar o figo, as flores macho están maduras e cargadas de pole. Os insectos saen ao mundo exterior a través dos furados feitos polos machos, atravesando un apertado bosque de flores. As patas das avespas rozan contra esas flores e cárganse de pole. Unha vez no exterior voarán en busca dun figo verde, un figo que garde no seu interior flores femininas listas para ser polinizadas. O ciclo está completado.

Reloxos biolóxicos de alta precisión

O ciclo de vida das *Blastophaga* macho está en perfecta sincronización co das femias, mais, ademais, as avespas teñen que sincronizarse co figo. Se o figo madura demasiado pronto, as larvas deterán o seu desenvolvemento e morrerán. Pola contra, se as larvas eclosionan demasiado cedo, co figo moi verde, tamén morrerán porque non serán capaces de tradear unha apertura a través de paredes tan duras. Por tanto, as vidas de animal e vexetal deben transcorrer en sincronía. Para logralo utilizan un reloxo químico, un gas, o dióxido de carbono (CO₂). Aproximadamente dous días antes de que maduren as flores masculinas a concentración deste gas no interior do figo alcanza o 10%. A esta alta concentración as avespas femia permanecen inactivas e non poden eclosionar, todo o contrario do que lles pasa aos machos, que viven encantados entre tanto CO₂.

Para que as femias eclosionen a concentración de gas ten que baixar a menos do 2%, algo que ocorre no momento en que os machos fan furados a través da parede do figo e permiten a entrada de ar do exterior. Curiosamente, con tan pouco CO₂ os machos morren. Na fascinante vida das avespas dos figos os irmáns de distinto sexo nunca chegan a coñecerse, viven en atmosferas distintas, a evolución deparoulles misións incompatibles no tempo. Ademais, este reloxo de CO₂ tamén regula a vida do figo, que non termina de madurar até que a concentración do gas baixa, ou sexa, até que as avespas teñen rematado o seu traballo.

E, de sobremesa, caramelo de avespías

A existencia sincronizada de avespas e figos é un fermoso caso de adaptación extrema, de estreita colaboración entre plantas e animais. Uns non poden reproducirse sen os outros. Os figos son testemuñas dunha obra de arte dramática cun guión exquisito, de sabor doce e branda consistencia. A próxima vez que comas un figo pensa que estás a degustar un prato do *chef* natureza, baixo en CO₂ e con proteínas animais incluídas.

Grazas a Anxos e a Manolo por facerme lembrar esta historia tan fermosa.

Ligazóns

Así son as nosas avespas protagonistas:

<http://www.udc.es/euf/neurocom/blastophaga.htm>

A FÁBULA DA CIGARRA MATEMÁTICA

Hai varias especies de cigarras, eses insectos de canto estridente, que só poden ser vistas cada 17 anos, desde mediados do mes de maio até principios de xuño. Aparecen os días sinalados, con exquisita puntualidade e en cantidades abraiantes, irritando a plantas e persoas, mais tamén servindo como manxar inesperado para moitos animais, incluíndo os humanos. Son os insectos máis lonxevos, aínda que pasen a maior parte da súa vida baixo terra. Por que un ciclo de 17 anos? Por que aparecer como unha praga, en cantidades enormes?

As cigarras son uns fermosos insectos que pertencen á familia dos cicádidos, parentes próximos das chinchas das plantas. Hai unhas 4 000 especies destes cantores nocturnos, sendo os machos os representantes máis ruidosos de todos os insectos, grazas a un par de timbais con forma de cuncha que levan na base do abdome e que fan vibrar debido á acción de potentes músculos. Como todos os insectos, teñen unha fase de larva, antes de converterse en adultos mediante ese fenómeno tan espectacular da metamorfose. Unha vez que son adultos viven unhas 3-4 semanas, tempo suficiente para reproducirse e pór os ovos.

O misterio dos números

Hai varias especies de cigarras que están especialmente aferradas á fase larval do seu desenvolvemento xa que chegan a pasar até 17 anos esperando o momento de converterse en adulto, como a *Magicicada septemdecim*. Outras, como a *Magicicada tredecim*, saen ao exterior cada 13 anos; e tamén as hai que emerxen cada 11 ou cada 7 anos. 17, 13, 11, 7; todos son números primos, só divisibles entre si mesmos ou entre 1. Por que? Resulta que os principais inimigos naturais destes insectos son uns fungos que teñen ciclos de vida de 2, 4 ou 6 anos; ás cigarras

convenlles ter un ciclo de vida que non estea sincronizado con estes ciclos tan repetitivos dos fungos, así que optaron por unha opción radical: tratar de non aparecer o mesmo ano, aínda que teñan que esperar baixo terra unha morea deles. Botando man das matemáticas, nada mellor que os números primos para que diminúan as probabilidades de coincidir no mesmo ano cos fungos. Esta é unha estratexia de supervivencia espectacular e que, de seguro, precisou de moitos millóns de anos de evolución.

Insectos informáticos

Mario Markus, un biofísico chileno que traballa no Instituto Max Planck, aproveitou a sabedoría das cigarras e utilizou o seu ciclo de vida para calcular números primos moi altos, algo que non é nada fácil. Descubrir números primos de moitas cifras é unha tarefa que precisa de moita capacidade de computación, polo que non resulta doado nin sequera cos computadores actuais. Mais é posible utilizar as cigarras. Markus creou un programa que, baseándose na bioloxía destes insectos, calcula un número de anos óptimo para un determinado ciclo de vida, o que sempre resulta ser primo. Por tanto, a partir destes mesmos algoritmos, baseados na bioloxía da *Magicicada*, foi posible descubrir novos números primos.

Entre cánticos e tebras

Durante os 17 anos que pasan como larvas, miles de millóns de individuos de *Magicicada* esperan o seu momento baixo terra, alimentándose de zume que chupan das raíces das plantas. Ao chegar o mes de maio do ano estipulado, saen á superficie e trepan ao primeiro que encontran, onde se transforman en insectos adultos. O seu número é tan inmenso que o cobren todo: chan, plantas, árbores e casas. Os machos afinan os timbais e berran para atraer ás femias, coas que copulan. Pouco despois, cada femia deposita entre 400-600 ovos en incisións que fan nas ramas brandas das árbores. Todos os adultos morren ao pouco tempo, mais a vida continúa: ao cabo de 6-10 semanas nacen os novos insectos, caen ao chan e agáchanse dentro, preto dalgunha saborosa raíz. Pasarán así 17 anos.

Unha estratexia moi nutritiva

O feito de eclosionar en masa, constituíndo unha praga, non é unha casualidade nin un capricho, senón outra estratexia de supervivencia: o obxectivo é saciar os predadores, de tal xeito que, aínda que moitos individuos sexan comidos por paxaros, gatos, esquíos, cervos, ratos ou formigas, ao final do festín queden individuos dabondo para reproducirse e perpetuar a especie. Moitos humanos tamén se aproveitan desta estratexia e inclúen na súa dieta, durante estas semanas que dura a romaría, os insectos cantores; teñen un sabor parecido ao do espárrago ou ao de ameixas con patacas... iso din. Xa sabedes: se pasades polo nordeste de EE UU na tempada alta das *Magicada*, tedes comida gratis, baixa en graxas, rica en proteínas.

Mais non están resoltos todos os misterios: aínda non se sabe como fan as larvas das *Magicada* para levar a conta dos anos e saír, todas á vez, ao cabo de tanto tempo. O seu nome encárgase de recordarnos ese lado máxico e marabilloso da natureza.

Ligazóns

http://news.nationalgeographic.com/news/2004/03/0329_040329_cicadas.html

http://news.nationalgeographic.com/news/2004/05/0503_040503_cicadafeast.html

http://www.economist.com/PrinterFriendly.cfm?Story_ID=2647052

ÉTICA E ESTÉTICA DO LUME

Árbores, plantas, insectos, aves, mamíferos e mesmo a calidade do ar e a beleza paisaxística sofren, desaparecen ou morren a causa dos incendios forestais. Loitamos contra o lume para manter toda esa riqueza mais as cousas non son sempre como –nos– parecen. Os ecosistemas son moito máis complexos do que acostumamos pensar e o estudo da evolución dos bosques do planeta Terra está a revelar que, en condicións naturais, o lume pode ser construtivo e até necesario.

Esas “condicións naturais” son cada vez máis difíciles de encontrar e a maioría dos bosques que tapizan Galiza son explotacións controladas polos seres humanos co obxectivo de obter beneficios –económicos, paisaxísticos, etc. – a curto prazo. Moi curto prazo se falamos en termos bioxeolóxicos: nestas condicións o lume é, desde logo, devastador e pouco recomendable. Mais, fagamos o esforzo de observar a natureza desde un punto de vista afastado dos nosos intereses, máis neutral.

Antropocentrismo

O funcionamento dos ecosistemas no planeta non está artellado para que os seres humanos sintamos pracer ou gocemos, simplemente... está. O sentido de beleza e harmonía reside nas conexións neuronais do noso cerebro; os animais depredadores precisan matar a gadoupadas lindas criaturas de postal de pelo algodónoso e os bosques precisan reinventarse continuamente, renovarse e coller forzas, tarefa en que o lume pode tornarse en aliado. O inimigo está nas nosas cabezas. O lume non é necesariamente bo ou malo, simplemente produce un cambio, e o cambio é a materia prima da fascinante diversidade da vida na Terra, necesario para a saúde dos ecosistemas.

Unha receita moi vella

Ao longo dunha vida podemos pasear por moitos bosques sen apreciar cambios importantes, mais nada é estable. Unha existencia humana é tan só un fotograma na vida dun bosque. As explotacións forestais actuais son temporais, adaptadas aos nosos requirimentos; se vivísemos entre 1000 e 10 000 anos non teríamos máis remedio que arrasar de cando en vez os bosques, para revitalizar non só a terra, senón os propios mecanismos biolóxicos de moitos organismos. Os estudos sobre a evolución dos bosques mostran que, en ausencia de incendios –e outras perturbacións importantes como erupcións volcánicas ou conxelacións–, a cantidade de fósforo vai diminuindo continuamente, o que leva a un empobrecemento do chan e á desaparición da riqueza vexetal. Moitos organismos vivos están preparados para esas perturbacións: hai plantas, por exemplo, que teñen adaptacións estruturais, tecidos especializados ou características reprodutivas que se ven favorecidas polo lume. Estes atributos indican que existe unha relación co lume desde hai millóns de anos. As sementes dalgunhas árbores –por exemplo os pinos *Pinus contorta* e *Pinus banksiana*– precisan do lume para liberarse e poder dispersarse, aínda que para iso sexa necesario a morte da árbore que as produce; outras plantas, como a *Gentiana autumnalis*, só proliferan en zonas queimadas ou con algún tipo de perturbación.

Tome unha pílula destas cada 1000 anos

Os científicos están estudando coidadosamente o efecto do lume na estabilidade a longo prazo dos bosques, non só nos ecosistemas salvaxes, senón tamén en explotacións humanas. Nos bosques de moitas rexións do planeta estase a utilizar o lume de maneira controlada; incluso nalgunhas zonas a lei impide apagar un incendio forestal se as causas son naturais. Á utilización do lume para manter a saúde forestal chámasele “lume prescrito”, técnica que se usa desde os anos 70. Estes lumes non se fan de maneira indiscriminada, senón que teñen que ser realizados por expertos, queimando de maneira controlada para permitir, entre outras cousas, que os animais poidan desprazarse a zonas sen queimar. Todos coñecemos os efectos destrutivos do lume; entón, que pode ter de bo un incendio forestal? Ademais de incrementar os niveis de fósforo no chan e de

favorecer a distribución e crecemento dalgunhas sementes, os lumes controlados poden ter moitos efectos beneficiosos. Un deles é, paradoxalmente, evitar grandes incendios forestais, xa que limpan a superficie de restos vexetais mortos –á vez que liberan nutrientes e diminúen a posibilidade de pragas– e eliminan un combustible que, no caso de acumularse excesivamente, si que pode ser totalmente destrutivo. Algúns alerces, abetos e piñeiros teñen unha cortiza grosa e resistente que soporta estes lumes de pouca intensidade.

Renovarse ou morrer

Mais, probablemente o efecto beneficioso máis importante sexa o relacionado coa variabilidade. A mestura de mundos sempre produce riqueza, e a natureza sábeo: os puntos de contacto entre ecosistemas distintos son unha das principais fontes de diversidade, concepto que en ecoloxía se chama efecto de bordo –as rías galegas son un bo exemplo–. Os lumes poden producir este efecto de bordo e favorecer especies animais como cervos, paxaros carpinteiros, paspallás, tartarugas ou serpes. O cambio e a variabilidade son imprescindibles para a estabilidade. Un mundo que se aferra a modelos ríxidos e inflexibles está condenado á extinción. E, como non, unha vez máis o que aprendemos da natureza pódese aplicar a moitos aspectos das sociedades e estruturas humanas.

Non vén mal, de cando en vez, meterlle lume ás nosas ideas –por moi boas que sexan–.

Ligazóns

Os bosques precisan perturbacións:

http://www.scienceagogo.com/news/20040523003143data_trunc_sys.shtml

Lume prescrito:

<http://www.pfmt.org/standman/prescrib.htm>

<http://www2.uhu.es/03037/doctorado/quemas.pdf>

<http://www.uhu.es/03017/Resupacosenra.pdf>

ENIGMAS DO INFINITAMENTE GRANDE E PEQUENO
(FÍSICA, COSMOLOGÍA)

OS SONS IMPOSIBLES DA FÍSICA TEÓRICA

En moitas ocasións a observación dun fenómeno precede á explicación teórica; primeiro vemos caer a mazá e entón razoamos, como? Mais na ciencia ás veces a teoría, grazas á solidez das matemáticas e do método científico, adiántase e é capaz de predicir a existencia de substancias ou comportamentos aínda non observados. Neste segundo caso, a función dos científicos non é explicar un fenómeno, senón enconralo. O efecto Doppler é parte do noso mundo sonoro cotián, mais non así o chamado efecto Doppler inverso, que foi predito en 1943 e acaba de ser observado no laboratorio por primeira vez.

A plasticidade das ondas

Todos temos experimentado o efecto Doppler nas ondas sonoras cada vez que un coche pasa a gran velocidade ao noso lado: fiiiiiiuuuuuuuuuu! Por que ocorre así? No século XIX o matemático e físico austríaco Christian Doppler estudou a relación entre a fonte de son e o observador; deduciu que a frecuencia das ondas –neste exemplo, sonoras– é relativa e depende da velocidade da fonte respecto ao observador. A medida que o coche se achega a nós as ondas sonoras son comprimidas na parte de diante, polo que aumenta a súa frecuencia –hai máis ondas por unidade de tempo– e escoitamos un son máis agudo (fiiiiiii...) que no caso de que o coche estivese parado. Pola contra, no son emitido cara á parte de atrás do coche os intervalos entre as ondas aumentan, diminuíndo a frecuencia e creando un son máis grave (...uuuuuuuuuu).

Máis rápido que o son

Nas condicións en que a maioría de nós experimentamos o efecto Doppler, a velocidade da fonte (coche, moto, tren, etc.) é menor ca a velocidade do son (uns 1200 km/h), polo que as ondas sonoras, aínda que apertadas, van por diante do artefacto que as produce –por iso escoitamos a bucina do coche antes de que chegue á nosa altura–. Mais hai avións e outros enxeños que poden moverse a máis de 1200 km/h; que pasa neses casos? Se a velocidade da fonte é a mesma ca a do son –isto chámase “Mach 1”–, ningunha onda sonora pode ir por diante de, por exemplo, o avión que as produce: estamos a punto de romper “a barreira do son”. As ondas do ruxir dos motores acumúlanse na punta da aeronave, mais non poden expandirse cara a diante e forman as chamadas ondas de choque. Isto ten varias consecuencias moi interesantes: unha delas é que será imposible escoitar o avión até que xa estea enriba das nosas cabezas; e cando isto ocorra, escoitaremos todas esas ondas de súpeto, como se fose unha explosión. Se o piloto pisa un pouco máis o acelerador, o avión comezará a ir máis rápido que o seu propio son, a unha velocidade supersónica. Por exemplo, se a velocidade do avión é o dobre da do son (Mach 2), desde o noso punto de observación na terra veremos o avión achegarse e pasar por diante de nos... en absoluto silencio. Só uns instantes despois escoitaremos a onda de choque.

Luces movedizas

O efecto Doppler ocorre con todas as ondas, non só coas sonoras. As cores que percibimos dependen da frecuencia das ondas de luz: nun dos extremos do espectro visible está a cor azul, que se debe a ondas de frecuencia alta se as comparamos coas ondas de menor frecuencia, que dan lugar ao vermello, no outro extremo. Se unha luz se acerca a toda velocidade cara a nós, a frecuencia das ondas que van por diante aumenta e a luz faise un pouco máis azul –desprazamento cara ao azul–, mentres que se a fonte de luz se afasta a luz farase máis vermella –desprazamento cara ao vermello–. A velocidade da luz é moito maior ca a do son, uns 300 000 km/s, polo que para percibir o efecto Doppler a fonte de luz ten que moverse a velocidades realmente altas. Na vida

diaria, os subsónicos seres humanos non experimentamos esas velocidades, mais en astronomía o efecto Doppler da luz utilízase acotío. De feito, un dos grandes descubrimentos da ciencia do século xx ten que ver con isto. Nos anos vinte, o astrónomo norteamericano Edwin Hubble demostrou que as estrelas e galaxias estanse afastando da Terra cunha velocidade proporcional á súa distancia: o Universo está en expansión. Hubble estudou a luz que recibimos dos astros e puido coñecer a súa velocidade grazas ao efecto Doppler: observou, en todos os casos, un desprazamento cara ao vermello. Este foi o principio da teoría do Big-Bang.

Creando ondas ao revés

Que pensariades se o coche que pasa ao voso lado fai un son do estilo “uuummmmfiiiiii!” en lugar do familiar “fiiiiiiuuummmm!”? O efecto Doppler ao revés, en teoría, é posible, ou iso veñen dicindo os físicos desde o ano 1943. Para que iso ocorra as ondas teñen que viaxar a través dun medio cunha rara propiedade chamada dispersión anómala, que modifica a relación entre as ondas e a súa enerxía. Agora sabemos que é certo porque uns científicos británicos acabano de experimentar no laboratorio: fixeron pasar ondas electromagnéticas a través dun aparato electrónico no que foron capaces de crear un material con dispersión anómala.

No efecto Doppler inverso a relación entre a frecuencia das ondas e o movemento da fonte é xusto á inversa que no efecto Doppler común, algo que precisamente resulta contrario ao sentido común. Cando os científicos pasan tanto tempo buscando algo, debe ser que non se trata dun fenómeno moi habitual na natureza, mais este descubrimento pode resultar moi útil xa que estas recentemente nacidas ondas electromagnéticas pódense utilizar para fabricar novos aparatos de medición –en medicina ou enxeñaría– e de transmisión de datos –moi útil nas tecnoloxías da información–.

Hai moitas máis teorías que agardan polo seu veredicto. O dedo gordo do emperador da ciencia experimental reforzará ou rexeitará a teoría, todo depende de como se porte no mundo físico. Nisto consiste o proceso de creación científica: en xerar unha hipótese e comprobar

experimentalmente a súa validez. Unha boa teoría caracterízase pola súa capacidade de predición.

Ligazóns

PhysicsWeb

<http://physicsweb.org/articles/news/7/11/16>

Experimenta co efecto Doppler

<http://www.phy.ntnu.edu.tw/java/Doppler/Doppler.html>

BREVE POSTA AO DÍA EN COSMOLOXÍA E OUTROS ASUNTOS DO FOGAR

O ano 2003 será recordado con ledicia polos cosmólogos, científicos que teñen a difícil tarefa de entender o Universo. As medicións realizadas polo WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe), un instrumento espacial da NASA, puxeron fin a anos de disputas teóricas e permitiron coñecer con inesperada precisión a idade, composición, velocidade de expansión e densidade do Cosmos. Grazas a este proxecto coñecemos un pouco mellor o gran barco en que vivimos, as súas orixes e o seu futuro.

Un globo que se infla

A comprensión do Universo é un dos grandes enigmas da historia da humanidade. Desde os seus inicios a ciencia busca teorías que expliquen a orixe e evolución de planetas, estrelas, galaxias e resto de fauna cósmica; a orixe, en definitiva, de todos nós. A idea do Big-Bang e de que o Universo está en expansión ten só 75 anos de antigüidade xa que foi en 1929 cando Edwin Hubble deu a coñecer as súas medicións indicando que as galaxias se están afastando de nós e que, ademais, fano cunha velocidade proporcional á súa distancia: ou sexa, as estrelas e galaxias que están máis lonxe afástanse a maior velocidade que as que están máis preto. A esta relación entre distancia e velocidade chamóuselle “constante de Hubble”.

Hai uns 5 anos os astrónomos ficaron sorprendidos ao descubrir que a constante de Hubble era... inconstante. Chegouse á sorprendente conclusión de que o Universo está a expandirse cada vez máis rápido –a constante de Hubble está a aumentar– en lugar de ocorrer xusto o contrario –debido á forza da gravidade e, tamén, ao sentido común–. Para explicar esta observación propúxose a existencia dunha enerxía

nova, descoñecida, capaz de contrarrestar o efecto de atracción da gravidade e facer que as galaxias se afasten unhas doutras a gran velocidade: a enerxía escura. Varios grupos de astrónomos puxéronse mans á obra para tratar de encontrar algunha pista sobre a súa existencia. E tiveron éxito, grazas en gran parte aos resultados do WMAP.

Un termómetro espacial

O WMAP é un instrumento científico que foi lanzado ao espazo no ano 2001 co obxectivo de medir a chamada radiación cósmica de fondo, unha especie de pegada dactilar da estrutura dos comezos do Universo. Non é un satélite que orbite ao redor da Terra, senón que ten unha órbita particular afastada 1,5 millóns de quilómetros do noso planeta. Para que poñelo tan lonxe? Fundamentalmente para evitar interferencias procedentes da Terra –como emisións de microondas ou campos magnéticos–.

Ao comezo do Universo actual unha grande explosión, o Big-Bang, puxo en marcha a maquinaria que logo deu lugar a átomos, estrelas e planetas. A enorme calor que se produciu nese momento foi diminuíndo pouco a pouco, mais incluso hoxe quedan en todo o Universo restos desa calor primixenia, á que se lle chama radiación cósmica de fondo. O WMAP lanzouse ao espazo porque o estudo da distribución desta radiación pode dar pistas moi precisas sobre a estrutura do Cosmos. As conclusións obtidas, publicadas en febreiro de 2003, resolveron moitas dúbidas e proporcionaron respostas a antigas preguntas sobre o Cosmos.

A casa móbil e sorprendente que habitamos

Cal é a idade do Universo? Até hai pouco os astrónomos dicían que entre 12 000 e 15 000 millóns de anos; os novos estudos indican que ten uns 13 700 millóns de anos.

De que está composto o Universo? A conclusión obtida polo WMAP é realmente sorprendente: toda a materia coñecida, os átomos e moléculas que forman estrelas, planetas, cometas, casas, árbores, animais, océanos..., todo o que vemos constitúe tan só o 4%. O resto

está formado por materia e enerxía invisible: un 23% é materia escura, que proporciona a forza gravitacional necesaria para que as galaxias teñan a forma que observamos; e o demais, un 73%, está formado por enerxía escura, o misterioso fenómeno que fai que aumente a velocidade de expansión do Universo. Agora sabemos que está aí, mais non temos nin idea de como é o que forma o 96% do Universo!

Cal é a velocidade actual de expansión do Universo? Aproximadamente 71 km por segundo por megaparsec. Expliquemos isto: un megaparsec é unha distancia de 3,3 millóns de anos luz –a distancia que percorre a luz nese tempo–. Unha galaxia que estea a un megaparsec de distancia da Terra está a afastarse de nós –ou nós dela– a 71 km por segundo. Se a galaxia se encontra o dobre de lonxe, dous megaparsecs, separarase a 142 km por segundo. E así para calquera distancia e calquera corpo do Universo. Todo isto está a moverse a unha velocidade de medo!

“Cres que sabes cal é a túa posición no Universo? Pénsao de novo. Esa posición, agora mesmo, é distinta á que tiñas hai un segundo. A medida que les isto a nosa galaxia, a Vía Láctea, viaxa a través do Universo a unha velocidade de varios centos de quilómetros por segundo. Ao mesmo tempo as galaxias veciñas, diseminadas polo espazo, están a separarse de nós e entre si. O Universo está expandíndose.” Así comeza a “Guía Hubble sobre o Universo en Expansión” que podes encontrar na web da prestixiosa revista *PNAS*. Se buscas navegar pola rede a velocidades impresionantes e a través de materia e enerxía misteriosa, proba a empezar cos enlaces indicados abaixo. Boa viaxe.

Ligazóns

<http://www.pnas.org/misc/classics2.shtml>

<http://www.windows.ucar.edu/spanish.html>

<http://map.gsfc.nasa.gov/index.html>

<http://www.astored.net/nueveplanetas/>

<http://www.nationalgeographic.com/solarsystem/splash.html>

<http://www.esa.int/export/esaCP/index.html>

<http://www.fourmilab.ch/>



O MISTERIO DA MECÁNICA CUÁNTICA E A TELEPORTACIÓN

Desde finais do século pasado sabemos que a teleportación é posible, é dicir, a transmisión instantánea de información entre dous lugares, sen necesidade dun transporte físico. Agora, os experimentos de dous equipos de científicos demostrando a teleportación de átomos traen de novo os misterios da mecánica cuántica ao primeiro plano. De que estamos a falar? É posible a teleportación de, por exemplo, persoas? Están tolos estes físicos?

Falar de teleportación é falar de mecánica cuántica, e falar de mecánica cuántica é falar de teorías e comportamentos dificilmente asimilables polas nosas mentes, acostumadas a vivir nun mundo determinista, onde os sucesos son entes obxectivos que poden ser explicados por unhas causas concretas. A mecánica cuántica, a máis exacta das teorías físicas, é tamén a máis misteriosa: poden existir sucesos sen causa aparente e até a existencia mesmo de realidade obxectiva está en cuestión. Tratar de comprender algo de mecánica cuántica é un exercicio de abstracción moi útil; axuda a ter unha visión humilde do mundo mental e físico que habitamos, a ser conscientes de que gran parte das nosas crenzas, dogmas e intuicións non son máis que construcións útiles para poder entender o mundo de cada día... mais erróneas cando se observan a través do prisma da física máis crúa e próxima á verdadeira realidade –se é que existe algunha–.

O amigo contra-intuitivo

A teoría cuántica é complexa e, sobre todo, extravagante, en conflito constante coa intuición. Murray Gell-Mann, un dos maiores expertos neste difícil campo, ten comentado que “ninguén se sente perfectamente comfortable con ela”; e outro famoso científico, Richard Feynman

–físico, escritor, contacontos e músico–, afirma: “Se alguén di que entende a mecánica cuántica é que non a entende”. Os que non somos expertos o único que podemos facer é captar o sentido e a importancia dalgúns dos seus postulados. Teño un amigo que é dos que está preto de coñecer o mundo cuántico; chámase William (Bill) Bies e hai uns anos, cando compartía piso con el en Cambridge (EE UU), regaloume un libro titulado *The Strange World of Quantum Mechanics*, de Daniel Styer. Bill, que é a viva imaxe do protagonista de “Unha mente marabillosa”, dedica o seu tempo a investigar o “caos cuántico” (*quantum chaos*) nun laboratorio da Universidade de Harvard. Ese libro foi unha estupenda axuda para a navegación polos misterios da física.

Unha teoría necesaria...

A maioría dos conceptos que todos temos sobre as propiedades físicas do mundo pertencen á mecánica clásica, a cal se empezou a desenvolver no século XVII. Esta teoría é unha boa aproximación para explicar a maioría dos fenómenos cotiáns, mais... é errónea. Albert Einstein decatouse de que non funcionaba cando se aplicaba a obxectos que se moven a velocidades moi altas –próximas á velocidade da luz– e, por tanto, desenvolveu, a principios do século XX, unha teoría nova para o mundo físico: a mecánica relativista. Ao mesmo tempo, Einstein e outros físicos (Planck, Bohr, Heisenberg, De Broglie, Schrödinger) decatáronse de que a mecánica clásica tampouco funcionaba ben ao ser aplicada a obxectos moi pequenos, como os átomos. Para solucionar o problema desenvolveron unha teoría alternativa, totalmente nova: a mecánica cuántica.

...mais difícil de trincar

A mecánica clásica é unha teoría determinista: a partir dunha situación coñecida é posible predicir o estado seguinte, non ten lugar o azar. A mecánica relativista tamén é determinista. Pola contra, a mecánica cuántica mostra un Universo totalmente diferente, no cal é imposible facer calquera tipo de predicións xa que o comportamento da materia baséase en probabilidades: segundo isto, é imposible predicir o resultado dun experimento, o único que se pode facer é estudar as probabilidades dos posibles resultados. Isto, levado ao extremo,

obrigaríanos a aceptar que non é posible describir un mundo obxectivo, que os átomos non existen e que simplemente son construcións abstractas útiles para describir o mundo que observamos. Aínda que estas afirmacións poidan producir inquietude, a mecánica cuántica é a teoría de máis éxito de toda a historia da humanidade. O láser, o microscopio electrónico, o transistor, os supercondutores e, proximamente, os computadores cuánticos son algúns dos seus produtos.

Xenios en apuros

Aínda que agora o mundo cuántico está aceptado pola maioría dos físicos, ao principio moitos deles sentíanse realmente incómodos con esa interpretación probabilística das súas vidas, coa inexistencia dun mundo físico obxectivo. Einstein era un deles, e o 4 de decembro de 1926, nunha carta a outro grande físico da época, Max Born, dicía:

“A mecánica cuántica é moi impresionante. Mais unha voz interior dime que non é o camiño correcto. A teoría di moito, mais dificilmente nos achega ao segredo do Vello. En todo caso, estou convencido de que El non xoga aos dados”.

Aínda que esta última frase se fixo moi coñecida, todo apunta a que o xogo dos dados está moi estendido polo Universo. O principal problema é que para nós, organismos que tratan de entender o mundo en que viven, a mecánica cuántica é unha teoría que ten unhas consecuencias que son totalmente contrarias ao sentido común. Non hai nada malo niso, é cuestión de pensar de maneira aberta: o sentido común aplicámolo ás situacións cotiás e que funcionan nunha escala que nos é familiar, mais hai que ter en conta que o mundo cuántico trata de explicar o mundo a nivel atómico, un nivel infinitesimal ao que non temos acceso. A consciencia, o funcionamento do noso cerebro, está adaptado por miles de millóns de anos de evolución a resolver problemas nun mundo macroscópico, por iso é difícil que apreenda facilmente o estraño comportamento do mundo atómico.

Consecuencias misteriosas

Como se comporta a materia a niveles atómicos, cuánticos? Para comprendelo é preciso renunciar a conceptos moi arraigados sobre a natureza da realidade. Hai moitas consecuencias curiosas desta teoría: por exemplo, non é posible observar ou estudar nada sen modificalo; os experimentos modifican a realidade que tratan de estudar. Incluso máis retorcido é o concepto de que hai materia que pode existir en dous estados/sitios ao mesmo tempo e que só se converte en realidade cando é observada (medida/experimentada/cuantificada). Por tanto, o aspecto dun obxecto a nivel cuántico depende da maneira en que se “interroga o sistema”. Outra consecuencia desta teoría é que permite que unha partícula –un fotón, un átomo– se encontre en dous lugares... ao mesmo tempo!; ou, tamén, que a modificación dunha partícula pode afectar de maneira instantánea a outra partícula similar que se encontra noutro lugar, non importa o grande que sexa a distancia.

A teleportación existe

Estas últimas conclusións levaron aos científicos a tomar en serio a teleportación. Se as partículas poden influír unhas sobre outras de maneira instantánea e a calquera distancia, ao mellor isto pode ser usado para transmitir información. No ano 1997 publicouse un artigo na revista *Nature* titulado “Experimental quantum teleportation”, no cal uns científicos demostraron que era posible transmitir información entre dous fotóns (partículas de luz) de maneira instantánea e sen importar a distancia. Agora, outros dous grupos de científicos acaban de conseguir a teleportación de partículas máis complexas: átomos de calcio e de berilio. Parece ser que no Universo as partículas encóntranse relacionadas, “enredadas” entre si, de maneira que a modificación dunha delas afecta de maneira instantánea ao seu “xemelgo” distante. Esta característica ten unhas posibilidades enormes para o mundo da comunicación e para a creación de novos computadores. Xa se está a experimentar na creación de ordenadores cuánticos, nos cales a transmisión de información (de bits cuánticos: qubits) poderá ser instantánea e sen necesidade de contacto físico entre os seus compoñentes.

Límites

Será posible no futuro a teleportación de organismos complexos? Poderemos viaxar ás illas Caimán de forma instantánea? Parece difícil, incluso na teoría. De momento as partículas teleportadas son idénticas ás orixinais nun 75%, o resto de información pérdese no propio proceso. Por outro lado, as distribucións estatísticas de partículas nun organismo biolóxico son extremadamente complexas e non está demostrado que as leis do mundo cuántico (pequeno) se poidan aplicar a sistemas formados por billóns de partículas.

A fin de contas, os seres vivos somos as estruturas máis complexas que coñecemos. Star Trek aínda queda lonxe... bastante máis que as illas Caimán.

Ligazóns

Libro *The Strange World of Quantum Mechanics*:
<http://www.oberlin.edu/physics/dstyer/StrangeQM>

CINCO MILLÓNS DE TERRÍCOLAS Á PROCURA DA MÚSICA CELESTIAL

Do frescor da bodega do coñecemento rescato, para os que aínda non o degustastes, un gran reserva da divulgación científica, un libro que invita a facer moitas reflexións sobre o mundo que habitamos: Cosmos, de Carl Sagan. E co fin desta obra propoño participar nun experimento pouco común: o colosal proxecto de busca de vida extraterrestre “SETI at home” da Universidade de Berkeley.

A rutina, as obrigacións diarias, a TV, as prásas, a competitividade social e moitos factores máis, necesarios ou estériles, deixan pouco tempo libre para detese a pensar nos aspectos realmente esenciais da nosa existencia. Mais nós estamos de noraboa, formamos parte dos habitantes do planeta que temos acceso fácil ao coñecemento e á información atesourados pola especie humana: bibliotecas, librarías e Internet están ao noso alcance. Desgraciadamente, poucas veces lles sacamos proveito. Calquera sabio da antigüidade daría a metade da súa vida por poder gozar do coñecemento actual; nós podemos facelo, sabemos que esta aí, mais poucas veces somos realmente conscientes do que significa, por carecer dunha perspectiva global adecuada.

Un libro

Hai un libro que pode axudar a saír do aletargamento histórico, un libro que é capaz de espertar a capacidade de asombro de calquera: *Cosmos*. Escrito a finais dos anos 70 do século pasado polo astrónomo e divulgador Carl Sagan, segue a ser a mellor obra de divulgación científica de todos os tempos. Carl Sagan naceu en Nova York en 1934, estudou física e doutorouse en astronomía e astrofísica. Foi un dos principais impulsores da exploración espacial, profesor da Universidade

Cornell (Ithaca, Nova York) e colaborador da NASA, onde tivo un papel relevante nas expedicións Mariner, Viking, Voyager e Galileo. Sagan morreu o 20 de decembro de 1996, mais a súa pegada no Universo durará bastante máis: foi o encargado do deseño dos discos con información sobre a Terra que van a bordo das naves Pioneer e Voyager coa esperanza de que algún día unha civilización extraterrestre as encontre. A pesar da erosión producida polo impacto de po e raios cósmicos, esas placas durarán polo menos 1000 millóns de anos!

O profesor Sagan viviu seducido pola capacidade dos seres humanos para estudar e explorar a natureza e o universo, encantamento que soubo transmitir con elegancia e eficacia. A obra *Cosmos* xurdiu como consecuencia da desolación que lle producía o descoñecemento que a maioría da xente tiña –ten– da ciencia e do pensamento humano. *Cosmos* é unha obra poética, que fala de historia, arte e filosofía, que descobre de maneira poderosa e sinxela a evolución do coñecemento, a situación da nosa especie e do planeta Terra dentro do Universo. Toda unha homenaxe á fascinante experiencia de sentirse vivos e parte dunha evolución prodixiosa.

Un experimento serio e popular

Abraiado pola improbabilidade de habitar no único planeta con vida intelixente do Universo, Sagan dedicou gran parte da súa investigación á busca de civilizacións extraterrestres. Os números están da súa parte (ver artigo seguinte) e hoxe en día poucos científicos dúbidan da existencia de vida intelixente noutros planetas. En 1980 fundou, xunto con outros dous científicos da NASA e do Caltech (California Institute of Technology), a Sociedade Planetaria, para impulsar a exploración do sistema solar e a busca de vida fóra do planeta Terra. Como se fai para buscar vida extraterrestre? A estratexia principal consiste en “escoitar” as ondas de radio que chegan á Terra procedentes do espazo, coa esperanza de atrapar información emitida por outras civilizacións. Para realizar esta tarefa utilízanse radiotelescopios, como os que aparecen na película *Contacto* –baseada, por certo, nunha novela do propio Sagan–. O maior radiotelescopio do mundo é o de Arecibo, situado en Porto Rico e administrado pola Universidade Cornell; ten unha antena de 304

metros de diámetro, o que lle permite captar sinais moi débiles que pasan desapercibidas para exploradores do Universo de menor tamaño. Os técnicos do proxecto SETI (“Search for Extraterrestrial Intelligence”, ou sexa, Busca de Intelixencia Extraterrestre) que analizan as sinais captadas polo radiotelescopio de Arecibo teñen un problema: hai demasiados datos. A Terra recibe ondas de radio continuamente e a tarefa dos científicos consiste en analizar coidadosamente esa información para buscar emisións susceptibles de ser producidas por algunha civilización remota. Hai que efectuar millóns de operacións para separar a palla da información con algún valor, e iso require tempo e computadores moi potentes. Para poder analizar en tempo real toda a información que se recibe precisárase dun supercomputador moito máis potente que os que existen actualmente –como o Earth Simulator de NEC ou o BlueGene de IBM–, polo que moitos dos datos simplemente se perden... se perdían.

Todos podemos participar no Contacto

En 1998 dous profesores da Universidade de Berkeley (en California), colaboradores do proxecto SETI, tiveron unha idea estupenda: imos construír o maior supercomputador virtual do mundo utilizando centos de miles de ordenadores persoais conectados entre si a través de Internet. E así foi como naceu o proxecto SETI@home, ou sexa, SETI desde a casa. O proxecto consiste en tomar prestada a capacidade de computación dos ordenadores persoais de todas as persoas que queiran participar, utilizando soamente a máquina cando non está a traballar noutra cousa –o programa funciona como se fose un protector de pantalla, que se activa debido á inactividade–. O proxecto funciona da seguinte maneira: o telescopio de Arecibo recolle información de maneira continua, varrendo todo o ceo cada 9 meses. Os datos de radio son enviados á Universidade de Berkeley, onde se fragmentan en pequenos rexistros de 107 segundos de duración que son distribuídos polos ordenadores dos participantes. O programa que se instala no ordenador persoal está deseñado para buscar sinais sospeitosas de ser artificiais –producidas por algunha intelixencia– e enviar os resultados de volta a Berkeley.

Os impulsores do proxecto estimaron que se unirían a este entre 200 000 e 300 000 persoas. No momento de escribir este artigo (xullo de 2004), hai inscritos 5 071 177 usuarios. Calquera persoa con ordenador e conexión á rede pode participar no maior experimento de computación xamais desenvolvido e implicarse directamente na busca científica de vida extraterrestre; non fai falla ter coñecementos científicos nin informáticos, basta con descargar e instalar o software que se ofrece na páxina web do proxecto. No caso de detectarse un sinal extraterrestre notificarase rapidamente aos gobernos e axencias de prensa, e os computadores implicados serán considerados codescubridores.

O profesor Sagan sería feliz vendo cinco millóns de terrícolas analizando os sons que chegan do espazo, na procura de rachar coa soidade cósmica.

Ligazóns

Cosmos, de Carl Sagan:

<http://www.editorial.planeta.es/07/07.asp?field=Titulo&Text=cosmos&IDLIBRO=12333>

Carl Sagan:

http://www.planetary.org/spanish/eSagan_index.html

http://en.wikipedia.org/wiki/Carl_Sagan

http://www.cosmicvoyage.org/cv_sagan.htm

A Sociedade Planetaria:

<http://www.planetary.org>

SETI@home:

<http://setiathome.ssl.berkeley.edu/>

As placas dos Pioneer e Voyager:

http://en.wikipedia.org/wiki/Pioneer_plaque

http://en.wikipedia.org/wiki/Voyager_Golden_Record

O observatorio de Arecibo:

<http://www.naic.edu/>

Os 500 supercomputadores máis rápidos do planeta:

<http://www.top500.org/>

A ECUACIÓN DRAKE PARA CALCULAR COMPAÑEIROS DE GALAXIA

A busca de vida intelixente fóra do noso planeta xa está en marcha, mais que posibilidades hai de que existan realmente civilizacións extraterrestres cunha tecnoloxía avanzada, con capacidade de comunicación interplanetaria? É posible que moitas.

Lección de humildade

É a nosa especie algo extraordinario e excepcional dentro do Universo coñecido? As grandes relixións consideran que os seres humanos e o planeta Terra ocupan un lugar privilexiado no Cosmos, que o Universo foi creado hai uns 6000 anos para deleite do Homo sapiens. Hai tres mil anos non había maneira de contrastar estas ideas, mais agora, grazas á exploración científica do Cosmos, sabemos moito máis: a Terra non está no centro do Universo, nin sequera o Sol; o Sistema Solar está nunha barriada periférica da galaxia Vía Láctea. Esta galaxia tampouco está no centro do Universo, nin é a única, xa que hai centos de miles de millóns de galaxias distribuídas nun Universo de distancias inmensas. Tampouco somos importantes en tempo: a nosa especie leva existindo un 0,002% do tempo que transcorreu desde o Big-Bang. Vivimos nunha insignificante mouta de po que flota nun vasto Universo.

Emperadores da nada

En verbas de Carl Sagan: “Esa mouta de po é a nosa casa. Nela toda a xente que amas, toda a xente que coñeces, toda a xente da que oíches falar algunha vez, todos os seres humanos que existiron, viviron as súas vidas. O conxunto dos nosos praceres e sufrimentos, miles de confiadas relixións, ideoloxías e doutrinas económicas, cada cazador e recolector, cada heroe e covarde, cada creador e destrutor de civilización, cada rei

e campesiño, cada parella de namorados, cada nai e pai, e neno esperanizado, inventor e explorador, cada mestre de moral, cada político corrupto, cada 'superestrela', cada 'líder supremo', cada santo e pecador na historia da nosa especie viviu aquí, nunha mouta de po. A Terra é un lugar moi pequeno nun vasto escenario cósmico. Pensa nos ríos de sangue derramados por todos eses xenerais e emperadores que, na súa gloria e triunfo, puideron converterse nos donos momentáneos dunha fracción dunha mouta de po. Pensa nas crueldades sen fin feitas polos habitantes dunha esquina deste píxel sobre os dificilmente distinguibles habitantes de calquera outra esquina, que frecuentes os seus malentendidos!, que dispostos están a matarse uns a outros!, que ferventes os seus odios!"

Un intento coa ecuación Drake

Mais volvamos ao principio; cantas posibilidades hai de que existan outras moutas de po similares á nosa? Pode facerse un cálculo aproximado utilizando unha ecuación desenvolvida polo científico Frank Drake en 1961; trátase da simple multiplicación de varios factores: $N = N^* \cdot f_p \cdot n_e \cdot f_l \cdot f_i \cdot f_c \cdot f_L$.

N , o número que andamos a buscar, representa a cantidade de civilizacións na Vía Láctea capaces de comunicarse con outros planetas e depende dos seguintes valores:

- N^* : número de estrelas na Vía Láctea. A estimación actual é duns 400 mil millóns. (Nalgunhas formulacións da ecuación utilízase a variable R en lugar de N^* . R é a taxa de formación de estrelas adecuadas para a aparición de vida).
- f_p : a fracción de estrelas con sistemas planetarios. Os cosmólogos calculan que entre un 20-50% das estrelas poden ter planetas dando voltas arredor delas.
- n_e : o número de planetas, por cada unha desas estrelas, que son ecoloxicamente propicios para a vida –esa “vida”, é claro, non precisa parecerse á que existe na Terra–. Calcúlase que entre 1 e 5.

- f_l : a fracción deses planetas en que, finalmente, se desenvolve a vida. As estimacións van desde o 100% até preto do 0%. Carl Sagan, sendo conservador, calculaba un 30%.

- f_i : a fracción dos planetas con vida nos que xorde vida intelixente. Este volve ser un valor difícil de calcular, polo que as opinións dos científicos volven estar entre o 100% e preto do 0%.

- f_c : a fracción dos planetas con vida intelixente que emiten ao espazo sinais detectables. Entre un 10-20%, para ser conservadores.

- f_L : a fracción do tempo de existencia dun planeta onde existe vida intelixente con capacidade de comunicarse. Este último factor é moi interesante xa que a todos os cálculos anteriores hai que engadirllas o período de tempo en que ocorren; e o tempo, igual que as distancias, é terriblemente inmenso cando falamos en termos cósmicos. Por exemplo, o planeta Terra ten unha esperanza de vida duns 10 mil millóns de anos –dos que xa leva consumidos a metade–, mais durante todo ese tempo tan só existiu vida intelixente que emite sinais ao espazo –ondas de radio– nas últimas décadas; ou sexa, unha fracción de 1/10 000 000 do tempo total.

Cal é o valor de N ? Existe vida intelixente aí fóra? Sendo moi agarrados e conservadores, temos un resultado final de entre 1 e 10. Mais, por exemplo, simplemente incrementando o período de tempo de existencia das civilizacións, supoñendo que non se autodestrúen pouco despois de alcanzar coñecementos tecnolóxicos –o que, por desgraza, pode pasar con nós–, o valor de f_L pode ser tranquilamente de 1/100, o que nos daría un valor de N de 10 000 000. Hai moitas combinacións posibles das variables que acabo de comentar, podes investigar con elas na ligazón indicada abaixo.

Fe cósmica

Agora mesmo poden existir, tan só na galaxia Vía Láctea, entre 1 e 10 000 000 de planetas con vida intelixente. Terá cada un deles, como aquí, centos de relixións proclamando sen rubor que o Universo foi feito para o seu deleite? Existirán en todos eses planetas, en todas esas

outras moutas de po, guerras estúpidas pola supremacía de cada chauvinismo particular?

Ligazóns

Proba diferentes combinacións da ecuación Drake:

<http://www.seti.org/site/pp.asp?c=kJ2J9MMIsE&b=179074>



Este libro é unha fermosa colección de reflexións persoais ofrecidas cun exemplar tratamento divulgativo, no que teremos a ocasión de ver reflectidas moitas cuestións propias da vida común, tratadas dende unha óptica científica; esa óptica que fai máis libre ao seu posuidor, a quen emprega eses criterios para intentar comprender o contorno. Lonxe dos antigos medos que proporcionaba a crenza en meigallos, Xurxo Mariño lévanos ao estado de tranquilidade propio de quen coñece os mecanismos dos procesos que nos rodean, mais sempre cunha teima moi concreta: poñer os coñecementos ao alcance de cadaquén empregando palabras cotiás, exemplos accesibles, nunca baixando no rigor científico nin no nivel do coñecemento.

Salpicada polo humor de Xosé Lois, esta obra é unha viaxe ao mundo físico e biolóxico no que vivimos, un mundo gobernado polo azar dos dados lanzados por un reloxeiro chamado evolución.



CONSELLO
DA CULTURA
GALEGA

SECCIÓN DE CIENCIA, TÉCNICA E SOCIEDADE



XUNTA DE GALICIA

CONSELLERÍA DE INNOVACIÓN
E INDUSTRIA

Dirección Xeral de Investigación,
Desenvolvemento e Innovación



SEMANA DA CIENCIA EN GALICIA
2005