

pre-textos  infonomia

Qubit

José Ignacio Latorre



Índice

1. Criptografía cuántica	3
2. Data Mining para la pequeña empresa	4
3. Láseres atómicos	5
4. Bits en la biblioteca de Babel	6
5. Liberalización de mercados y análisis de datos	8
6. Linux vs Windows	9
7. La expansión del universo	11
8. Un mini predictor de ventas	13
9. La difusión de un artículo científico	14
10. ¿Me será fiel?	15
11. Fallos de energía	16
12. El linux de Suse, Novell e IBM	18
13. Ordenadores cuánticos	20
14. Percepción social de la ciencia	21

1. Criptografía cuántica

La comunicación segura es esencial para el desarrollo de aplicaciones que involucren transacciones económicas. La Mecánica Cuántica pone en peligro la criptografía empleada hoy en día pero proporciona una solución que creemos final.

Una buena parte del negocio de internet depende crucialmente de la confidencialidad de las transacciones que canalice. Los mensajes deben ser secretos y el remitente debe ser autenticado, de lo contrario el usuario medio limitará el uso de su futura pero ubicua banda ancha en búsqueda de información, comunicación o juegos.

La solución adoptada hoy en día, para garantizar la confidencialidad en internet, se basa en la criptografía RSA. Se trata de un buen ejemplo de la utilidad a largo plazo de investigación en matemática pura. La idea se basa en emplear un número de muchas cifras como clave pública que permite fácilmente encriptar cualquier información, pero cuya desencriptación es muy difícil a no ser que dispongamos de los factores de ese gran número. El corazón de la idea es, pues, que es sencillo multiplicar dos números primos pero es muy difícil proceder al revés y hallar los factores originales que han dado lugar a un número compuesto. Las mejores mentes de varios siglos no han logrado diseñar un algoritmo eficiente de factorización. Dado que el tema de confidencialidad es esencial para el futuro del comercio electrónico, vale la pena detenerse y entender con más precisión el sentido exacto de los teoremas matemáticos que sustentan la encriptación RSA.

La palabra clave es "eficiencia". Sabemos descomponer un número en sus factores de una forma muy sencilla. Basta tomar el número que deseamos descomponer e intentar dividir por 2, 3, 5, 7, 11, etc. Sabemos que en algún instante daremos con el resultado buscado. El problema es que el tiempo que necesitamos para hallar la solución crece con el tamaño del número que deseamos descomponer. No conocemos una forma "eficiente" de factorizar números. Si escribimos el número original empleando n -bits, el algoritmo de "ir probando" necesita un tiempo que crece exponencialmente con n . Para descomponer números de cientos de cifras precisamos tiempos de ordenador superiores a la edad del universo. La criptografía RSA es muy segura y de ahí su empleo universal.

Existen dos problemas serios que deben ser considerados a la hora de establecer un estandar de comunicación segura: uno actual y otro más profundo a largo plazo. El primer problema se centra en que el punto débil del protocolo secreto es garantizar que las dos partes que se comunican, un cliente de un banco y el propio banco, sean exactamente quienes son. Si alguien me suplanta y el banco no lo detecta, todo mi dinero puede desaparecer. Debemos autenticarnos. Existen ideas muy interesantes para solucionar este problema que están siendo implementadas o propuestas y que merecen reflexiones más extensas. El segundo problema para la encriptación RSA viene de la investigación en información cuántica. Esta línea emergente de investigación en física básica analiza la codificación, manejo y transmisión de información empleando las leyes de la Mecánica Cuántica. El mundo de verdad no es clásico, es cuántico. Las leyes de la física son las de la Mecánica Cuántica. Es, en principio, posible construir un ordenador cuántico que pueda realizar tareas en forma más eficiente que un ordenador clásico.

El matemático Shor creó hace pocos años un algoritmo cuántico que factoriza números compuestos en forma eficiente. Si alguien, universidad o empresa privada, lograra construir un ordenador cuántico, toda la encriptación RSA quedaría al descubierto. Mensajes secretos políticos, back-ups de empresas, y transacciones bancarias quedarían desprotegidas. Paradójicamente, la misma Mecánica Cuántica que pone en peligro toda comunicación segura ofrece elementos para lograr una criptografía "perfecta". Grupos en IBM y Oxford lograron construir protocolos de encriptación cuánticos inviolables. Estos protocolos se han llevado a la práctica en USA, Austria y Suiza. Es en particular impresionante la construcción de prototipos semi-comerciales por parte de la Universidad de Ginebra que en el invierno del 2002 han llevado a cabo criptografía cuántica entre Ginebra y Lausanne (67 km).

La criptografía cuántica es el futuro a largo plazo de la comunicación secreta. Hoy es I con primeros asomos de D, mañana sumará la última I. Planck, Einstein, Schrödinger o Heisenberg nunca sospecharon que su Mecánica Cuántica permitiría construir láseres que obran milagros en un ojo miope, pero menos que serviría para encriptar mensajes secretos.

2. Data Mining para la pequeña empresa

Las técnicas estadísticas de análisis de datos tienen numerosas y lucrativas aplicaciones para grandes, medianas y pequeñas empresas. La barrera a su implantación es el desconocimiento de su sencillez y utilidad.

(Tiempo estimado de lectura: 2 minutos)

Data Mining: Conjunto de técnicas estadísticas avanzadas que permiten extraer información útil, no obvia, de grandes bases de datos.

Cada término en la definición de Data Mining parece haber sido cuidadosamente escogido para amedrentar al profano. De hecho, la propia palabra inglesa Data Mining impresiona más que Minería de Datos y es infinitamente más impactante que Análisis Estadístico de Datos. Creo sinceramente que tal despropósito se debe a la acción combinada de consultorías especializadas, interesadas en vender algo diferente e importante, y del mundo académico empeñado en dar nuevos nombres a viejas técnicas.

La información de extracción útil de los ordenadores de una empresa mediana o pequeña es, en general, una tarea sencilla y útil. Desearía ilustrar esta afirmación con el ejemplo sencillo de predicción de ventas. Tomemos una pequeña empresa que dispone de datos de las ventas de un producto en los últimos tres años. Estas ventas seguramente seguirán una estacionalidad (agosto se comportará en forma muy diferente de diciembre o febrero). Los datos también reflejarán una cierta tendencia de crecimiento, decrecimiento o estabilidad. Existirán efectos compensatorios de meses buenos seguidos de malos y se detectarán ciertos efectos imprevisibles como campañas agresivas de la competencia. Con toda esta información es sencillo extrapolar la tendencia, incorporar la estacionalidad y detectar descompensaciones. Todo ello se puede implementar en un pequeño programa que además intentará extraer algún comportamiento subyacente que se nos ha pasado por alto y, finalmente, producirá una predicción. El valor de esta predicción reside en su objetividad. Quien asuma la responsabilidad de tomar decisiones dispondrá de un instrumento barato, imparcial y astuto que le aporta una información no trivial, oculta en la base de datos de su empresa.

Es difícil entender por qué la cultura empresarial hace uso tan desigual de las técnicas de Data Mining. Bancos, grandes empresas del sector energético o cadenas de tiendas comerciales utilizan eficientemente la estadística de sus bases de datos a través de sus departamentos creados a tal efecto. En cambio, las empresas pequeñas parten de la idea errónea de que el análisis de sus datos es caro y no útil.

Señor empresario, ponga una red neuronal en su empresa, utilice lógica difusa, algoritmos genéticos o cualquier técnica no por su nombre, si no por su utilidad. Usted ya dispone de datos y de ordenadores, sólo falta destacar y aprovechar la información oculta.

3. Láseres atómicos

Einstein y Bose predijeron en 1924 la existencia de un estado de la materia muy especial en el que todas las partículas de un gas podrían ocupar el mismo estado cuántico. Esta idea se materializó por primera vez en 1995 en una serie de experimentos excepcionalmente astutos. Existen hoy en día más de 150 centros de investigación capaces de generar el gas de Bose-Einstein que luchan frenéticamente por idear las aplicaciones que cambiarán nuestro mundo.

(Tiempo estimado de lectura: 3 minutos)

A muy bajas temperaturas las partículas que componen un gas reducen su movimiento permitiendo a todo un conjunto de sutiles efectos cuánticos emerger. Desde 1924 esperábamos observar un fenómeno cuántico impresionante: todas las moléculas del gas pasarían a ocupar un único estado cuántico. En cierto sentido, todo el gas se comportaría como una única partícula. Ese nuevo estado de la materia fue bautizado como el Condensado de Bose-Einstein.

Pasados 71 años desde esta famosa predicción, las técnicas de control de átomos permitieron crear en 1995 el condensado de Bose-Einstein en los laboratorios de JILA en Colorado y en el MIT de Massachusetts. La hazaña ha sido premiada con el premio Nobel a E. Cornell, W. Ketterle y C. Wieman en 2001.

No es mi intención entrar en el detalle del logro científico de la consecución del condensado de Bose-Einstein, pero sí al menos dejar claro que la tecnología necesaria sólo podía encontrarse en países de tradición científica consolidada. Un gas de átomos alcalinos fue enfriado a temperaturas de 150 nanoKelvin mediante el uso de dos técnicas muy imaginativas. Por una parte se empleó la evaporación magnética, dejando escapar de la trampa a átomos rápidos y por otra se realizó un enfriamiento por efecto Doppler. A día de hoy, ningún grupo español ha logrado crear un condensado de Bose-Einstein. Otros 150 grupos americanos, europeos y australianos sí lo han logrado.

Pero la pregunta de muchos lectores será qué utilidad puede tener un gas tan frío y tan lejano a nuestra vida diaria. Para contestar a esta pregunta me gustaría establecer la analogía con el láser. Fruto de la segunda mitad del siglo XX, la luz monocromática coherente --que es el láser-- se halla en todas nuestras casas. Sólo en lectores de CD y DVD el número de láseres presente en el mundo ronda los mil millones. Pero el empleo del láser se expande sin cesar siendo tal vez la cirugía de corrección de miopía la aplicación de fuerte impacto social. Es divertido imaginar la cara que pondrían Bohr, Einstein, Heisenberg o Schrodinger si vieran como la Mecánica Cuántica, en la que tanto trabajaron como cambio de paradigma científico básico, ha dado lugar a lectores de música.

Si el lector acepta la ubicuidad creciente del láser (tal vez tenga un bolígrafo-puntero láser para dar charlas), no le será difícil entender la vorágine investigadora que ha propiciado la creación del condensado de Bose-Einstein. Este condensado no es más que un láser atómico. En lugar de tener fotones en un único estado cuántico, disponemos ya de átomos en un mismo estado cuántico.

Un buen control de un láser atómico aportará entre otras aplicaciones un instrumento para medir tiempos en forma extremadamente precisa. Tanto es así que es viable pensar en un futuro sistema del tipo GPS con relojes atómicos 1000 veces más precisos que los actuales. Sería entonces posible determinar la posición de un objeto en la Tierra con precisión de un milímetro, suficiente para producir coches que circularían sin conductor.

4. Bits en la biblioteca de Babel

La biblioteca ideada por J. L. Borges es ingente pero finita. Contiene un número de libros superior al de partículas elementales de nuestro universo. Paradójicamente, no puede recoger toda la información que hoy en día manipulamos.

(Tiempo estimado de lectura: 3 minutos)

Dice Borges que "El universo (que otros llaman la Biblioteca) se compone de un número indefinido, y tal vez infinito, de galerías hexagonales..." Sin embargo, los libros posibles son finitos debido a dos observaciones:

1) "A cada uno de los muros de cada hexágono corresponden cinco anaqueles; cada anaquel encierra treinta y dos libros de formato uniforme; cada libro es de cuatrocientas diez páginas; cada página, de cuatro renglones, cada renglón, de unas ochentas letras de color negro."

2) "El número de símbolos ortográficos es veinticinco."

Un pequeño cálculo que incluye la existencia de espacios entre letras nos dice que cada libro es un modesto ejemplar de unos 150000 caracteres. Pero cada libro es genuinamente informe y caótico dado que sus caracteres son aleatorios. Existen, pues, un total de 25 elevado a 150000 posibles libros, es decir 10^{210000} , un uno seguido de 210000 ceros. Una gran biblioteca en verdad.

La primera observación anecdótica es que ningún libro puede tan siquiera abarcar el propio guarismo que representa al número total de libros de la biblioteca: ¡necesitamos un número de ceros (210000) mayor que los caracteres de cada libro! La biblioteca es limitada. Existen infinidad de poemas, de novelas, de ideas que no pueden ser formuladas porque el número de caracteres de cada libro es limitado. La demostración del teorema de Fermat precisa libros más extensos, la prosa de Proust no tiene cabida. Dos sólidas objeciones a esta argumentación son la posibilidad de concatenar libros (lo cuál implica orden en la biblioteca) o la de utilizar compresores de información (la información real no viene dada por caracteres). Ambos puntos enlazan con ideas avanzadas de entropía de información que dejaremos a un lado en estas líneas.

Más divertido es observar que la biblioteca de Babel no cabe en nuestro universo. Una estimación del contenido de nuestro universo conocido es la siguiente: rastreos aleatorios de diferentes zonas del universo sitúan el número de galaxias en unos cien mil millones. Cada una de ellas contiene a su vez a unos cien mil millones de estrellas. Una estrella contiene unos 10^{30} kg y cada kg a su vez corresponde a unos 10^{26} nucleones. El contenido total de nucleones del universo se sitúa aproximadamente en unos 10^{80} , un uno seguido de ochenta ceros. La biblioteca de Borges es tan ingente que el número de protones del universo es esencialmente nulo a su lado, 80 ceros frente a 210000. Un número comparable al de partículas elementales del universo fue inventado con el nombre de "googol" y equivale 10^{100} . El famoso buscador en internet "google" se apellida proponiendo un juego de palabras que insinúa una capacidad de búsqueda superior al contenido del universo, pero insignificante frente a la biblioteca de Borges.

Este divertimento deriva en el relevante tema del almacenamiento de información. Hoy en día se ha logrado almacenar grandes cantidades de información en dispositivos que utilizan diez millones de átomos para cada bit. El sueño de los físicos que investigan materiales y sus propiedades cuánticas es retener un bit en cada spin de un núcleo. Tal logro nos permitiría almacenar todos los cuadros, libros y películas que la humanidad ha creado en un espacio muy reducido. Información ubicua e ingente parece ser nuestro futuro.

Prefiero, sin embargo, devolver la palabra a Borges y su biblioteca inabarcable, simétrica, tal vez infinita que nos inunda de preguntas básicas, del miedo a la nada.

"...digo que no es ilógico pensar que el mundo es infinito. Quienes lo juzgan limitado, postulan que en lugares remotos los corredores y escaleras y hexágonos pueden inconcebiblemente cesar -lo cual es absurdo-. Quienes

lo imaginan sin límites, olvidan que los tiene el número posible de libros. Yo me atrevo a insinuar esta solución del antiguo problema: La Biblioteca es ilimitada y periódica. Si un eterno viajero la atravesara en cualquier dirección, comprobaría al cabo de los siglos que los mismos volúmenes se repiten en el mismo desorden (que, repetido, sería un orden: el Orden). Mi soledad se alegra con esa elegante esperanza".

5. Liberalización de mercados y análisis de datos

La inminente liberalización del mercado energético fuerza a este sector a desarrollar estrategias para la captura de clientes ajenos y fidelización de los propios. Una buena arma para la guerra que se avecina se halla en sus bases de datos.

(Tiempo estimado de lectura: 3 minutos)

La UE mantiene una clara política para incrementar la competencia en todos los sectores económicos. Buenos ejemplos son la evolución tanto del sector de las telecomunicaciones como del transporte aéreo, donde grandes compañías compiten en lucha constante para fidelizar a sus clientes.

En un futuro próximo se liberalizará el mercado energético. Podremos cambiar libremente de compañía eléctrica, contratar empresas extranjeras o adherirse a iniciativas diseñadas para clientes de perfil muy definido. De nuevo, las grandes empresas deberán abandonar sus prácticas poco competitivas y luchar por cada uno de sus clientes.

Sin embargo, las grandes empresas disponen de un arma que infrutilizan: su propia base de datos. Tanto en una fase previa, empleando encuestas, o en la fase real, con datos de bajas reales, estas compañías pueden analizar los datos de aquellos clientes que las abandonan. Un cliente que se da de baja puede tener motivos muy específicos e impredecibles para hacerlo. Pero mil bajas ya obedecen leyes estadísticas. Existe una cierta correlación entre fidelidad y el conjunto de datos almacenados en la base de datos de la empresa. Esta correlación puede ser analizada y modelizada empleando diferentes técnicas estadísticas. A partir de este análisis, la empresa puede prever las futuras bajas y tomar acciones para prevenirlas.

La no utilización de datos es endémica en nuestro país. Usted es un buen cliente de unos grandes almacenes en los que paga con la tarjeta de esta empresa todas sus compras de discos clásicos. Sin embargo, nunca ha recibido una carta personal ofreciéndole un lanzamiento a buen precio del que sería un buen cliente potencial. Dudo que las compañías energéticas analicen sus datos y tomen acciones para presevarle como cliente. Los ordenadores de muchas grandes empresas viven sus últimos años de asueto.

6. Linux vs Windows

El sistema operativo Linux se ha consolidado en numerosos departamentos universitarios y servidores comerciales de todo el mundo. Su estabilidad, seguridad, eficiente capacidad de gestión de múltiples procesos se añaden a su bajo precio y a un impresionante abánico de software gratuito. Muchas empresas deberían meditar su futura estrategia informática.

(Tiempo estimado de lectura: 4 minutos)

Los sistemas operativos de Microsoft dan vida a un porcentaje abrumador de los ordenadores hoy en día existentes. Windows ha superado a competidores que comercializaban productos (mejores, en opinión de muchos) como los célebres Mac o las diferentes versiones de Unix. Sin embargo, recientemente salió a la luz pública un documento interno de Microsoft donde se reconocía a Linux como la principal amenaza a largo plazo al monopolio de Redmond.

Linux es un sistema operativo surgido de la mano del jovencísimo Linus Torvald hacia 1990. Torvald construyó el germen de un sistema operativo a partir de la visión idealista de aceptar contribuciones desinteresadas de otros amigos programadores y compartir el resultado con todo el mundo. El sistema Linux nació sin ánimo de lucro y fue diseñado para funcionar en máquinas de recursos mínimos. Linux es lo opuesto a Windows. El primero es un sistema de código abierto y gratuito, el segundo se basa en código propietario y de pago.

Muchas departamentos universitarios optamos desde muy pronto por Linux, dejando de lado las costosas estaciones de trabajo Unix (Sun, HP, Silicon Graphics, IBM). Linux era un milagro: proporcionaba un sistema operativo gratuito equipado con buenos compiladores de C y que corría en todas nuestras máquinas. Dada la siempre precaria financiación de infraestructuras, Linux era un oasis. Nuestro departamento tuvo que sufrir por esos tiempos los terribles efectos de emplear un sistema operativo nuevo basado en código abierto. Multitud de hackers analizaban cada línea del código de Linux y hallaban agujeros en el sistema para entrar en nuestros ordenadores. Fueron tiempos de aprendizaje que llevaron a las herramientas presentes de Firewall, SSH, etc. Pero al igual que todo niño debe pasar enfermedades para desarrollar su sistema inmunológico, Linux se ha transformado en el sistema más seguro que existe hoy en día. Da escalofríos pensar en lo que sucedería si el código de Windows se hiciera público de repente.

Linux Torvald ha mantenido una serie de principios en su control del crecimiento de Linux. Una de las ideas más interesantes es su constante rechazo a incluir en Linux elementos superfluos. El núcleo del sistema realiza de forma realmente eficiente la gestión básica del sistema como son el reparto de memoria y tiempo para múltiples procesos (multithreading), la coordinación de diferentes CPUs y el funcionamiento de elementos de seguridad. Ha quedado fuera del núcleo pero también en manos de la comunidad el desarrollar una interfaz agradable y programas de todo tipo. Un ejemplo notable es el desarrollo del escritorio KDE, que parece dominar a su contrincante GNOME. Ambos han desarrollado un "look" linux amable para la gente habituada a Windows.

La virtud de los códigos abiertos es la ingente cantidad de recursos que generan. Su defecto es la variable y a veces pésima calidad de sus resultados. Afortunadamente, las necesidades más importantes de un usuario medio están muy bien cubiertas. Es admirable visitar la web <http://sourceforge.net> donde se pueden encontrar miles de proyectos de código abierto y libres de uso generados en forma espontánea. En especial se hizo famosa la "generación GNU" que ha dado lugar a excelentes compiladores y a editores como Emacs. Hoy en día, el énfasis de la lucha contra Windows ha atraído a otras grandes empresas que contribuyen con programas gratuitos al empuje de linux. Basta dar como ejemplo Mozilla (Netscape) o la suite OpenOffice, sustitutoria de Office, ofrecida gratuitamente por Sun en <http://www.openoffice.com>. Las cualidades de Linux que he defendido han propiciado el acercamiento de empresas como IBM o la iniciativa IA64 para crear máquinas que trabajarán con sistemas operativos basados en 64 bits. Linux también mantiene una gran cuota de mercado en los grandes servidores debido a su estabilidad y gestión de múltiples procesos. Recientemente, la Unión Europea está empezando a encargarse de estudios de viabilidad para el uso masivo de Linux en las administraciones. En España, Extremadura ha anunciado su intención de trabajar con Linux (<http://www.linex.org/>).

¿Qué lleva a una empresa a utilizar Windows? Sin duda la ignorancia de una alternativa, la inercia y el soporte técnico que ofrece Microsoft. Fue muy duro educar informáticamente a personal administrativo para que emplease Windows. Parece aún más duro reeducarlo en las herramientas gratuitas de Linux. En mi opinión esta argumentación es falsa y costosa. Linux es tan sencillo de utilizar como Windows (se lo pueden preguntar a mis hijos): permite escribir cartas, realizar presentaciones, leer correo, navegar por internet y muchísimo más con herramientas gratuitas. Una de las mejores distribuciones de Linux es alemana y recibe el nombre de Suse (<http://www.suse.com>). Suse ha lanzado una ofensiva en toda la regla para captar el mercado empresarial.

Un colofón. El laboratorio CERN está poniendo en funcionamiento una de las propuestas informáticas más ambiciosas jamás realizada. Se trata de lograr tratar la ingente cantidad de datos que emanará del futuro acelerador LHC. La idea consiste en coordinar unos 100 000 ordenadores formando lo que se denomina el GRID. Esos cien mil ordenadores trabajarán con Linux.

7. La expansión del universo

La investigación en ciencia básica es la raíz última del desarrollo y de la innovación pero, además, devuelve al ser humano valores inmateriales como la curiosidad, el afán de comprender y el asombro. Un ejemplo reciente de progreso básico es la conjunción de medidas cosmológicas que indican que la expansión de nuestro universo se está acelerando.

(Tiempo estimado de lectura: 4 minutos)

Para mis mayores, curar la miopía con un láser o hablar por un teléfono móvil son dos milagros que renuncian a comprender. Ignoran los enormes esfuerzos de miles de ingenieros para que ello sea posible. Ignoran que la óptica cuántica subyace a nuestra comprensión de los fenómenos cuánticos coherentes, entre ellos el láser, y que el estado sólido y el electromagnetismo sustentan los desarrollos en informática y telecomunicaciones. Mis mayores y la práctica totalidad de nuestra sociedad ignoran qué hizo Maxwell, Planck o Einstein pero sí saben usar un móvil. No han oído hablar del spin pero tal vez una resonancia magnética de spines nucleares les salve la vida.

Esta es la omnipresente paradoja de las sociedades acomodadas. Por un lado, la calidad de vida y supremacía política del primer mundo se basa en su alto desarrollo tecnológico. Por otra parte, la constante degradación de la educación hace del ciudadano medio una persona experta en los idilios de artistas famosos pero incapaz de explicar lo que es la masa o la carga de un electrón. Este fenómeno redundante en una disminución de vocaciones y lleva a la necesidad de importar cerebros. Varias universidades de Estados Unidos ya han dejado de considerar a los asiáticos como una minoría y es previsible que tomen acciones afirmativas que limiten su presencia.

En este contexto de profundo desconocimiento de los pilares de la sociedad del bienestar queda enmarcado la confusión entre los términos investigación, desarrollo e innovación. Y es la investigación básica la cenicienta de esta historia. Por más que se repita, ningún político entiende que un principio básico e inútil descubierto hoy constituirá la base de los desarrollos venideros. Los beneficios de la investigación básica se recogen en plazos de tiempo superiores a los mandatos de ese político. Quien decida invertir hoy, no gozará de ningún provecho inmediato y tal vez permita ponerse una medalla a sus opositores en el futuro. Es mejor importar, viene a ser el lema unamuniano siempre vigente.

El pequeño reducto de investigadores vocacionales ha perdido la esperanza de los ochenta. Ya saben que no habrá un giro importante en política científica, mande quien mande. A cambio, la ciencia nunca nos defrauda porque es una fuente de inspiración y de asombro. Vale la pena presentar el impresionante avance en el campo de la cosmología realizado recientemente. Juzgue usted mismo.

Las estrellas pueden sufrir diferentes tipos de evolución. En algunas ocasiones, una estrella absorbe continuamente materia de otro objeto masivo cercano. Cuando la masa total absorbida llega a una cierta cantidad, la atracción gravitatoria propia de la estrella hace que esta colapse. En 50 milisegundos el tamaño del núcleo de la estrella se reduce de miles de kilómetros a unas decenas. Se crea así una supernova de tipo IA. Estas supernovas emiten tanta luz como el resto de los cien mil millones de estrellas que pueblan su misma galaxia. Una supernova es uno de los espectáculos más impresionantes que acontecen en el universo. Las supernovas de tipo IA son además candelas universales. Siempre emiten el mismo destello y desaparecen con una misma pauta. Gracias a ello, podemos comparar su brillo aparente con el absoluto y saber a qué distancia se hallan. Podemos además observar su espectro y deducir su velocidad relativa con respecto a nosotros.

Desde 1929 sabemos que nuestro universo se halla en expansión. El modelo cosmológico basado en un Big Bang describe correctamente esta expansión, además de las abundancias de diferentes átomos y de la llamada radiación de fondo. Las mediciones recientes de supernovas de tipo IA más otras acumuladas por telescopios, satélites y sondas han permitido precisar como se está produciendo la expansión de nuestro universo. Para sorpresa de la comunidad científica, los datos parecen indicar que esta expansión se está acelerando. Este hecho requiere una revisión del modelo cosmológico que lleva a reintroducir la llamada constante cosmológica de Einstein en las ecuaciones de la relatividad general. Las recientes mediciones también permiten inferir que nuestro universo tiene unos

13900 millones de años. Todos estos descubrimientos han propiciado desarrollos tecnológicos impresionantes y culminarán en la construcción del satélite Planck.

La ciencia pura es la esencia del progreso, no lo duden, pero sobre todo da la talla de una sociedad. Una buena universidad es el mejor dinamizador de una ciudad, una eficiente estructura de investigación básica y aplicada es la garantía de futuro de un país.

8. Un mini predictor de ventas

Un obsequio para los lectores de infonomia.com: predictor de ventas basado en redes neuronales e implementado en una hoja excel.

(Tiempo estimado de lectura: 2 minutos)

Existen muchas técnicas estadísticas para intentar realizar predicciones de ventas basadas en datos históricos. Un buen predictor debe analizar las correlaciones presentes en la serie (tendencia, ciclos, ruido), incorporar series externas que contengan información relevante y, siempre que sea posible, incluir series subjetivas. A menudo no es necesario emplear una maquinaria tan sofisticada. Como ejemplo, brindamos a los lectores de infonomia.com un pequeño programa que explota las autocorrelaciones de pequeñas series de ventas.

Para empezar podéis encontrar un fichero excel que contiene el programa e imágenes de cómo funciona en <http://sophia.ecm.ub.es/latorre/nnpredictor/nnpredictor.htm>

El fichero contiene varias hojas. En la primera hoja, llamada Ventas, se halla una serie real de ventas mensuales de fármacos. Es importante tener en cuenta que el volumen de ventas es muy grande y no está sujeto a grandes volatilidades. La idea consiste en analizar esta serie e intentar realizar una mini predicción de las ventas del próximo mes.

La serie de ventas presenta ciertas características típicas. Hay compensaciones entre meses altos seguidos de bajos, una leve tendencia al alza y ningún efecto cíclico notable. Las correlaciones más importantes dentro de la serie son pues las de mes a mes.

La sencilla estrategia que intentaremos consiste en tres pasos: primeros preprocesaremos los datos, luego entrenaremos una red neuronal y, por último, verificaremos su validez.

El preprocesamiento que hacemos consiste en tomar los incrementos porcentuales a un mes, dos meses y seis meses. Todo ello queda reflejado en la primera hoja Ventas.

La segunda parte consiste en entrenar una red neuronal. Para ello tomamos una red gratuita y la preparamos. Todo ello está ya hecho en la hoja UserInput y Data. Para entrenar la red, basta ir a UserInput y hacer click en Build Model. El programa crea una hoja excel separada Out1 con la predicción.

La validación viene dada por los cuatro últimos meses que no han sido utilizados para el entrenamiento. Por lo tanto, los últimos datos son una predicción pura de la red neuronal. El resultado es notable para las tres primeras predicciones. Es posible entrenar una nueva red empleando hasta 12 meses de historia. Entonces la última predicción es buena.

Podéis aplicar esta herramienta a vuestras ventas. Basta substituir los datos en la hoja Ventas y rehacer el modelo. Si las autocorrelaciones de la serie no son fuertes, la predicción será pobre y habría que incluir otras variables. En cualquier caso este es un ejemplo de mini Data Mining y de lo sencillo que puede resultar.

9. La difusión de un artículo científico

Los resultados de la investigación básica se plasman en artículos especializados. La comunidad científica aprovechó los primeros pasos de internet para crear un sistema de distribución de estos artículos realmente admirable.

(Tiempo estimado de lectura: 3 minutos)

Mucha gente siente curiosidad por saber cómo trabajan los científicos y cómo comparten los resultados de su investigación. El contenido de las líneas que siguen es un ejemplo impresionante de las virtudes de internet y del cambio que ha impuesto en la forma en que se hace y se evalúa la ciencia.

En estos momentos estoy escribiendo un artículo científico con uno de mis estudiantes de doctorado y un colaborador de Caltech, en California. Hemos trabajado varios meses en un tema relacionado con la teoría de la información cuántica y nos hallamos en la fase de redacción. Hoy he recibido en mi correo electrónico la doceava y no última versión del artículo que hemos ido refinando intercambiándolo de un lado al otro del Atlántico. Cuando terminemos la redacción, enviaremos el artículo a publicar a una revista especializada norteamericana. Pero antes de enviar el artículo a publicar lo haremos público de una forma que sólo internet hace posible.

En agosto de 1991, el físico teórico Paul Ginsparg (ver su presentación ante la Unesco, <http://arxiv.org/blurp/pg96unesco.html>) tuvo la idea de aprovechar los primeros pasos de internet para difundir los artículos del campo de las altas energías de forma instantánea a todo el mundo. Todavía no existía una interfaz gráfica, no había Netscape, ni Explorer, ni el primitivo Mosaic. Todo se hacía con líneas de comando en consolas de máquinas Unix. Pero era impresionante. Los artículos escritos en cualquier universidad se hacían públicos al día siguiente para toda la comunidad.

El sistema ideado por Ginsparg creció y se ha convertido en el arXiv de la física (<http://www.arxiv.org>). Es sencillo, eficiente, rápido, impresionante. Basta entrar en la rama de la física de nuestro interés, buscar el artículo que nos interesa (hecho público ayer o hace cinco años, todo está ahí), bajarlo e imprimirlo si así lo deseamos. Para agilizar el funcionamiento del arxiv, se han creado "mirrors" que se sincronizan durante la noche. Basta hacer un click en el mirror español para llegar, por ejemplo, a <http://es.arxiv.org/list/quant-ph/new> y leer todos los artículos de información cuántica que han aparecido hoy en todo el mundo. Todos los artículos han adoptado una norma de presentación basada en el editor de textos gratuito TeX que da lugar a documentos en postscript o pdf. La lengua franca es obviamente el inglés. Cuando terminemos nuestro artículo, procederemos a introducirlo en el arxiv. Es un proceso sencillo y automático. Al día siguiente aparecerá en la sección "new" y los mails de miles de colegas. Es así como cada mañana empezamos a trabajar: leyendo todo lo que se ha hecho público en los campos de nuestro interés procedente de cualquier parte del mundo el día anterior.

El sistema funciona sin evaluadores ("referees") para toda contribución que proceda de una universidad. Al principio se dudaba de la fiabilidad de un arxiv sin filtros. Hoy en día, en cambio, se emplea como forma de medir el impacto de un artículo el número de veces que ha sido descargado del arxiv y citado por otros artículos del mismo arxiv. Visiten por ejemplo <http://citebase.eprints.org/cgi-bin/search> e introduzcan el nombre de uno de los más famosos físicos del momento, "Witten". Hagan click en cualquier artículo y verán un impresionante resumen de su impacto: citas, co-citas, descargas, evolución en el tiempo de estos indicadores, etc. La universidad de Stanford mantiene otra base de datos de artículos y citas también impresionante <http://www.slac.stanford.edu/spires/hep/>. Este sistema hace que el trabajo de todo científico sea conocido por cualquiera. Pueden escribir "a latorre,j" y tendrán acceso a mis publicaciones, tanto ustedes como los evaluadores de la comunidad europea. El sistema de creación de ciencia básica es, pues, transparente.

Los arxiv son magníficos: hacen que los resultados científicos se difundan inmediatamente en todo el mundo de forma gratuita. Princeton llega a Harvard y a la Calcuta al mismo tiempo y de forma idéntica. También dotan a la comunidad de medidas de mérito objetivas, ajenas a políticas locales. Los arxiv son de lo mejor de internet. Deberían haber arxiv tan simples y eficientes como los anteriores para la biología, las letras, la justicia, para todo el saber de interés universal. Y deberían ser las instituciones públicas nacionales y supranacionales sus promotores.

10. ¿Me será fiel?

Una mezcla de trabajo de campo y data mining permite detectar con bastante acierto el compromiso futuro de los clientes de una empresa. Las campañas de fidelización pueden, en consecuencia, optimizarse. El divorcio también es un problema de fidelización.

(Tiempo estimado de lectura: 2 minutos)

Una preocupación creciente de las empresas es detectar a tiempo qué clientes tienen un grado de compromiso pequeño y son susceptibles de pasarse a la competencia. El problema es cómo hacerlo y estimar de forma fidedigna el nivel de compromiso de cada cliente.

Una mezcla de técnicas de trabajo de campo y minería de datos permite lograr resultados fiables para este tipo de problemas. La estructura de un proyecto de este estilo tiene varios pasos:

1. Encuestas.

Una empresa especializada realiza un estudio llamando a una muestra (secreta, siguiendo un código deontológico) de clientes y ex-clientes aplicando un modelo que permite conocer el compromiso de cada encuestado. Existe un modelo muy extendido que recibe el nombre de "Conversion Model" y que ofrece resultados correctos de forma contrastada.

2. Análisis cualitativo de la encuesta.

Este análisis permite extraer las características cualitativas de la empresa que los clientes comprometidos más aprecian. Igualmente proporciona información de las características negativas. Globalmente, se extrae los porcentajes de clientes comprometidos.

3. Data Mining I.

A continuación se cruzan los datos de las encuestas con las variables que la empresa dispone del cliente. Todo ello debe externalizarse para mantenerlos criterios de confidencialidad. En esta fase se detectan que características tienen los clientes más comprometidos (antigüedad, volumen de compras,...). Con esta información se construye un modelo de compromiso particularizado para la empresa.

4. Data Mining II.

Se aplica el modelo construido sobre el cruce de encuestas y clientes a toda la base de clientes, tanto los encuestados como los no encuestados. Se obtiene así el nivel de compromiso de cada cliente con un nivel de acierto definido.

La información de un proyecto de este tipo permite detectar, por ejemplo, los 1000 clientes menos comprometidos con nuestra empresa e intentar emprender una acción fidelizadora muy específica e individualizada. Un análisis similar permite conocer qué exclientes son más accesibles a ser recuperados.

Este tipo de proyectos son interesantes e incluso divertidos. Un análisis similar fue aplicado por el departamento de psicología de la UB para predecir divorcios. Una red neuronal aprendió las correlaciones entre los divorciados y su poder adquisitivo, la superficie de su piso, las visitas de suegros, etc. Sobre el conjunto de validación, la red logró predecir correctamente el 84% de los casos. Divorciarse es, pues, predecible.

11. Falto de energía

El creciente consumo energético empieza a provocar problemas de abastecimiento en países industrializados. Este debate que involucra innovación y ahorro merece una reflexión.

(Tiempo estimado de lectura: 5 minutos)

Discutir el problema de la energía requiere un enorme esfuerzo para desprenderse de prejuicios, intereses partidistas y verdades a medias. La mera mención de la palabra "nuclear" levanta olas de oposición en unos y entusiasmo en otros mientras que la "energía eólica" parece una panacea cuando no lo es. Para enfocar el problema de la energía con equidad hay que intentar entender los números que barajamos de producción y consumo, los pros y contras de cada opción y, sobre todo, la evolución futura e impacto en nuestro medio ambiente. Este es un problema serio que nos afecta a todos. No podemos ignorarlo.

Desearía abordar esta discusión elaborando una lista de los electrodomésticos que seguramente muchos tenemos en casa. He dejado de contar cuando he llegado a veinte: frigorífico, lavadora, PC, impresora, cadena hi-fi, horno, lavavajillas, microondas, video, TV, batidora, picadora 1-2-3, ventilador, PS2, portátil, máquina de afeitar, raclette, secadora, secador de pelo, aspiradora y, en un intento de sobrevivir al verano, aire acondicionado.

Además, la proliferación de pequeños artilugios que nos rodean y consumen energía es imparable. Ahora también cargamos el teléfono móvil, a veces un CD portátil, una webcam y teléfonos inalámbricos. Llevan pilas los radios, los relojes de pared y de pulsera y los infinitos mandos a distancia que simbolizan el poder en las noches familiares. Y no todo es electricidad ya que la cocina y la calefacción pueden ser de gas natural y el coche, claro, prefiere su eurosúper. Por otra parte, no somos la excepción. Como botón de muestra hace ya tiempo que se superaron los más de mil millones de lectores de CD en el mundo.

Sin embargo, somos parte de un país que sólo produce la cuarta parte de la energía que consume, el resto debe ser importado. Este consumo ha ido creciendo en la última década a un ritmo impresionante superior al 3% anual, a la par que otros indicadores de bienestar. Consumimos mucho, muchísimo. Consumimos petróleo (el 64% del gasto energético), electricidad (18%), gas natural (12%) y un pequeño reducto de energías renovables. Esta energía se gasta en los tres grandes sectores industrial, transporte y residencial. Afortunadamente, el consumo de energía ha ido mejorando en eficiencia. Un coche de hoy en día consume mucha menos gasolina que uno hace veinte años, las casas están mejor aisladas, las industrias han mejorado su maquinaria.

Nuestra producción energética, en cambio, no crece. La Agencia Internacional de la Energía (<http://www.iea.org>) analiza en detalle la situación española y cuantifica cada fuente de energía en unas unidades llamadas Mtoe y que no es necesario definir aquí. En 1999 se importaron 89.3 Mtoe en forma de petróleo, gas natural y carbón. En cambio sólo se produjeron 30.7 Mtoe. De ellas, 15.3 Mtoe corresponden a energía nuclear, 8.6 a carbón, 2.0 a energía hidroeléctrica y sólo 0.3 Mtoe proceden de energía solar o eólica. Las llamadas energías renovables incluyen toda energía procedente de biomasa, hidroeléctrica, eólica, residuos urbanos, solar y otros tipos de menor importancia. En total las energías renovables aportan un 7% de la producción total.

El balance energético español es lamentable. Entre las muchas recomendaciones propuestas por la IEA figura el potenciar las energías renovables. Se considera un ambicioso objetivo que para el año 2010 estas fuentes de energía aporten el 12% de la producción total. Dicho de otra forma, las predicciones más optimistas basadas en una política de ayudas institucionales para el desarrollo de energías renovables no eliminan ni reducen sensiblemente nuestra dependencia en otras fuentes. Es importante también tener en cuenta que cada fuente de energía conlleva nuevos problemas. Los molinos de viento, por ejemplo, cambian los paisajes, modifican el ecosistema y producen energía de forma no continua. No existen panaceas energéticas.

Este último ejemplo sirve para recordar un aspecto importante del problema. La energía no puede conservarse. No hay "neveras" de energía que sean eficientes. La energía debe ser creada, transportada y consumida sin intervalos. La energía solar no podrá iluminar nuestra casa por la noche aunque sí calentar el agua que podemos utili-

zar posteriormente con notables pérdidas de eficiencia. Una gran parte del fluido eléctrico debe ser continuo, bajo demanda y ubicuo. Muchas de las energías alternativas que se investigan no satisfacen estos requisitos y, por lo tanto, deben considerarse como fuentes de apoyo pero no substitutorias.

El debate energético está plagado de prejuicios. Por ejemplo, los peligros de la energía nuclear han sido magnificados por grupos de opinión bienintencionados pero muy poco informados, mientras que la reducción en la vida media de miles de mineros se olvida fácilmente. Las muertes acumuladas por la industria del carbón son impresionantes y no existe moratoria en este sector. Al hablar de transformación de residuos urbanos tampoco se recuerda el problema de emisión de gases a la atmósfera. Según el acuerdo de Kyoto para la reducción de emisiones de dióxido de carbono, España tiene asignado el objetivo de un 15% por encima de las emisiones del año 1990. Hoy en día superamos en un 6% este objetivo y nuestras emisiones siguen creciendo. Para muchos expertos en cambio climático, Europa debe aceptar los beneficios de la energía nuclear tal como ya lo hacen Francia o Suecia. Su principal problema es la eliminación de residuos que debería ser abordado con nuevos principios científicos. Una idea muy interesante es la de construir un degradador europeo de residuos por colisiones de iones pesados.

En este complicado panorama energético las administraciones deben asumir un papel nada grato. Los ayuntamientos deben forzar la reducción de tráfico (recordemos que un tercio de nuestro consumo energético se va en transporte, así como una buena parte de las emisiones de CO₂), mientras que las administraciones autonómicas y central deben imponer normas de consumo eficiente y ajustado. La política de investigación, desarrollo e innovación deben apostar fuertemente por la energía. Los molinos de viento han mejorado notablemente su eficiencia gracias a la investigación, pero no son la solución. El primer mundo debe apostar y así lo hace por una solución a largo plazo, el renovado proyecto de fusión nuclear ITER. Cruzemos los dedos para que se construya en Europa.

Por mi parte, doy fe de que soy un obseso de apagar las luces, he cambiado la pantalla de mi ordenador a una plana TFT (gasta un 70% menos), he revestido de aislante térmico las cañerías externas de agua caliente y mi coche es un portento de ahorro. Nuestra escalera tiene luces de bajo consumo y hemos añadido memoria al ascensor para que aproveche los viajes de subida y bajada haciendo paradas. Y, si no es absolutamente imposible, vuelvo de bajar a pie.

12. El linux de Suse, Novell e IBM

La compra de Suse, empresa europea que ofrece una de las mejoras distribuciones de linux, por parte de Novell con el apoyo de IBM es un paso más para afianzar el empleo de código abierto en el entorno empresarial. Pero la noticia no es tan buena desde un punto de vista europeo.

(Tiempo estimado de lectura: 3 minutos)

Este artículo está siendo escrito con un ordenador que utiliza el sistema operativo linux, concretamente la distribución alemana Suse 8.2. Después será enviado por correo y haré consultas en internet. A la vez está corriendo varios programas numéricos, sirve páginas web (por ejemplo <http://sophia.ecm.ub.es/latorre/>) y tengo una consola abierta en un ordenador de un laboratorio suizo.

Sí, se lo aseguro, existe un mundo sin Windows. Y es feliz.

Todo nuestro departamento compró una de estas distribuciones que libremente hemos instalado en tantos ordenadores como hemos precisado. Creo que una veintena, del centenar de ordenadores que tenemos, corre ahora sobre la última versión de Suse. El resto utiliza versiones anteriores o distribuciones alternativas de linux de Red Hat, Mandrake y Slackware.

Naturalmente la excepción es la secretaría. Allí las tres máquinas utilizan el sistema operativo windows forzado por los programas administrativos (pésimos, por cierto) que la universidad decidió imponer. Y esta reflexión es totalmente obvia. La elección de un sistema operativo se basa en la dependencia de aplicaciones concretas. Poco importa, por ejemplo, que Word tenga miles de opciones inútiles que sólo logran complicar el aprendizaje y uso del programa. Tampoco importa que la dependencia de programas propietarios tope con destinatarios que tal vez no dispongan de la misma versión del programa. Y, curiosamente, parece no importar que estos programas sean caros, inestables, que precisen actualizaciones inútiles y que fidelicen las futuras necesidades informáticas de la empresa.

Esta lucha que muy pocos mantenemos en favor de software de código abierto ha recibido mayor atención en los últimos años debido a la creciente adopción de linux como sistema operativo en entornos servidores. La frase que circula por la comunidad linuxera se debe a Gandhi:

"Primero te ignoran. Luego se ríen de ti. Luego luchan contra ti. Y, después, vences."

Linux tiene un coste básicamente gratuito pero no tiene un soporte al usuario comparable al de windows. Linux es muy estable, bien organizado, más seguro que windows y cuenta con un enorme arsenal de software libre capaz de realizar las tareas necesarias en cualquier empresa. Por ejemplo, OpenOffice acaba de ofrecer una nueva versión (<http://www.openoffice.org/>) de su suite dedicada a ofimática.

Sigue siendo un secreto por qué las administraciones no toman decisiones en este asunto, tal como lo han hecho ciertas entidades alemanas o la propia junta de extremadura. Recomiendo encarecidamente una visita a Ándago, <http://www.andago.es/>.

En estos últimos años, varias empresas emblemáticas han manifestado interés en linux. En particular, IBM ha tomado una clara posición de apoyo. En cambio, SCO ha lanzado una serie de pleitos denunciando el uso supuestamente indebido de una parte de código propietario copiado en linux. A nadie se le escapa los enormes intereses que sustentan estas disputas, involucrando naturalmente al gigante Microsoft. De ahí que la noticia de que Novell haya alcanzado un acuerdo de compra de Suse por 210 millones de dólares, recibiendo a su vez 50 de IBM, constituya un hecho muy significativo con repercusiones importantes a largo plazo. Novell también se hizo recientemente con Ximian, un excelente programa de productividad que funciona perfectamente en linux.

La noticia consolida a linux y a su vez entristece a una parte de sus usuarios. Por una parte no es obvio hasta qué punto Novell mantendrá su compromiso con la filosofía de código abierto. Por otra, Suse es una valiosísima

distribución, europea, de gran calidad. Linux nació de la mano del finlandés Linus Torvald y ahora sus mejores distribuciones serán americanas y, por lo tanto, sometidas a intereses económicos que no son necesariamente favorables a Europa.

Prometo al lector que cada vez que oigo a políticos sobre la necesidad de incentivar la innovación en Europa, sobre los complicadísimos programas marco (quién se atreva, aquí tiene el FP6, <http://fp6.cordis.lu/fp6/>) y sobre cómo combatir la competencia americana cambio de canal.

13. Ordenadores cuánticos

El progreso experimental en la manipulación detallada de las propiedades cuánticas de los átomos consolida la posibilidad de poder construir un ordenador cuántico en un futuro todavía lejano, pero ineludible. El ego científico lo garantiza.

(Tiempo estimado de lectura: 3 minutos)

Un ordenador basado en las leyes de la Mecánica Cuántica podría factorizar números enormes en sus factores primos a una velocidad vertiginosa (para ser precisos, lo haría exponencialmente más rápido que un ordenador como los actuales). El director científico del equipo que lo logre pasará a la historia por haber creado un instrumento que hará inútiles todos los protocolos de comunicación secreta que sustentan las comunicaciones comerciales y militares de nuestro planeta.

Y ese es el punto que hace imparable el progreso científico. No son leyes políticas las que estimulan la investigación. Es el ego del científico, su enorme necesidad de demostrar a los demás que él sí es capaz de resolver un problema o de hacer un descubrimiento el que mueve los sutiles hilos que le llevan a trabajar sin horarios, ni razón de sueldo. Esta observación es bien conocida y se pueden citar ejemplos famosos como el de Kunt en su "Estructura de las Revoluciones Científicas" o en los comentarios de Heisenberg sobre la aceptación de la Mecánica Cuántica. Como corolario se puede argumentar que perdemos el tiempo discutiendo si hay que investigar con células madres o si se debe clonar. Si es posible, un científico lo hará. Ya se hizo la bomba atómica de fisión. Después de lanzarla y matar a cientos de miles de personas, Teller la perfeccionó en la bomba de hidrógeno.

Estados Unidos tiene muchos defectos, pero al menos un acierto. Es capaz de captar a los científicos más validos y, claro está, ambiciosos para que desarrollen sus ideas con fuertes inyecciones de dinero. Los frutos llegan ineludiblemente, poco a poco, consolidando un sólido liderazgo del que sólo se puede sentir envidia.

Así es como un equipo del National Institute of Standards and Technology (NIST, Boulder) está desarrollando microtrampas de iones. Cada ión es atrapado en una pequeña prisión donde su estado interno de excitación queda protegido del entorno. Este ión puede ser trasladado a otra trampa de interacción mediante campos eléctricos que no alteran sus propiedades cuánticas. No hay decoherencia, los estados mantienen sus correlaciones cuánticas durante enormes tiempos de diez minutos. Estas trampas de iones son escalables, pueden crecer. Los elementos para un prototipo de ordenador cuántico ya han sido construidos y demostrados.

Entretanto, otros grupos en varios laboratorios están logrando un control impresionante de redes ópticas. Varios láseres se hacen interferir creando un entramado en el espacio donde quedan atrapados átomos neutros.

A voluntad del experimentador, se puede colocar un átomo en cada nodo. Se puede añadir otro diferente y crear moléculas hasta ahora nunca observadas, se puede jugar a ser Dios en el mundo atómico. Estas redes darán lugar en breve plazo a los llamados simuladores cuánticos, capaces de reproducir ciertos sistemas teóricos y poder cotejar su capacidad de predicción.

Como se acerca Navidad, pido a los Reyes Magos una fuerte inyección de vocación a los jóvenes que entran en las facultades. De esta forma dejarán de pensar en si encontrarán trabajo o no, si tendrán un buen sueldo o no y serán científicamente tan ambiciosos como lo fue Newton. Pido también que lean Historia e intenten controlar su ambición.

El premio es demostrar que son válidos, saberse élite y tal vez lograr fama eterna. El gran matemático Hardy argumentaba en su imprescindible "Apología de un matemático" que la eternidad sólo la logran los científicos. Todos recordamos a Arquímedes. ¿Quién recuerda al soldado que le mató? ¿Quién al general que ordenó el asalto a Siracusa?

14. Percepción social de la ciencia

Sufrimos el creciente fenómeno de deslocalización sin contrarrestarlo con suficiente innovación de alto nivel. Diseñar el futuro de nuestra sociedad implica asumir la calidad y cantidad de información científica que deben aportar los medios de comunicación.

(Tiempo estimado de lectura: 3 minutos)

Cada año se reduce el número de vocaciones científicas y se deteriora el nivel medio de entrada en la universidad de nuestros estudiantes. Además, los jóvenes científicos y tecnólogos se sienten más atraídos por diplomaturas de corto recorrido y rápida inserción laboral y no por licenciaturas superiores.

Sin embargo, nuestra sociedad acomodada ha alcanzado un nivel económico que hace difícil mantener en nuestro territorio las cadenas de producción de grandes empresas. Éstas, poco a poco, optan por desplazarse a países donde los costes de producción son inferiores. El problema de la deslocalización no es sencillo y muestra sus peores efectos a largo plazo.

Los dos párrafos anteriores entran en contradicción. Una sociedad avanzada no tiene otra opción que potenciar su capacidad de investigación, desarrollo e innovación de alto nivel. Esta innovación sólo se puede producir alrededor de centros de excelencia donde existe una masa crítica de gente muy bien formada y capital riesgo auténtico. En nuestro país estamos sufriendo un creciente proceso de deslocalización a la par que una reducción de calidad y cantidad de nuestros futuros científicos. No parece una buena estrategia.

Muchas son las causas que motivan la caída de las vocaciones científicas. Entre ellas cabe citar la ausencia de una carrera laboral bien definida, sueldos bajos y falta de reconocimiento social. En una medida importante la pobre percepción social de la ciencia es el resultado de una falta de responsabilidad de los medios de comunicación.

La ciencia se presenta en ocasiones de forma negativa en los medios de comunicación generalistas. No es noticia que un buen instituto sea creado y que se consiga atraer a media docena de excelentes investigadores. Poca gente sabe de las primeras trampas de iones en el ICFO de Barcelona, de medidas notables de rayos cósmicos en Canarias, del GRID que funciona en todo el estado o de las investigaciones concretas de Izpisua. En cambio, sí son noticia recurrente y mal documentada los peligros que acarrearán la energía nuclear, los potenciales abusos de la biología o los escasísimos casos de deshonestidad científica. Se suma a esta percepción veladamente negativa un sesgo de grupos económicos o políticos. Es casi imposible tener una presentación científicamente correcta del calentamiento de la Tierra, de energías alternativas o de la manipulación genética de cereales. La mayoría de los diarios serios, por ejemplo, se apoyan en lo publicado en Science, Nature y el New York Times que a su vez tienen sesgos económicos notables. No hay espacio para noticias científicas genuinas en los informativos pero sí para oír la previsible contraréplica de turno de un político a otro.

Sinceramente, creo que es necesaria una reflexión a medio y largo plazo sobre la cantidad y calidad de la información científica que se hace llegar a los jóvenes a través de los grandes canales de comunicación. Alternativamente, podemos seguir los pasos norteamericanos e iniciar la importación de cerebros y, a la larga, incluso de profesores de matemáticas de bachillerato tal como hace Holanda. (Discutiremos de todo ello en <http://benasque.ecm.ub.es/2004ciencia/>).

Y si ustedes son empresarios, consideren completar su formación con ideas básicas de qué se está haciendo en los laboratorios. Descubran qué es un láser azul, qué es la criptografía, qué límites tiene el GPS o qué es un mecanismo de corrección de ADN. Y si tienen un poquito de tiempo, disfruten de estas imágenes: <http://sophia.ecm.ub.es/fun/>.