

# SATeLITE

Diciembre  
2009

Publicación  
gratuita de  
divulgación

01



## SUMARIO

## 03 ENTREVISTA

**Manuel Toharia**

Hablamos con este divulgador científico sobre el estado de la ciencia y su desconexión con la sociedad.

## 04 REPORTAJE

**¿Qué es la ciencia?**

Para entender como nacen las ciencias, su clasificación y finalidad. ¡Convencemos a un troglodita para que nos ayude a explicar el método científico!

## 06 ARTÍCULOS

**Año Darwin**

¿Sabías que hace 200 años que nació y 150 años de la publicación de su obra cumbre, "El origen de las especies"? No es de extrañar, parece que nos hemos olvidado de él.

**¿Homo adaptabilis?**

Pinceladas de como la extensión de una innovación tecnológica puede llevar a provocar cambios en la sociedad.

## 07 SUGERENCIAS

Recomendaciones, agenda de eventos y alguna cosilla más...

## CRÉDITOS

"Satélite" es una publicación gratuita creada y editada por la Asociación Cultural "Satélite" - Barcelona - NIF: G65190779  
Diciembre de 2009 - Nº 1 - 5.000 ejemplares.  
Depósito Legal: B-44273-2009  
**Impreso en:** GRATESA- Terrassa - Barcelona

**Equipo "Satélite"** - Antonio Aroca, M<sup>a</sup> Ángeles Cabeza, Roberto Callejón, Àlex Caramé, Juan Miguel de la Torre, Ángel F. Bueno, Daniel Inalámbrico, Raquel Malagón, Maite Mateo.  
**Colaboradores:** Jesús M. Escobedo, Fernando M. Herrera.

**Diseño y maquetación:** Eloi Gimeno - www.eloigimeno.com

**Ilustradores:**

Pistacchio - www.pistacchio.io  
Jesús Guerra - www.jesuguerro.com  
Iván Bravo - www.ivanbravo.com  
**Foto portada:** Raquel Malagón<sup>©</sup>

**Contacto:**

Redacción - redaccion@satelite.es  
Publicidad - publicidad@satelite.es

**Sitio web:** www.satelite.es

**Facebook:** Satélite

**Twitter:** satelite\_

**Delicious:** periodico.satelite



Los contenidos de la publicación "Satélite" se encuentran protegidos bajo licencia Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual (by-nc-sa) de Creative Commons: No se permite un uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, la distribución de las cuales se debe hacer con una licencia igual a la que regula la obra original. Los términos de dicha licencia pueden consultarse vía Internet en: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/es/>

Con las siguientes excepciones:

- La fotografía de la portada está protegida por copyright ©. Todos los derechos reservados.
- Las ilustraciones y dibujos de la agencia Pistacchio están protegidos por copyright ©. Todos los derechos reservados.

La Asociación Cultural "Satélite" únicamente se responsabiliza de los contenidos firmados por el equipo de redacción. Del mismo modo, la opinión de colaboradores, anunciantes o patrocinadores no tiene por qué coincidir con los contenidos de esta publicación."

## EDITORIAL / por equipo satélite



Seguramente, en más de una ocasión habrán tenido la impresión, o la certeza según el caso, de que en el mundo en el que vivimos están pasando muchas cosas, cambiando muchas cosas, muy deprisa, y no siempre de la forma y en la dirección que uno pueda creer más conveniente. Puede que en algún momento, incluso, les haya asaltado la angustiada sensación de sentirse perdidos, descolocados, confusos, de que nada tiene sentido, de que adónde vamos a ir a parar... Y no es para menos, la verdad.

De unos años a esta parte, los ciudadanos de a pie nos hemos encontrado con que en nuestros medios de comunicación favoritos se han instalado una serie de noticias referentes a determinados logros científicos y tecnológicos cuyos nombres nos recuerdan, en muchos casos, a los relatos clásicos del género de la ciencia ficción. Nos hablan de células madre, genes, superordenadores, alimentos transgénicos, nanobots<sup>1</sup>, globalización, inteligencia artificial, estaciones orbitales, cambios climáticos, fabulosos inventos, temibles virus... Para el común de los mortales, que ya tenemos bastantes cosas en las que pensar para salir adelante en el día a día, todo ese lenguaje nos resulta desconocido, nos queda lejos y, confesémoslo, a parte de quedarnos boquiabiertos durante un momento, no solemos prestarle más atención, en el mejor de los casos, que la justa para no pasar por personas desinformadas, lo cual no implica, ni muchos menos, que hayamos entendido una palabra de lo que acabamos de ver o escuchar. Este estado de cosas -muy habitual en otros tantísimos temas, por otra parte-, no tendría más importancia de la que tiene si no fuera porque, en este caso, todos esos avances científicos y tecnológicos, toda esa información, todo ese conocimiento que recorre nuestro planeta a ritmos vertiginosos, están cambiando a toda velocidad multitud de aspectos del mundo en el que vivimos: nuestras costumbres, nuestros modos de trabajar, de vivir... El mundo que aprenden nuestros hijos, cada vez se parece menos al que nosotros aprendimos. El futuro se nos echa encima y no sabemos por donde cogerlo. Las personas necesitamos entender,

de algún modo, en qué mundo vivimos, qué pasa a nuestro alrededor, si no ¿cómo vamos a dirigir nuestros pasos, cómo vamos a saber qué tenemos que hacer, cómo vamos a decidir lo que más nos conviene, tanto a nivel individual como a nivel de toda la especie humana? Es más, ¿cómo vamos a evitar que nos engañen? Definitivamente, necesitamos entender. Y no entendemos. Algo habrá que hacer.

Ciertamente, podemos encontrar en los quioscos, en las librerías, en la televisión, en la radio, en la prensa, el fruto de aquellos -aún pocos- que, siendo conscientes de tal necesidad, ponen su esfuerzo en difundir, en divulgar la información y el conocimiento. Sin embargo, y a pesar de ese esfuerzo, la necesidad persiste. Seguimos sin entender. En una reciente entrevista, Manuel Toharia, aquel "hombre del tiempo de los telediarios", con treinta libros de divulgación a sus espaldas -entre otros muchos trabajos orientados a la divulgación científica- resumía con claridad la cuestión: "Hay dos problemas fundamentales. El primero es la enorme dificultad que plantean el lenguaje y el método científico para la terminología cotidiana que usa la gente, que no es capaz de llegar a entenderlo. El segundo es la tremenda incultura científica de la sociedad; la ciencia ha avanzado tantísimo en los últimos años que las personas no han sido capaces de seguir el ritmo." "La información no es mala, el problema es que no es entendida por la sociedad."

Y aquí es donde entramos nosotros, una modesta asociación cultural nacida de la convicción de que necesitamos entender; convencidos de que, para entender, no basta con divulgar la información: hay que explicarla. Y hay que explicarla, empezando por la A para llegar, algún día, a la Z; con la sencillez y la claridad que sean posibles para que la entienda todo el mundo. Con este empeño en mente, esperamos que académicos y eruditos nos disculpen de antemano, pues prescindiremos a conciencia de tecnicismos, incluso de cierto grado de precisión, si ello fuera necesario, en favor de que lo que aquí se explique resulte claro y comprensible para la gran mayoría.

Aquí va, pues, con toda nuestra ilusión, nuestro granito de arena. El resto depende de cada uno de ustedes.



## 1\_Nanobot

De nano-robot. Dícese del robot de escala nanométrica\*. Teorizados por el físico Richard Feynman y K. Eric Drexler en 1986, los nanobots serían enjambres de minúsculos robots capaces de reparar células dañadas, eliminar tumores, purificar el aire o ensamblar moléculas a partir de simples átomos.

## \*\_Nanómetro

Milmillonésima parte de metro. O sea, como si dividiéramos un milímetro (una cabeza de alfiler) en un millón de partes.

## LOS ULI-6 / por Pistacchio / equipo Satélite



**"El mejor juego del momento"**

2.000.000 de jugadores en todo el mundo lo acreditan.

www.devir.es

DEVIR



Manuel Toharia, Director científico del complejo Ciudad de las Artes y de las Ciencias y del Museo de las Ciencias Príncipe Felipe de Valencia. / JAVIER YAYA TUR (CAC)

## Manuel Toharia divulgador científico

Ferviente defensor de la ciencia y el pensamiento racional, azote de astrólogos, adivinos y futurólogos, Manuel Toharia, licenciado en Ciencias Físicas, enseguida tuvo claro que se le daba bien explicar lo que aprendía. Rostro popular por haber sido el "hombre del tiempo" en TVE y director y presentador de programas de divulgación científica como "Alcores", "Última frontera" y "Viva la Ciencia", fue promotor de la revista "Muy Interesante", director de la revista "Conocer" y ha escrito decenas de libros divulgativos. Su labor se extiende a todos los medios que se le ponen por delante. Y no parece tener intención de parar...

# "El saber científico no es de los científicos, ni de los políticos, ni de las empresas"

Hemos podido leer en una de sus entrevistas que "La información de ciencia no es mala sólo que no es entendida por la sociedad". ¿Podría exponernos los factores o razones que causan este abismo de entendimiento entre el ciudadano y el conocimiento científico?

Hay varias razones, pero sin duda la más importante es el enorme abismo que se ha ido abriendo, sobre todo desde hace más o menos un siglo, entre lo que iban sabiendo las distintas ramas de la ciencia y lo que de todo ello iba aprendiendo el gran público. Ese abismo es hoy gigantesco... Y aunque la información actual sea mucho mejor que hace unos pocos lustros, es difícil colmar esa gran diferencia de saberes.

Nos encontramos ante una curiosa paradoja: el índice de estudios universitarios ha crecido de forma considerable, sin embargo, eso no parece haber aumentado el nivel de comprensión del conocimiento científico, no parece haber reducido la brecha. ¿A qué cree que se debe?

En primer lugar, la enseñanza universitaria sólo representa lo que saben, o aprenden, una minoría de ciudadanos jóvenes. De ningún modo tiene que ver con el nivel de comprensión de la ciencia por parte de la sociedad entera. Dicho lo cual, ni siquiera los universitarios "de ciencias" saben de todas las ciencias, sino sólo de las suyas. Es lo que tiene la especialización; en otras ramas del saber, incluso de otras ciencias que no sean la suya, muchos científicos pueden ser tan incultos como la gente de la calle...

Como usted señala a menudo, el científico no suele contemplar la divulgación, el acercar el conocimiento adquirido al ciudadano de a pie, como parte de sus deberes. ¿Qué le motivó a usted para lanzarse a la divulgación científica?

Por fortuna cada vez hay más científicos que comprenden que su trabajo requiere de la divulgación para que sea comprendido, aceptado y promovido por la sociedad. Que lo hagan ellos directamente, o que faciliten el hecho de que lo hagan

otros que sepan hacerlo es ya indiferente. En mi caso, aunque mi formación básica es científica, me dí cuenta muy pronto de que se me daba bien lo de explicar cosas que yo sabía o iba aprendiendo... Pude haber sido profesor, pero no me interesaba tanto contar siempre lo mismo sino estar más cerca de la actualidad. Seguramente por eso acabé siendo un comunicador científico (periodista, divulgador, da un poco igual la palabra) y no tanto un profesor más clásico; aunque conozco muchos profes que, además, son excelentes divulgadores, que conste.

Si pusieran en sus manos los medios necesarios para reducir o eliminar la brecha entre el ciudadano y la comprensión del conocimiento científico, ¿cómo lo haría?

Es la pregunta del millón... No lo sé muy bien, pero por lo pronto pondría manos a la obra a las radios y televisiones públicas (RTVE y autonómicas) con programas amenos de tipo cultural, y con un horario decente. Y haría más museos interactivos de ciencias, aunque fueran de pequeño tamaño, en ciudades y pueblos grandes. Y fomentaría suplementos especializados pero muy asequibles en los periódicos de mayor tirada. Y subvencionaría a las revistas de divulgación. Y potenciaría con subvenciones las webs racionalistas, divulgadoras, culturizadas... En fin, es como un sueño.

Salvo en muy contadas ocasiones, los programas de divulgación científica en la televisión suelen tener una vida efímera; son pocos los programas de estas características que obtengan la resonancia que obtuvo en su momento, por ejemplo, "Cosmos" de Carl Sagan o "El hombre y la tierra", de Félix Rodríguez de la Fuente. Usted ha navegado por esas aguas en diversas ocasiones, ¿a qué cree que se debe? ¿Acaban estos programas en horarios de madrugada por falta de interés del espectador o, por el contrario, se programan de salida en horarios erróneos que no ayudan a despertar el interés del espectador?

Hay un poco de todo. Los programas han de estar bien hechos -"Cosmos" es un

ejemplo, aunque costosísimo y por tanto prohibitivo si se hiciera en España, deben estar en horario preferente -una vez más, el ejemplo de "Cosmos", que fue un éxito pero tenía horario estelar, no estoy seguro de todos modos de que hoy, con tantos canales, hubiera tenido aquel éxito; otro buen ejemplo fue "Más vale prevenir", con Ramón Sánchez Ocaña- y sobre todo deben ser muy entretenidos sin caer en la chabacanería ni en la pseudociencia. A mí a veces me da rubor ver al Flippy haciendo las bobadas que hace en Cuatro, en el Hormiguero, aunque muchas de las cosas que muestra son ciencia recreativa muy interesante. Y me da verdadera lástima que esa misma cadena, excelente por tantas cosas y sobre todo por Iñaki Gabilondo, programe telebasura del tipo de Cuarto Milenio con Iker Jiménez. Pero, en fin, es una cadena privada y no se le puede exigir lo mismo que a las que son de titularidad pública.

Parece ser que muchos ciudadanos "rechazan", se "desentienden" de la ciencia porque creen que no es cosa suya, que no va con ellos, que no les hace falta. ¿Qué le diría al ciudadano de a pie para convencerle de la necesidad de adquirir y comprender el conocimiento derivado de la ciencia?

Es tan fácil como decirle que la ciencia es suya. O sea del conjunto de los ciudadanos, que la suframos, la utilizamos, incluso la gozamos; aunque, eventualmente, algunos la temen y unos pocos incluso la sufren. El saber científico no es de los científicos, ni de los políticos, ni de las empresas; aunque cada uno de esos sectores sociales siempre hayan intentado apropiársela. Le pertenece al conjunto de la ciudadanía.

¿Qué opina del último recorte presupuestario de I+D propuesto para el 2010?

Se le han dado muchos "palos" al gobierno por eso, seguramente con razón. Pero a veces olvidamos que este mismo gobierno, cuando las cosas iban bien en lo económico, fue el único que se acordó de que había que aumentar mucho la in-

versión en ciencia. Ahora que las cosas van mal y no hay dinero para todo, es fácil criticar cuando recortan; sobre todo porque todos quieren más: la justicia, la educación, la sanidad, la ciencia... Y todos tienen su parte de razón, pero la crisis es enorme.

¿En qué campo cree que se producirá el avance más importante o la próxima "revolución científica"? ¿En cuál está usted más interesado?

Me parece que lo que va a dar más sorpresas es el conocimiento del cerebro y la revolución genómica-proteómica (genes y proteínas). Quizá, si el LHC<sup>1</sup> cumple las esperanzas que se han depositado en él, también en la física de partículas, en el modelo de la estructura fundamental de la materia y la energía.

Ya para terminar, tenemos entendido que está escribiendo una novela de ciencia-ficción. Nosotros somos amantes del género... ¿Nos cuenta de qué trata su novela? (si cree conveniente desvelarlo, claro). En cualquier caso, ¿cree que la ciencia ficción es un buen vehículo de divulgación?

No, la ciencia-ficción no es divulgación, aunque si está hecha con seriedad -es decir, obviando lo puramente fantástico- puede ser motivadora de ganas de saber más. Mi novela trata sobre Titán, donde se descubre vida inteligente... pero inmóvil, cristalizada. No cuento más, pero me va a dar para una trilogía. A ver si encuentro tiempo libre para seguir resolviendo algunos de los dilemas en los que me he enfangado... Me divierte mucho escribir esas cosas. No es trabajo, es ocio.

Es nuestro primer número... ¿Algún consejo? Deséenos suerte... :-)

Opinar poco, informar mucho, divertir siempre. Suena bien, ¿no? Pero es difícil, seguro que ya lo sabéis. Os deseo mucha suerte, porque también el azar tiene que ver con estas aventuras tan apasionantes como arriesgadas.

.....  
1\_LHC (Large Hadron Collider - Gran Colisionador de Hadrones\*)

.....  
Siglas por las que se conoce el popular acelerador de partículas que se encuentra cerca de Ginebra, un túnel de 27 kilómetros de circunferencia en el que se pretende verificar la existencia de determinadas partículas subatómicas\*\* importantes para la Física.

.....  
\* \_Hadrón

.....  
Una de las partículas subatómicas que componen el átomo.



.....  
\*\*\_Partícula subatómica

.....  
Partícula más pequeña que el átomo.

# ¿Qué es la ciencia?

► Entre las múltiples y variadas formas adoptadas por la materia viva, explorar el entorno, el medio ambiente, aunque arriesgado, siempre se ha revelado como una buena estrategia de supervivencia.

► Poder moverse y curiosoear por los alrededores aumenta considerablemente las posibilidades de cubrir dos de las necesidades más importantes: alimento y seguridad frente a posibles amenazas.



► Es por eso por lo que muchas formas de vida se han tomado muchísimas molestias en su proceso evolutivo para desarrollar órganos sensoriales, sentidos, cada vez más complicados y afinados, que les permitan recibir una mayor variedad de mensajes del entorno, al tiempo que un sistema nervioso no menos complicado que les permita interpretar y almacenar toda esa información recogida por sus sentidos.

Desde luego, no todos los seres vivos presentan el mismo interés por la exploración; no hay más que observar a lo que dedica su tiempo libre una ostra, por poner un ejemplo... El impulso por explorar, la curiosidad, es más acentuada cuanto más complejo es el bicho. Cuanto más evolucionado está su sistema nervioso y su cerebro, más intensa es esa curiosidad. Y si hablamos de sistemas nerviosos y cerebros complicados, nosotros nos llevamos la palma.

Precisamente por la complejidad de su cerebro y por lo peculiar de sus capacidades cerebrales, para el ser humano, la curiosidad, el impulso a explorar tiene un importante factor añadido.

Para nosotros, vivir es, forzosamente, tener que pensar; es decir, tener que hacerse preguntas; y por lo tanto, necesitar de respuestas. Vivir es una permanente toma de decisiones. Y para tomar las decisiones necesitamos saber -o creer que sabemos-. Necesitamos explicaciones, respuestas, porque a nosotros, ante el paisaje, no nos queda otro remedio que pensar, que poner en marcha esa

Para nosotros, vivir es, forzosamente, tener que pensar; es decir, tener que hacerse preguntas; y por lo tanto, necesitar de respuestas. Vivir es una permanente toma de decisiones. Y para tomar las decisiones necesitamos saber... o creer que sabemos.

El valor de la ciencia no depende de las creencias ni de las personas que las sustentan, sino de los hechos demostrados y demostrables.

“habilidad conseguida con los años”, el intelecto, y utilizarlo para hacernos una idea del mundo, de la situación en la que nos encontramos. Por si esto no fuera suficiente, en nuestro caso, además de preocuparnos por el entorno, por el paisaje, resulta que somos conscientes, nos damos cuenta, de que nosotros también formamos parte del paisaje; así que, si los fenómenos externos son causa de sorpresa, inquietud y una fuente permanente de enigmas, los relacionados con el propio ser humano, como especie y como individuo, tampoco podemos dejarlos de lado. No sólo necesitamos respuestas para lo que sucede a nuestro alrededor, las necesitamos también para lo que nos sucede a nosotros. Preguntas, preguntas, y más preguntas...

Está claro que, de todo lo que nos preguntamos, no todas las preguntas nos inquietan o perturban del mismo modo, con la misma intensidad; de hecho, parece que algunas de esas preguntas llevan atormentándonos desde que tenemos uso de razón. Algunas de esas cuestiones nos resultan especialmente difíciles, enrevesadas e incómodas, ya se trate de enigmas clásicos, cosas del tipo “¿de dónde venimos?, ¿a dónde vamos?, ¿pero yo qué hago aquí?” -aún sin respuesta definitiva en nuestros días- o de cuestiones puramente fisiológicas: cosas como el dolor, la enfermedad y el horror frente a la muerte, por ejemplo, han sido y son causa de verdaderas conmociones y, por supuesto, motivo de multitud de preguntas.

Sin respuestas válidas a la enorme cantidad de preguntas que eso supone -y para que sean válidas basta con que nos sirvan para una determinada circunstancia- nos sentimos desorientados, confusos, angustiados, inquietos, no sabemos qué hacer. Es tanta nuestra necesidad de respuestas sobre las que apoyarnos que, en caso de no tenerlas, preferimos inventárnoslas, si es necesario; el estudio de las creencias, las mitologías y los ritos de todas las épocas nos ofrece un sobrado muestrario de nuestra capacidad para construir, inventar explicaciones que nos sirvan en un momento determinado para contestar, de un modo u otro, a tanta pregunta.

Sin embargo, y por lo visto hasta nuestros días, las respuestas inventadas no parecen ser suficiente para todos los humanos; suponer, imaginar, inventar respuestas puede valer en una circunstancia concreta, para salir del paso, pero qué duda cabe de que, si es posible, preferimos certezas, preferimos “saber” a qué atenernos.

Y eso es lo que significa, en resumidas cuentas, “ciencia”, palabra que proviene del latín *scientia* -que significa “conocimiento”-, que a su vez deriva del verbo *scire*, que significa “saber”.

Llamamos “ciencia” al intento de descubrir, de obtener respuestas a través de la observación y el razonamiento basado en lo que observamos. Observamos y razonamos, primero, hechos particulares del mundo (lo que nos incluye a nosotros, no lo olviden) y, a partir de

esas observaciones y sus razonamientos, intentamos establecer las leyes que conectan, que relacionan esos hechos entre sí y que, con un poco de suerte, nos permitan predecir (o sea, saber con antelación) lo que va a suceder. Por extensión, también llamamos "ciencia" a todo el conocimiento que obtenemos de este modo, siguiendo ese procedimiento.

Y es que la ciencia es, sobre todo, un procedimiento, una manera de obtener respuestas; una manera que, por resultarnos tan útil, por proporcionarnos tantas respuestas que nos sirven -de momento-, ha llegado a tener la importancia que tiene hoy en día. El ser humano, al aplicar el conocimiento adquirido de esa manera a su habilidad técnica -a esa habilidad que tenemos para modificar lo que nos rodea y a nosotros mismos para nuestro beneficio y bienestar-, no ha dejado de obtener cosas, comodidades, lujos, que antes eran imposibles o mucho más costosos, razón por la cual la ciencia tiene importancia incluso para los que no utilizan este procedimiento. Al mismo tiempo, dicho procedimiento, si se usa con regularidad, le permite a uno contemplar e intentar entender el mundo según el conocimiento obtenido con ese método, en lugar de tener que conformarnos con contemplar e intentar entender sólo con respuestas "inventadas".

Sin embargo, curiosamente, una inmensa mayoría de seres humanos, a pesar de que utilizan la mayor parte de avances, comodidades, lujos y demás productos de la ciencia y la tecnología que de ella se deriva, sigue contemplando e intentando entender el mundo y a sí mismos basándose en respuestas "inventadas", tal vez porque se les antoja que ese procedimiento llamado "ciencia", ese método científico, es demasiado complicado. Y digo que es curioso porque, en realidad, dicho método -aunque a partir de ciertos grados de refinamiento pueda parecer complicado-, en esencia, es bastante sencillo. De hecho, para multitud de cosas, lo utilizamos sin darnos cuenta. Echámosle un vistazo.

El método científico consiste, básicamente, en observar y analizar aquellos hechos que nos permitan descubrir las leyes que los rigen. Valiéndonos de un ejemplo simple utilizado por el ilustre pensador y científico Bertrand Russell, "... en esencia, el primer hombre que dijo: *el fuego quema*, estaba empleando el método científico; sobre todo, si se había decidido a quemarse varias veces". Como el ejemplo, aunque ilustrativo, es extremadamente simple -y para que no lo utilicemos de forma incorrecta en caso de que queramos usar este método- valdrá la pena que enumeremos los pasos a seguir:

#### Observación del fenómeno:

Pues eso, observar el fenómeno. Nuestro sujeto mete la mano en el fuego y algo sucede: se quema.

#### Descripción detallada del fenómeno:

El sujeto apunta escrupulosamente, con la mano que no le escuece, cómo ha sucedido todo.

#### Inducción o extracción de la ley general que se desprende de los resultados de los fenómenos observados:

Nuestro sujeto observa que otros que hacen algo semejante (meter la mano en el fuego) reaccionan de forma semejante, por lo que empieza a barruntar que allí hay algo que se repite, tal vez una ley general.

#### Hipótesis que explique los fenómenos y su relación:

Por fin, acaba formulando su primera hipótesis general: "si metes la mano en el fuego, te quemas".

#### Experimentación controlada para comprobar la hipótesis:

Cuidadosamente, dispone cincuenta clases distintas de fuegos y, tragando saliva, se dispone a meter la mano en cada uno de ellos.

#### Demostración o refutación de la hipótesis:

Con los resultados de los experimentos, nuestro sujeto puede decir si su hipótesis era cierta o estaba equivocada. Como se ha quemado en los cincuenta fuegos, su hipótesis le parece sobradamente demostrada y la da por cierta. Se pone muy contento y no aplaude por razones obvias.

#### Comparación universal:

Esta es tal vez la mejor, porque a pesar de las cicatrices y el trabajo previo realizado, nuestro sujeto, al que ya podemos llamar científico, está dispuesto a admitir que el fuego no quema si, en el futuro, se encuentra con un caso en el que no suceda así, momento en el cual, por ser un fenómeno nuevo, volverá a aplicar el procedimiento desde el principio.

Aunque deliberadamente simplificado, en esto consiste básicamente el método científico; eso es la ciencia: un modo de observar, analizar y razonar el mundo, el universo. Podemos decir que es un forma de pensar que nos proporciona un conocimiento que no depende de que lo diga tal o cuál persona; no es un conocimiento que haya que "creer" porque lo dice un político, una autoridad religiosa, o, simplemente, una autoridad "por la fuerza" -autoridades que, curiosamente, son las que más se resisten a aplicar el método científico a sus áreas-. El conocimiento científico hay que demostrarlo y, lo que es más importante, debe cambiar si aparece algo que demuestre lo contrario. Esa es su única autoridad, que no es poca. Pero no nos confundamos: la ciencia no es algo en lo que creer, no es un sustituto de las religiones, o de lo que hemos llamado "respuestas inventadas". Su valor radica precisamente en que no depende de las creencias ni de las personas que las sustentan, sino de los hechos demostrados y demostrables.

A día de hoy, la ciencia y la tecnología que se desprende de los conocimientos que nos proporciona son parte fundamental de nuestro mundo y herramienta imprescindible para seguir intentando entender. Los beneficios que obtenemos de ella son incuestionables y, ciertamente, los abusos, desmanes y atrocidades cometidos en su nombre y con algunas de sus aplicaciones también lo son. Pero eso no es culpa de la ciencia, ¿no les parece? ■

## Clasificación de las ciencias

### Formales:

Lógica y Matemática.  
No estudian cosas ni procesos, estudian ideas y sus relaciones abstractas.

### Naturales:

son las que, siguiendo el método científico, estudian la naturaleza: Astronomía, Biología, Física, Geología, Química, etc.

### Sociales:

son todas las disciplinas que estudian los aspectos del ser humano (cultura y sociedad). El método científico se adapta en función de las características de cada disciplina: Antropología, Historia, Sociología, Economía, Pedagogía, Derecho, Ciencia política, Psicología, Geografía humana, etc.

## Criterios del método científico

*Cualquiera de las adaptaciones del método científico debe cumplir los siguientes criterios:*

### Reproducibilidad:

la posibilidad de que un experimento pueda ser repetido en cualquier lugar y por cualquier persona, en las mismas condiciones.

### Falsabilidad:

una teoría tiene que poder ser sometida a potenciales pruebas que la contradigan. Si no se puede poner a prueba, ese conocimiento no se considera científico. Cualquier teoría ya "demostrada" debería estar siempre abierta para ser refutada. Una teoría demostrada sirve hasta que se demuestre lo contrario.

## Historia de la ciencia

La historia de la ciencia abarca desde los tiempos modernos hasta los prehistóricos, pues, como ya hemos apuntado, este método de adquirir conocimiento es de lo más humano.

Los orígenes de la ciencia moderna se remontan a las civilizaciones como la babilónica, la china y la egipcia, aunque fueron los griegos quienes dejaron más escritos científicos.

Durante siglos, las ideas científicas convivieron con mitos, leyendas y pseudociencias (disciplinas que no se ajustan al método científico), como la astrología y la alquimia.

Aunque el desarrollo de la ciencia se considera un proceso continuado y gradual, es en el Renacimiento donde se fundan los cimientos de la ciencia moderna. Se considera a Nicolás Copérnico como el iniciador de la revolución científica.

Aunque fueron muchos los pensadores que contribuyeron a dar forma al método científico, cabe destacar las contribuciones de Roger Bacon, René Descartes, Galileo Galilei y Karl Popper.

En el caso de Galileo, fue el primero en explicitar y describir el método empleado en su trabajo, sentando así las bases de lo que hoy entendemos por "método científico", por lo que se le considera el padre de las ciencias modernas.

## ARTÍCULO / por Juan Miguel de la Torre



## 1 Placa de Petri

Recipiente redondo y de fondo bajo, de cristal o plástico, utilizado en los laboratorios para el cultivo de bacterias y otros microorganismos\*, normalmente cubriendo su fondo con distintos medios de cultivo.



## \* Microorganismo

Ser vivo que sólo puede verse con la ayuda de un microscopio. Se conoce también como organismo microscópico o microbio, palabra que deriva del griego y significa "vida diminuta".

► Se acabó el año y usted, como tantas otras personas, probablemente no haya tenido conocimiento de que, durante todo 2009, se conmemoraba el año Darwin, en celebración del bicentenario del nacimiento del padre de la evolución y del sesquicentenario -150 aniversario- de la publicación de *El origen de las especies*. Salvo alguna que otra conferencia académica, el balance de la celebración ha sido más bien triste.

Ni un solo gran acto con invitados de relumbrón; ni especiales en televisión; ni grandes exposiciones abiertas a todos los públicos; ni película financiada por los estamentos públicos... La comparación con fastos como los del Quinto Centenario del Descubrimiento, o el Bicentenario de la Guerra de Independencia es sonrojante. Incluso la celebración anual de la muerte de Cervantes, con lectura pública de *El Quijote* suscita más atención.

Y es que el gran legado de Charles Darwin no son conquistas o batallas que recitar, sino una sola idea. La peligrosa idea de Darwin, tal y como la califica el filósofo Daniel Dennett, pretendía ser ante todo una explicación de la diversidad de la vida sobre la tierra, pero las implicaciones para la ciencia, la filosofía y la religión, de su época y de la nuestra, todavía se dejan sentir.

El principio de que la vida está sometida a permanente cambio, y que la adaptación continua, mediante la selección natural, es el verdadero origen de la diversidad de especies y razas que podemos observar en un zoológico, o en nuestras calles, contradecía toda narra-



## El año Darwin

La 29ª Asamblea General de la Unión Internacional de Ciencias Biológicas declaró 2009 el Año Darwin.

Un aniversario que en nuestro país ha pasado sin más pena ni gloria.

ción sagrada conocida sobre el origen del mundo y, sobre todo, despojaba al hombre del papel protagonista en esa narración para relegarlo al de mero accidente probabilístico.

Pasar de príncipes de la creación a un mero espécimen más en la gigantesca placa de Petri<sup>1</sup> que es la Tierra no sentó nada bien a quienes hasta entonces habían sostenido toda una cosmovisión del mundo basada en un propósito divino y

de la que se desprendían consecuencias en todos los ámbitos, desde la ciencia a la economía o al derecho.

A partir de aquel entonces, y a pesar de las resistencias, se obró lo que Thomas Kuhn definiría como un cambio de paradigma. La exitosa idea de la evolución, nacida en el seno de la biología, contagia otras áreas de pensamiento, a menudo en base a malentendidos, como la confusión entre el concepto de "supervivencia del

más apto", simplificación del principio de selección natural, y los programas eugenésicos de "eliminación del débil", que se remontan al Taigeto espartano y que culminan con la locura nazi. Nacen así el darwinismo social, mero discurso autojustificativo del propio éxito o el derecho

Darwin inaugura un nuevo paradigma que se extiende por todas las áreas de pensamiento hasta nuestros días

a pisotear al prójimo, o la evolución teológica de Teilhard de Chardin, último intento de conciliar la realidad ya irrefutable de la evolución, encauzándola en el misticismo cristiano y convirtiéndola en un camino iniciático a la divinidad.

En un nivel menos evidente, la ausencia de propósito o fin en la evolución, la prescindibilidad de Dios como creador o planificador, se deja sentir en el célebre enunciado de Nietzsche "Dios ha muerto", o en la angustia vital de los existencialistas. El relativismo moral de los postmodernos o la celebración de la complejidad de la teoría del caos beben ambos de la misma radical liberación de todo propósito o plan para la vida que empezó, hace ciento cincuenta años, con la publicación de la obra de un humilde naturalista. ■

## ARTÍCULO / por Àlex Caramé



## 1 Ábaco

Objeto que sirve para facilitar cálculos sencillos (sumas, restas y multiplicaciones) y operaciones aritméticas. Suele consistir en cierto número de cuentas encajadas en varillas; cada cuenta indica una cifra del número que se representa.

► Observando la historia de la humanidad sorprende encontrarse con épocas y civilizaciones en las que los avances tecnológicos cobran una gran velocidad para luego quedarse anclados durante un gran período de tiempo. No se da una evolución lineal y continuada de la innovación e investigación científica y técnica. El motivo principal de este hecho es la necesidad de un cambio social que impulse esta investigación, es decir, dentro de una sociedad se tiene que producir una demanda o necesidad que sirva de motor a la creatividad y la imaginación. En otras palabras, se necesitan problemas para pensar en soluciones.

Soluciones como la rueda, la máquina de vapor, la electricidad, los ordenadores, Internet, la telefonía móvil... Innovaciones creadas para facilitar o resolver determinadas tareas diarias, pero que, con el tiempo, llegan a aplicarse a otros usos. La rueda, por ejemplo, fue pensada inicialmente para facilitar el trabajo de alfarería, suponiendo después una revolución para el transporte. O la máquina de vapor, cuyo origen se remonta al s. I d.C. en Alejandría pero no obtiene una aplicación generalizada hasta que no se utiliza en los medios de transporte y la industria. Otra fuente de energía revolucionaria, la electricidad, tendría que esperar muchos años para que su aplicación práctica se generalizara con la llegada del telégrafo; ni que decir tiene la revolución que supuso posteriormente con la generalización como alumbrado y fuente de energía, que modificó, entre otras cosas, la duración y distribución horaria de las actividades. Nuestros ordenadores y computadoras no tienen otro origen que el ábaco<sup>1</sup>, sencillo artilugio que se utilizaba para realizar operaciones matemáticas; la necesidad de realizar cada vez cálculos mayores, más complejos y a mayor ve-



## ¿Homo adaptabilis?

La especie humana se caracteriza por su capacidad de adaptación al entorno. La constante búsqueda y desarrollo de herramientas para facilitar su relación con el medio le ha llevado a una investigación e innovación continuadas, pero ¿cómo se produce ese cambio, esa innovación?

locidad acabó dando lugar a tecnología mejor capacitada para ello hasta llegar a los superordenadores. Un programa de investigación militar necesitado de no depender de un único centro de almacenamiento de información acabaría derivando en lo que hoy todos conocemos como Internet; o la telefonía móvil, que también debe su origen a necesidades en el ámbito militar (radios y handie talkie) y ha terminado en manos de todos nosotros.

Todos estos ejemplos responden a ciertas necesidades previas detectadas en ámbitos específicos de la sociedad, pero es la generalización y extensión de estas tecnologías lo que acaba provocando cambios de mayor tamaño, cambios sociales. Así pues, el inventor de la rueda, seguramente, nunca llegó a imaginar sus aplicaciones a los medios de transporte e industrias, de la misma manera que la máquina de vapor trans-

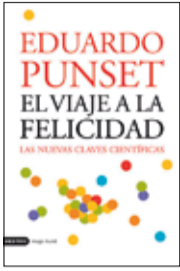
formaría por completo los sistemas de producción e impulsaría la mejora de los medios de transporte que acabarían, al acortar las distancias, modificando incluso nuestra visión del mundo, convirtiéndolo en un globo en el que resulta relativamente fácil desplazarse a cualquiera de sus puntos. O que la llegada de la electricidad a las calles, las fábricas y los hogares pudiera modificar nuestras costumbres más cotidianas, como la hora de acostarse o la de levantarse. Los ordenadores han vuelto a cambiar por completo los sistemas de producción, incluso la propia idea del trabajo; donde antes actuaba una mano humana, puede actuar ahora un robot. La conexión a Internet ha disipado muchas de las fronteras que separaban a los individuos; ha cambiado nuestras formas de relacionarnos; ha cambiado el modo de generar, acceder e interactuar con la información. ¿Y los móviles? Esta tecnología -cotidiana ya para el conjunto de la población- ha modificado completamente nuestro comportamiento social; en conjunto con Internet, se ha pasado de una búsqueda de la intimidad a la exhibición pública por medio de estas nuevas tecnologías de la comunicación.

Ciertamente, como decíamos al principio, los seres humanos se caracterizan por su capacidad de adaptación, tanto al medio como a los cambios que él mismo produce. Hasta los años cincuenta del siglo pasado, estos cambios se producían a un ritmo que permitía su interiorización, su aceptación y asimilación; pero en los últimos cuarenta años, sobre todo, la velocidad de las innovaciones es tal que desafía nuestra capacidad de adaptación.

¿Estamos preparados para el cambio que nos viene? ■

## RECOMENDACIONES

## El viaje a la felicidad. Las nuevas claves científicas / Eduard Punset



Con el espectacular incremento en la esperanza de vida proporcionado por la revolución científica, el ser humano puede plantearse iniciar la caza y captura de algo tan aparentemente esquivo como la felicidad. ¿Por qué esperar encontrar la felicidad en un incierto "más allá" si, por fin, tengo tiempo para buscarla "más acá"? Pero al iniciar tal búsqueda con la linterna de la ciencia por delante, resulta que la felicidad no se esconden en las cimas que nosotros imaginábamos:

"Si la felicidad es una tormenta de genes, cerebro y corazón, ¿por qué los buscadores de la felicidad se lanzan a esta carrera incesante tras señuelos externos como el dinero, el trabajo, la salud o la educación?"

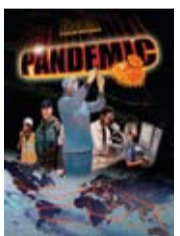
## Fahrenheit 451 / Ray Bradbury



El gobierno siempre tiene razón. El gobierno sólo quiere lo mejor para usted. La literatura le perjudica, le genera angustia, perturbación e infelicidad. Por ese motivo, y sólo ése, leer está prohibido por la ley. Si se aburre en casa, instale otra pared con televisor; en ningún caso sucumba a la tentación de iniciar una charla con su pareja. Fúmese un cigarrillo. Recorte el césped del jardín. Denuncie a algún vecino por tenencia ilícita de libros. Si siente apatía, no olvide tomarse las pastillas.

La curiosidad es una mala compañía. En la televisión la gente es feliz. En la televisión la gente no se hace preguntas y las historias siempre acaban bien. Usted está siendo feliz en este momento. Si por casualidad siente nostalgia y pasa horas pensando y dándole vueltas a las cosas, debe acudir urgentemente a un psiquiatra, porque pensar durante mucho rato es perjudicial para la salud. No haga preguntas. No busque respuestas. Si las busca puede llevarse sorpresas desagradables. Ahórrese este disgusto. Conocer la verdad no le hará más feliz. Tampoco hable con extraños. No compare puntos de vista. No pretenda entenderlo todo. No cuestione la autoridad. No se amargue la existencia con temas que se convierten en problemas en cuanto se los plantea. Y sobre todo, sobre todo, no lea "Fahrenheit 451".

## Pandemic / Matt Leacoc



Sencillo y trepidante juego de tablero que nos pone en la piel de un grupo de investigadores dedicados a combatir pandemias que amenazan a la humanidad. Pueden jugar de dos a cuatro personas; cada jugador representará a uno de los cinco tipos diferentes de investigador disponibles, cada uno con sus habilidades específicas.

A diferencia de otros juegos, en Pandemic los jugadores no compiten entre sí; la victoria o la derrota alcanza a todos por igual: deben cooperar y articular las aptitudes disponibles para neutralizar las epidemias que se extienden rápidamente por todo el planeta. Cualquier error en la estrategia adoptada puede conducir a la catástrofe.

## AGENDA

## Exposiciones, talleres y espectáculos

Hasta el 29 de diciembre. 17h.

**Centro Cultural Can Fabra (Sant Andreu)**

Espectáculo Galaxi en celebración del Año Internacional de la Astronomía. Mezcla de títeres, actores y magia. Inspirado en cuentos de Gianni Rodari, Umberto Eco, Isaac Asimov y Claude Clément. Actividad gratuita para niños y adultos.

Hasta el 31 de diciembre,

**Museu de Ciències Naturals de Barcelona**

Muestra temática Darwin. Breve recorrido por su biografía y su viaje a bordo del Beagle recogiendo especímenes, lo que le permitió sentar las bases de la teoría sobre el origen y evolución de las especies.

Del 23 de diciembre al 05 de enero, 17h.

**CosmoCaixa**

Visita comentada Abracadabra. Ilusionismo y ciencia.

¿Sabías que detrás de los trucos de ilusionismo se esconden grandes dosis de ciencia? Desde la física a la percepción, pasando por las matemáticas, esta exposición muestra las bases sobre las que los magos montan su mundo, fantástico y cautivador. Visita gratuita con la entrada al museo. Otras actividades: Juegos de ciencia, espectáculos "Sonrisas y Magia" e "Instants" y el laboratorio "¿Magia o Ciencia?".

Hasta el 21 de enero,

**Museo Marítimo de Barcelona**

Exposición L'Eixample Cerdà. 150 años de modernidad. En celebración del 150 aniversario del Pla Cerdà, esta exposición ofrece una mirada histórica de la ciudad a partir de su urbanismo y arquitectura. Entrada gratuita.

## Conferencias y debates

21 de enero, 19h.

**Museu de Ciències Naturals de Barcelona**

Formigues i xips, els nous reptes de la intel·ligència artificial. A cargo de Ramon Sangüesa, professor d'informàtica de la UPC. Actividad gratuita.

## Recorridos urbanos

12 de diciembre / 9 de enero, 11h

La construcció d'una visió romàntica de la ciutat.

16 de enero, 10h

L'obertura de la Via Laietana i la creació del Barri Gòtic

\*Itinerarios a pie en celebración del Any Cerdà. 6€. Consultar más recorridos y fechas en el Museu d'Història de Barcelona o en [www.anycerda.org](http://www.anycerda.org)

## Programas de televisión

Viernes, 21.30h. Canal 33

Quèquicom. Programa que pretende aproximar al telespectador a los progresos científicos y técnicos de nuestra sociedad, consiguiendo despertar el interés hacia la ciencia a través de demostraciones y experimentos.

También emitido en Internet:

[www.tv3.cat/quequicom/el\\_programa.html](http://www.tv3.cat/quequicom/el_programa.html)

## ¿PARA QUÉ SIRVE?

La física es una ciencia que estudia las propiedades de la materia, la energía, el espacio y el tiempo, y sus interacciones. Genera teorías para explicar nuestro entorno y a nosotros mismos, y permite predecir acontecimientos.

Accionar un interruptor para encender una luz, ponernos las gafas para leer un libro, abrir un grifo, conducir un automóvil... son cosas que hacemos a diario, sin reparar en las leyes físicas que rigen tales actos cotidianos y sus consecuencias.

La Física es la disciplina científica dedicada a descifrar el "manual de instrucciones" del Universo, a descubrir "cómo funciona" lo que nos rodea, ya sean fenómenos minúsculos o a gran escala, muy próximos o a años luz<sup>1</sup> de distancia. De su estudio, y en combinación con otras disciplinas científicas y tecnológicas, obtenemos conocimientos que se materializan y se aplican en prácticamente cualquier ámbito de nuestras vidas.

## Impresiones

Veo una nube de electrones furiosos alrededor del núcleo.

Veo un átomo. Veo moléculas

formadas por átomos que tra-

bajan en equipo. Veo materia.

Me veo a mí y te veo a ti, ambos

prisioneros de la fuerza

gravitatoria que gobierna el

planeta. Veo nuestra ciudad.

Veo un nudo de autopistas y

veo coches desplazando el

tiempo por el espacio a gran

velocidad. Veo segundos atra-

pando minutos, y veo horas que

empujan la Tierra a despedir

el Sol y saludar de nuevo la

Luna. Veo otros planetas:

Mercurio, Venus, Marte, Júpiter,

Saturno, Urano y Neptuno

bailando alrededor de la gran

estrella. Veo un camino blan-

co en forma de espiral y la

galaxia de Andrómeda aproxi-

mándose de forma peligrosa.

Veo el cosmos... y el infinito

demasiado cercano. ¡Quiero

ver más allá! Universos para-

lelos determinados por multi-

plicidad de factores, tantos

como respuestas a las pregun-

tas. Veo otros yos, otros tus

y muchos mundos al otro lado

del espejo.

1 Año luz

Distancia recorrida por la luz en el periodo de un año. La velocidad de la luz es aproximadamente de 300.000 kilómetros por segundo (299.792.458 m/s, para ser más precisos), por lo que la distancia recorrida por la luz en un año sería de unos nueve mil cuatrocientos sesenta BILLONES de kilómetros.

 **guiadebarcelona.cat**  
La guía de Barcelona 2.0 per empreses i entitats

Xarxes Socials Productes Online

La seva empresa necessita GBCat

Nous clients Fotos i vídeos Web

contacte@guiadebarcelona.cat 902 945 323

*Pistacchio*

Ilustración-Animación-Diseño

[www.pistacchio.io](http://www.pistacchio.io)  
[info@pistacchio.io](mailto:info@pistacchio.io)

El saber no ocupa lugar.  
La publicidad sí.

.....

Reserve su espacio:  
[publicidad@satelite.es](mailto:publicidad@satelite.es)