

MANUEL PORTOLÉS I SANZ

Vicedirector de la RSEAPV

CIENCIA, SOCIEDAD Y PROGRESO,
UN RETO PARA LA “ECONÓMICA”
DE VALENCIA

EN las primeras décadas del siglo XVIII, la ciencia tan solo interesaba a la sociedad en sus aspectos más recreativos o meramente instructivos. Algunos historiadores han indicado que tras la publicación en 1687 de *The Principia* de Isaac Newton (1642-1727) se “adormecieron” las necesidades de seguir desarrollando el conocimiento científico, al menos por un tiempo. Aunque bien es cierto que otras poderosas razones, como lo fueron las socio-económicas, retiraron el crédito a la experimentación. En esta época el pueblo ignora las nuevas ciencias, rechaza por ejemplo la moderna cosmología, y sigue viendo en los zodíacos la mejor explicación del carácter humano, además de una guía para el futuro, mientras que de los almanaques extrae el cuidado de los cultivos o la previsión del tiempo. Los alquimistas gozan de gran prestigio social y el método científico es utilizado tanto para dar explicación a ciertas hipótesis, tan paradójicas como que el color de la piel dependa de la bilis, como también para rebatirlas; es decir, para probar lo verdadero y lo erróneo, reflejo de los claroscuros del dieciocho.

SOCIEDAD ILUSTRADA

Será en el último tercio de este siglo, período de origen de la Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia (1776), cuando la actividad científica obtiene protección, comienza a estar de moda y proliferan las colecciones de historia natural, los gabinetes científicos y los laboratorios de experimentación. Las Academias de Ciencias y las Sociedades Científicas se multiplican, y así nacen la Sociedad Literaria y Filosófica de Manchester (1785), la Sociedad Linneana de Londres (1788) o la Real Sociedad de Edimburgo (1789); si bien todas ellas muy posteriores a la Sociedad Filosófica Americana (1743) con la que la Real Sociedad Económica de Valencia mantendría correspondencia e intercambio de documentos. Esta relación culminará en 1790 con la concesión

al entonces director de la Económica, D. Luis de Urbina, del título de socio de honor de esta prestigiosa entidad, hoy todavía en lujosa existencia.

Se consume este periodo del siglo XVIII, bajo la influencia de las obras de Benjamín Franklin (1706-1790), Henry Pemberton (1694-1771), o François Marie Arouet “Voltaire” (1694-1778), entre otros, y con el apoyo de cultos aristócratas como Gabrielle Emilie Le Tonnelier de Breteuil, marquesa de Châtelet (1706-1749); se establecen las estructuras de la nueva química, la electricidad y el magnetismo, y se logran grandes avances en geología, astronomía y mecánica. Las máquinas comienzan a sustituir a los hombres y el vapor, como fuente de energía, augura un futuro prometedor, una nueva revolución científica.

Según Cepeda Adán y otros historiadores, tres son las grandes cuestiones científicas que se plantean los hombres del siglo XVIII: (1) ¿qué es, cómo es y qué lugar ocupa el Planeta donde habitan?, (2) ¿qué fuerzas quedan en el Universo, en su seno, susceptibles de ser dominadas y utilizadas?, y (3) ¿quiénes son y cómo se comportan los diversos seres que lo pueblan?

Finalizando el siglo XVIII, Immanuel Kant (1724-1804) en 1784 definiría la *Ilustración* como “la emancipación de la conciencia humana del estado de ignorancia y error por medio del conocimiento”. Sin embargo, desde el punto de vista social, el impacto del *siglo de las Luces* quedó reducido a determinados círculos de intelectuales, escritores y artistas, dada la naturaleza de sus postulados, el carácter de las sociedades e instituciones que transmiten estas ideas y sobre todo por el alto grado de analfabetismo que existe entre las gentes de este siglo.

Este pequeño preámbulo es una rápida radiografía de cómo era la situación de la ciencia en la época en que las Sociedades Económicas de Amigos del País vieron la luz, y no, como comprenderán, un exhaustivo análisis de sus relaciones con el método científico. Para ello, en el caso de la sociedad valenciana puede el lector consultar los catálogos de la Biblioteca (1972) y Archivo (1978) de Francisca Alexandre, que comprende el período de 1776 a 1876, y más recientemente el *Catálogo Documental del Archivo de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia de 1877 a 1940* de Laura Ménsua, editado por esta sociedad en 2001.

El interés de los socios de esta “Económica” por la Ciencia y también en una incipiente Tecnología, queda reflejada en los numerosos volúmenes que sobre estas materias residen en nuestra biblioteca del siglo XVIII. Como ejemplo, citaré las obras de Juan Bautista Corachán (*Aritmética demostrada teórico-práctica para lo matemático y comercial...*) de 1719, Jean-Antoine Mollet (*Leçons de Physique experimentale...*) de 1749, Tomás Vicente Tosca (*Compendio Mathematico*) de 1757, James Cook (*Voyage dans l’Hémisphère Austral et autour du monde...*) de 1778, George Louis Le Clerc Buffon (*Historia natural general y particular*) de 1785, William Bowles (*Introducción a la Historia Natural y a la Geografía Física de España...*) de 1789, o la obra de Gabriel Ciscar (*Tratado de Trigonometría esférica para la instrucción de los Guardias Marina*) de 1796.

Como si de un viaje a través del tiempo se tratara, y no será el único que les proponga a lo largo de este artículo, podríamos con la cronología de algunos inventos y descubrimientos, del siglo XVIII al XX, qué tecnologías han marcado el desarrollo de la vida del hombre hasta la actualidad, desde la máquina de vapor de James Watt de 1764 a los viajes en el transbordador espacial de nuestros días, tres siglos realmente apasionantes. Como ejemplos de descubrimientos del siglo XVIII tenemos el refrigerador artificial de William Cullen (1784), el telar mecánico de Edmund Cartwright (1785), la vacuna de la viruela de Edward Jenner (1796), o la pila de Alessandro Volta (1800). En el siglo XIX, se desarrolla el tren (1804, Richard Trevithick), la fotografía (1822, Joseph Nicéphore Niepce), el teléfono (1860, Antonio Meucci; “teletrófono”), el plástico (1862, Alexander Parkes), la máquina de escribir (1874, Christopher Lathan Sholes), el tejido sintético “rayón” (1885, Hilaire de Chardonnet), el automóvil con motor de explosión (1885, Karl Benz), el cine (1895, Auguste y Louis Lumière), los rayos X (1895, Wilhelm C. Roentgen), o la aspirina (1897, Félix Hoffmann).

Y en el último siglo consumido por el hombre en su planeta destacamos como inventos o descubrimientos, entre otros muchos, la radio (1901, Guglielmo Marconi), el avión (1903, Wilbur y Orville Wright), la primera emisión experimental de TV (1926, John Logie Baird), el cohete espacial (1926, Robert A. Watson-Watt), la penicilina (1928, Alexander Fleming), el telégrafo (1938, Samuel Morse), el reactor nuclear (1942, Enrico Fermi), la fibra óptica (1955, Navinder S. Kapany), el magnetoscopio (1956, Charles P. Ginsburg, Charles P. Anderson y Ray Dulby), el satélite artificial (1957, Unión Soviética; “Sputnik 1”), el chip (1958, Jack St. Clair Kilby), el láser (1960, Theodore Harold Maiman), la recombinación del ADN (1972, Paul Berg), Internet (1973, ARPANET, University College de Londres, y Royal Radar Establishment de Noruega), el ordenador personal (1976, Steven Jobs; “Apple I”), el disco compacto (1979, Sony y Philips), el transbordador espacial (1981, NASA; “Columbia”), el sistema de posicionamiento global o GPS (1993, Departamento de Defensa de los EE.UU.), el aislamiento de células madre (1998, James A. Thomson y John D. Gearhart), o la secuenciación del genoma humano (2000, Celera Genomics).

Sorprendente, ¿no creen?, la lista que acaban de leer. Por un lado, la multiplicación de grandes descubrimientos siglo tras siglo, y por el otro la ausencia de compatriotas en la misma. Esta situación es fiel reflejo de la escasa atención que ya históricamente han tenido los diferentes gobernantes de nuestro país para con la Ciencia y los científicos, y en definitiva para con la cultura y el progreso. Los casos de Santiago Ramón y Cajal (pionero sobre la estructura fina del sistema nervioso, que demostró la discontinuidad celular de las neuronas y anticipó el mecanismo de propagación del impulso nervioso) y de Severo Ochoa de Albornoz (que fue el primero en sintetizar un ácido nucleico), premios Nobel de Medicina en 1906 y 1959, respectivamente, son mera excepción.

Situados ya en nuestra época, la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia (RSEAPV) cree firmemente en la necesidad de establecer nuevas relaciones entre la ciencia y la sociedad civil, por muchos motivos, pero sobre todos ellos, para resolver los graves problemas que acechan a la humanidad, como la pobreza, la degradación del medio ambiente, la insuficiencia de los servicios de salud pública, y la escasez de alimentos y agua, temas íntimamente relacionados con el crecimiento demográfico. Por ello, en 1991, la “Económica” dio origen en su Junta de Gobierno a una nueva comisión, Investigación y Ciencia. Desde ese año la RSEAPV incrementó notablemente su actividad social, pero especialmente en torno a la Ciencia y la Tecnología. Entre los años 1983 a 1990, fueron menos de dos los científicos o tecnólogos que participaron cada año en la “Sociedad Económica”, y tras creada la nueva comisión, fueron más de tres cada año, los investigadores que estuvieron en la “Económica”, entre 1991-98, y más de ocho cada año, entre 1999-2002.

Los ciclos “Iniciación a la Investigación en la Comunidad Valenciana (Ciencias de la Vida)” donde participaron una nutrida representación de la ciencia valenciana (química orgánica, genética y medicina molecular, bioquímica, virología, acuicultura, nutrición, farmacología, toxicidad, fecundación “in vitro”, biodiversidad...) y “La Investigación Científica en el umbral del Siglo XXI” han sido sus referencias más destacadas. Además, la “Económica” en su serie de homenajes rindió honores en 1996 a la Ciencia, en los científicos Santiago Grisolia y Eduardo Primo Yúfera.

Sin querer ser exhaustivo en estos ciclos de la “Económica” se habló, entre muchos otros temas, del “Proyecto del Genoma Humano” (Santiago Grisolia), de “Envejecimiento, rejuvenecimiento y revitalización” (Jaime Miquel), de “Desarrollo económico y medio ambiente” (Ramón Margalef), de “¿Habrá Sida en el siglo XXI?” (Rafael Nájera), del “Estudio del origen de la vida sobre la tierra y la exploración del sistema solar” (Joan Oró), de “La Ciencia en España como cuestión pública” (Federico García), de “Inteligencia Artificial” (Luis Puelles), de “Inteligencia Humana” (José Sánchez Cánovas), del “Cáncer de mama” (Alberto Muñoz), de “La Lepra” (José Terencio de las Aguas), del “Desarrollo cerebral” (Gabiella Morreale de Escobar y José Manuel Rodríguez Delgado), del “Futuro de las técnicas de fecundación asistida” (Santiago Dexeus), del “Desarrollo de vacunas sintéticas” (Manuel Elkin Patarroyo), de “La Real Sociedad Económica de Amigos del País y la actividad científica valenciana” (José María López Piñero), de “La lluvia ácida” y del “Cambio Climático” (Millán Millán), y debates sobre “la utilidad de la investigación aplicada”, “¿hacia una sociedad transgénica?” o “telefonía móvil y salud”. Temas todos ellos de enorme interés para nuestra sociedad.

En el comienzo del siglo XXI, esta sociedad cree necesario que los gobiernos, la sociedad civil y el sector de producción asuman un compromiso firme y real

con la Ciencia en el III Milenio, y dejen de practicar lo que se ha denominado recientemente “Ciencia de Salón”, al igual que los científicos, todos ellos deben asumir un firme compromiso en pro del bienestar de la sociedad.

CIENCIA, SOCIEDAD Y PROGRESO

La ciencia debe de estar al servicio del conocimiento y el conocimiento al servicio del progreso, la Ciencia en la Sociedad y la Ciencia para la Sociedad. Por ello, esta RSEAPV organiza en una nueva etapa, el ciclo “Ciencia, Sociedad y Progreso”, para acercar los grandes problemas científicos a la sociedad, los grandes retos, y de esta forma contribuir a la educación y formación de los ciudadanos, objetivos que no son distintos a los que hace más de 225 años, unos valencianos “impregnados por la Ilustración” se marcaron para esta Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia.

Entre estas necesidades científico-sociales destaca la pregunta ¿qué está pasando con el clima? Este ha sido nuestro primer reto, nuestra primera cuestión. Contemplando la historia más reciente, meses atrás (2002), estábamos hablando de grandes tormentas, de inundaciones, de desastres naturales, que tienen en común el estado del clima; el 13 de agosto sin ir más lejos se anuncian lluvias torrenciales sobre Europa Central, 50.000 personas son evacuadas, Praga se inunda; el 14 de agosto en Alaska, un gigantesco glaciar cierra como si de un tapón se tratara la desembocadura de un fiordo, el nivel del agua sube; el 23 de agosto en China, 600.000 personas son evacuadas en los alrededores del lago Dongting ante la amenaza de que sus diques revienten e inunden un área donde viven 10 millones de personas... En 2002, las inundaciones han afectado a 17 millones de personas en más de 80 países; desgraciadamente más de 3.000 han muerto... ¿Hacia dónde caminamos? Esta pregunta en torno al clima obtuvo respuesta en la conferencia del científico Millán Millán (“El cambio climático, procesos y efectos en la cuenca mediterránea”), director de la Fundación CEAM (Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo).

Otro de los temas que pronto aterrizará en los debates de esta sociedad, heredera de la Ilustración, será el de las células madres y la medicina reparadora, de grandes expectativas de futuro y menospreciada por nuestro gobierno, al anteponer a los criterios científicos cuestiones de índole moral o religiosa.

Pero ya es de sobra conocido por todos, que nuestro país no es muy proclive a invertir en Investigación y Desarrollo, a pesar de tener un Ministerio de Ciencia y Tecnología, que da muy poco esplendor a sus apellidos. Esta situación de provincialismo científico que ya es crónica, y no sólo en la etapa “azul”, nos hizo perder el tren de la secuenciación del genoma humano, a pesar de que Severo Ochoa (premio Nobel estadounidense, asturiano de nacimiento) contribuyera con sus descubrimientos a describir el “alfabeto de la vida”, piedra angular de la secuenciación.

El Ministerio de Ciencia y Tecnología no pone estaciones, ni siquiera apeaderos, por donde pasa el tren de la Ciencia del siglo XXI. Hoy, tenemos en uno de sus vagones a las células madre, células troncales o “stem cells”, que son capaces de convertirse en condiciones adecuadas en cualquiera de los 200 tipos celulares que componen nuestro organismo. Día a día numerosas patologías se van convirtiendo en diana de la investigación con células madre embrionarias, como: (1) Enfermedad de Parkinson y otras alteraciones de tipo neurológico, como el Alzheimer; (2) Enfermedades degenerativas del ojo, en especial de la córnea y retina; (3) Diabetes juvenil y enfermedades hepáticas, como el fallo hepático fulminante; (4) Alteraciones del sistema inmunológico, sanguíneo y el cáncer, como la inmunodeficiencia severa, ciertas anemias o leucemia; y (5) Enfermedades del esqueleto, músculo y médula ósea, como las distrofias musculares..., e incluso en enfermedades cardíacas, por citar tan sólo algunas.

Hace unos meses la revista *Cell* publicaba el trabajo de unos científicos del Instituto Médico Howard Hughes de los EE.UU., que administrando una mezcla precisa de señales químicas (ácido retinoico y el factor proteico “sonic hedgehog”) a células troncales embrionarias de ratón en cultivo, estas se diferenciaban en neuronas motoras funcionales, que son las responsables de controlar el movimiento de los músculos. Los investigadores se están preguntando lo mismo que usted, ¿podrán estas neuronas motoras regenerar la médula espinal que haya sido dañada por un traumatismo o por una enfermedad neurodegenerativa, como la esclerosis lateral amiotrófica? Solo la Ciencia tiene la respuesta.

LOS RETOS DEL FUTURO

Pero, ¿cómo será el futuro más próximo?, ¿qué cuestiones científico-tecnológicas abordaremos en la próxima década? Hoy no lo sabemos con exactitud, la actualidad de los descubrimientos marcará las pautas del desarrollo, las revistas científicas nos acercarán a esta apasionante historia que acaban de comenzar, a sus ideas, hipótesis, leyes y teorías. Y en ellas, encontraremos a los protagonistas, los científicos y tecnólogos que marcarán las pautas del siglo XXI, algunos de ellos participarán en nuestro nuevo ciclo sobre “Ciencia, Sociedad y Progreso”.

Precisamente fue durante la Ilustración cuando se desarrollaron grandes publicaciones que recogían los avances científicos de la época, como la revista de la Royal Society de Londres, la de la Academia de Ciencias de París, las *Nouvelles de la République des Lettres* de Bayle o el *Acta Eruditorum* de Leipzig. Y desde entonces, la evolución de la ciencia está íntimamente relacionada con la existencia de publicaciones especializadas, así a principios del siglo XIX las revistas científicas son ya 75 y a comienzos del siglo XXI estas se cuentan por miles. De las revistas de la Ilustración, de sus orígenes, tan solo tres continúan publicándose hoy en día, en el siglo de la biotecnología y de la bioingeniería.

nería, *Botanical Magazine* de 1787 (Londres), *Annales de Chimie* de 1789 (París) y *Philosophical Magazine* de 1798 (Londres). Este breve comentario unido al listado de inventos y descubrimientos, aunque breve, da una idea de cuál ha sido en estos tres siglos la evolución del conocimiento científico.

No podría finalizar este artículo sin ofrecerles, en mi opinión, algunos de los grandes retos que esperamos en el siglo que acabamos de comenzar a caminar. Pero antes de ello, déjeme que les recuerde lo que nuestros antecesores de principios del xx pronosticaron para los habitantes del xxi: enormes edificios de cientos de pisos, automóviles voladores, viajes interestelares, hecatombes... Sin embargo, algunas historias más cercanas en su momento al mundo de la ciencia ficción, se han aproximado a la vida en el nuevo siglo. Así, George Orwell (Eric Arthur Blair, 1903-1950) en su obra *1984* publicada en 1949, retrata la agonía del hombre en el poder, en una sociedad totalitaria, con la vida bajo una vigilancia constante del “Gran Hermano”; Aldous Leonard Huxley (1894-1963) en *Un mundo feliz* (1932) relata nuevos paraísos artificiales elaborados por la investigación médica, en una visión deshumanizada y utópica del futuro; Harry Harrison (1925-) en *¡Hagan sitio!, ¡Hagan sitio!* (1966) describe una ciudad de Nueva York caótica y congestionada para el año 1999, con miles de habitantes adictos a la comida basura, y altamente polucionada; James Graham Ballard (1930-) en *El mundo sumergido* (1962) describe cómo a consecuencia de las fluctuaciones de las radiaciones solares los casquetes polares se funden, el mar aumenta su nivel, y la temperatura media del planeta se eleva, y en *Rascacielos* (1975), del mismo autor, nos muestra una ciudad de Londres con edificios inteligentes, perfectos y autosuficientes que sucumben en un lento y progresivo caos; y finalmente William Gibson (1942-) en *Neuromante* (1984) relata un mundo impersonal en el que los derechos individuales están constantemente amenazados por grupos de corporaciones que controlan la sociedad, mientras que los protagonistas mantienen sus cuerpos alterados cibernéticamente y operan directamente en el ciberespacio. ¿Les suena algo de todo esto, familiar?

El futuro será, sin lugar a dudas, apasionante. Y la “Económica” de Valencia tiene el compromiso de poder ofrecer a sus socios algunos de sus retos más importantes. Intentar describir lo que podrá ocurrir en nuestra sociedad en el futuro más allá de unos pocos años, con respecto a la ciencia y a la tecnología, es arriesgado. Sin embargo, en las próximas líneas intentaré un ejercicio de prospectiva, que constituirá el segundo viaje que les prometí al comienzo de este artículo. Una viaje, a través de la Ciencia, en un siglo xxi donde la bioingeniería, la simbiosis entre la ciencia médica y la tecnología, cambiara el mundo; en este momento robots teledirigidos comienzan a entrar en los quirófanos y próximamente la genética molecular se utilizará para mejorar la especie.

En primer lugar espero poder leer de nuevo este texto en el 2050 y por qué no también en el 2075, donde habré alcanzando los 120 años de edad, límite establecido por los científicos para la vida humana en el siglo xxi; aunque otros investigadores como Arthur C. Clarke (1917-), autor junto a Stanley

Kubrick (1928-1999) de la película *2001: una odisea del espacio* (1968), cifran el descubrimiento del secreto de la inmortalidad para el 2090; ¡demasiado tarde! La tecnología propia del ácido desoxirribonucleico y de su entorno (ingeniería genética, clonación, biotecnología...) marcarán el futuro de la humanidad, en el siglo donde la biología y la bioingeniería serán protagonistas.

LA CIENCIA COMO PROTAGONISTA

Cuando finalizó el siglo xx, American Online analizó las 100 noticias más importantes del siglo y a la Ciencia le correspondieron 38; la primera de ellas hacía referencia al lanzamiento de las bombas nucleares de Hiroshima y Nagasaki (1945), y la segunda al aterrizaje del hombre en la Luna en 1969. En el cuarto lugar de este "TOP 100" del siglo xx se coloca el primer vuelo en aeronave (1930), y en lugar 11º el descubrimiento del primer antibiótico, la penicilina (1928). El lanzamiento del cohete Sputnik se sitúa en el puesto 18º, la teoría de la relatividad en el 19º, la píldora abortiva en el 20º, la vacuna contra la polio en el 21º, la identificación del virus del sida en el 25º, el ordenador personal en el 31º e Internet en el 32º. Sin embargo, el desarrollo del primer motor de avión (1939) se sitúa en el "listado de éxitos" en la posición 61º, y el anuncio del primer mamífero clonado, la oveja Dolly, en el 79º, un puesto por delante del desarrollo de la física cuántica.

Al mismo tiempo la revista *Physics World* sometió a votación entre sus lectores quién era el mejor científico del siglo xx. El ganador fue Albert Einstein (1879-1955), que cambió las concepciones del espacio y del tiempo de nuestra época, le siguieron Niels Bohr (1885-1962), Werner Karl Heisenberg (1901-1976) y Ernest Rutherford of Nelson (1871-1937).

Si la física aparece en el siglo xx como la Ciencia más apasionante, las matemáticas se constituyen en la más bella de las ciencias. Los matemáticos dicen que "la mejor manera de comprender y apreciar la belleza de una ecuación es verla en su forma codificada original". El poder y la belleza de las matemáticas se aprecia en la obra de Michael Guillen *Cinco ecuaciones que cambiaron el mundo* (1995), donde gracias a sus científicos es posible, hoy en día, que los aviones vuelen (ley de la presión hidrodinámica de Daniel Bernoulli, 1700-1782), que tengamos electricidad (ley de la inducción electromagnética de Michael Faraday, 1791-1867), que viajemos a la luna (ley de la gravitación universal de Isaac Newton, 1642-1727), la energía atómica (teoría de la relatividad espacial de Albert Einstein) o comprender la mortalidad de toda la vida terrestre (segunda ley de la termodinámica de Rudolf Emanuel Clausius, 1822-1888).

En el futuro una serie de ordenadores diminutos viajarán por el interior de nuestro organismo no solo para chequear la salud y realizar analíticas, sino también para aportar soluciones a nuestro cuerpo, eliminar toxinas, controlar secreciones hormonales, aplicar medicamentos, reparar tejidos, desatascar arterias, cerrar heridas o prevenir dolencias, como los infartos cerebrales y de miocardio. De estos ordenadores reducidos, llamados “máquinas biomoleculares”, basados en las ideas del matemático Alan Mathison Turing (1912-1954), ya existen algunos prototipos, aunque por el momento macroscópicos.

Como también existen estudios, algunos de ellos publicados en *Science*, que demuestran que un ordenador bien programado puede ser más creativo que una persona. En el mágico Instituto de Tecnología de Massachusetts en los EE.UU., se trabaja en el desarrollo emocional de los ordenadores. En el futuro, a través de un dispositivo especial por el que viajarán nuestras ondas cerebrales y que sustituirá a los teclados, el ordenador podrá leer nuestros sentimientos y ayudarnos tanto en la toma de decisiones como a superar situaciones de riesgo.

En muy pocos años, antes de que finalice este primer decenio, el sistema nervioso estará conectado a piezas robotizadas. Al final del siglo xx, un grupo de investigadores norteamericanos publicó en *Nature Neuroscience* cómo conectar con éxito una pata robotizada con el cerebro de una rata de laboratorio. Por lo tanto, parece que será un sueño alcanzable, en un relativo corto espacio de tiempo, el desarrollo de nuevos miembros ortopédicos para humanos, dirigidos por su propio cerebro.

Para el 2015 los bioingenieros-biomédicos podrán “ver” a través de los ojos de sus pacientes numerosas enfermedades y diagnosticarlas con mayor exactitud. Científicos de la universidad de Berkeley en EE.UU. han conseguido traducir las ondas cerebrales emitidas por el nervio óptico de un gato y convertirlas en señales de televisión. A través de la construcción de diminutos emisores que traduzcan estas señales, y que serán insertados, sin daño alguno, por ejemplo en el sistema nervioso periférico humano, podrán conocerse las sensaciones, visiones y sentimientos de las personas e incluso grabarlas en un sistema fotónico, como si de un viaje al interior de la mente se tratara.

Nuevos microchips basados en la tecnología digital de la luz, capaces de leer millones de secuencias de ADN por segundo, acelerarán la secuenciación del genoma de todas aquellas especies de interés comercial. Animales como la vaca se convertirán en biorreactores naturales capaces de sintetizar, junto a la leche, cualquier molécula.

Los hospitales, según *British Medical Journal* (Londres), implantarán en sus “clientes” chips personalizados (“cuidadores electrónicos”), que además de poder vigilar sus enfermedades a distancia, permitirán la comunicación “online” con los biomédicos. Durante el postoperatorio, las ropas del hospital llevarán microsensores que controlarán de forma muy precisa las señales vitales de los enfermos, controlarán sus goteros, la respiración asistida, o la administración

de fármacos, por ejemplo. Los robots llenarán los hospitales, encargándose desde tareas de limpieza y eliminación de residuos hasta participando en los quirófanos asistiendo en las operaciones, que serán teledirigidas desde cualquier parte del planeta.

La regeneración de huesos, hígado, órganos genitales e incluso de partes del cerebro será posible en el 2010. La neurogénesis de la corteza cerebral, donde reside el pensamiento, el aprendizaje o la toma de decisiones, está comenzando a ser una realidad para la especie humana en las postrimerías del XXI. Sin embargo, los mecanismos de este fenómeno serán conocidos con detalle en la segunda década del siglo. De esta forma se podrán regenerar las neuronas perdidas en el Alzheimer, la síntesis de dopamina para el Parkinson, recuperar la amnesia o aquellas células que mueran como consecuencia de un golpe o de cualquier lesión, hoy consideradas como irreversibles.

¿UN MUNDO PERFECTO?

Pensadores como Umberto Eco (1932-) o Arthur C. Clarke y científicos como W. French Anderson (1936-) coinciden que en 2057 utilizaremos la manipulación genética para mejorar la especie y competiremos con las máquinas, la eugenesia se generalizará, las enfermedades se reducirán y los viajes a las lunas de Júpiter serán una realidad. Esto ocurrirá una vez eliminadas enfermedades como el Alzheimer, el Sida y otras infecciones. Los conocimientos de la revolución genética se utilizarán tanto para mejorar las características propias como la de sus descendientes. La reproducción “in vitro” y el desarrollo de la vida extrauterina serán las formas de procreación más utilizadas. Animales transgénicos, con genes humanos que anulen la inmunología del rechazo, nos facilitarán los trasplantes.

En este siglo las máquinas serán capaces de pensar de forma independiente y los humanos deberán implantarse en su cerebro de forma biotecnológica “suplementos” para ponerse a su altura intelectual. Con el desarrollo de estas técnicas las diferencias idiomáticas desaparecerán. La evolución de la bioingeniería y de los aparatos de inteligencia artificial, crearán una nueva forma de “vida”. Para el tecnólogo John Dvorak, en 2015 los dispositivos fotónicos ya habrán sustituido a los semiconductores, y serán 1000 veces más potentes que en la actualidad, y 1000 veces más compactos, en el 2030 un millón de veces y en el 2045 los robots formarán parte de la sociedad.

En la actualidad algunos investigadores como Kevin Warwick llevan implantados chips en su cuerpo que controlan el acceso a sus laboratorios de investigación, y piensan que la telefonía tal y como la conocemos hoy en día desaparecerá, para dejar paso a la comunicación “telepática”.

Pero todos estos “avances” llevan a otros científicos a pensar que con semejante progreso los humanos perderán su capacidad de atención, que será sustituida por las máquinas, y en unos años nos convertiremos en individuos

incapaces de imaginar, y este será uno de los principales problemas de 2100. Otro de los problemas para finales del siglo XXI será la posibilidad de que los recursos terrestres se terminen. Si en 1960 había 3000 millones de habitantes sobre el planeta, y acabamos de alcanzar los 6000 millones, para el 2100 se espera que la Tierra alcance los 11.000 millones de habitantes. La “sobrepoblación” será una amenaza para la biosfera.

Por otro lado, todos estos avances tecnológicos aumentan las posibilidades de que podemos estar más vigilados, y de hecho lo estamos ya. La vida bajo la vigilancia, bajo la lupa constante del “Gran Hermano” que describía George Orwell en su novela satírica *1984*, estará cada día más presente en la sociedad del futuro.

Ordenadores diminutos, viajes al interior del cuerpo humano, el fin del cáncer, el control del tiempo... la ciencia sólo tendrá como límite la imaginación de la especie humana, esperemos conservar esta capacidad a lo largo del siglo XXI.

El verdadero reto para la “Sociedad Económica” de Valencia es poder mostrar a sus socios y simpatizantes con gran anticipación, como lo viene haciendo en las últimas décadas, mediante conferencias, mesas redondas y publicaciones, el futuro de la especie humana y de nuestra comunidad valenciana durante el siglo XXI.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEIXANDRE, Francisca. *Catálogo de la Biblioteca de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia*. Valencia: RSEAPV, 1972. 567 pp.
- ALEIXANDRE, Francisca. *Catálogo Documental del Archivo de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia de 1776 a 1876*. Valencia: RSEAPV, 1978. 1006 pp.
- BENAVENT MONTOLIU, Jorge F. *El País Valenciano en el siglo de la Ilustración*. Valencia: 7 i mig, 1999. 119 pp.
- BOWLES, William. *Introducción a la Historia Natural y a la Geografía Física de España...* 3ª ed. Madrid: Imprenta Real, 1789. 13 h., 554 p.; 21 cm. Sign.: A-4/70.
- BUFFON, George Louis Le Clerc. Comte de. *Historia natural general y particular...* continuada por el Conde de la Cépède. Traducida por don Joseph Clavijo y Faxardo. Madrid: J. Ibarra, 1785. 24 v.; 20 cm. Sign.: A-3/83.
- CEPEDA ADÁN, José y Paloma PERNIL ALARCÓN. *Educación y cultura en la época de Carlos III*. Madrid: Universidad Complutense, 1990. 108 pp.
- CHAPIN, John K., MOXON, Karen A., MARKOWITZ, Ronald S., and NICOLIS, Miguel A.L. *Real-time control of a robot arm using simultaneously recorded neurons in the motor cortex*. *Nature Neuroscience*, 2: 664-670, 1999.
- CISCAR, Gabriel. *Tratado de Trigonometría esférica para la instrucción de los Guardias Marinas*. Cartagena: Oficina de Marina de este Departamento, 1796. 2 h., 160 p., 4 h., grab. pleg.; 28, 5 cm. Sign.: A-4/11.
- CLARKE Diana L., JOHANSSON, Clas B., WILBERTZ, Johannes, VERESS, Bikorka., NILSSON, Erik., KARLSTRÖM, Helena., LENDALH, Urban, and FRISÉN, Jonas. *Generalized potential of adult neural stem cells*. *Science*, 288: 1660-1664, 2000.
- COOK, James. *Voyage dans l’Hémisphère Austral et autour du monde...* dans lequel on a inséré la Relation du Capitaine Furneaux et celle de MM. Forster. Traduit de l’anglois. Ouvrage enrichi... par M. Hodges. Paris: Hôtel de Thou, 1778. 5 v.; 26 cm. Sign.: A-4/120.

- CORACHÁN, Juan Bautista. *Arithmética demostrada teórico-práctica para lo matemático y mercantil...* Barcelona: Juan Piferrer, 1719. 2 h., 494 p., 7 h.; 21,5 cm. Sign.: A-2/79.
- GEYMONAT, Ludovico. *Historia de la filosofía y de la ciencia. Del Renacimiento a la Ilustración.* Barcelona: Editorial Crítica, 1985. 352 pp.
- GUILLEN, Michael. *Cinco Ecuaciones que cambiaron el Mundo. El poder y la belleza de las matemáticas.* Madrid: Editorial Debate, 1999. 235 pp.
- KAUFMAN, Dan S., HANSON, Eric T., LEWIS, R.L., AUERBACH, Robert, and THOMSON, James A. *Hematopoietic colony-forming cells derived from human embryonic stem cells.* Proc. Natl. Acad. Science, 98: 10716-10721, 2001.
- KENNEA, N.L., and MEHMET, H. *Neural stem cells.* Journal of Pathology, 197: 536-550, 2002.
- MÉNSUA, Laura. *Catálogo Documental del Archivo de la Real Sociedad Económica de Amigos del País de Valencia de 1877 a 1940.* Valencia: RSEAPV, 2001. 289 pp.
- MOLLET, Jean-Antoine. *Leçons de Physique experimentale...* Paris: Frères Guerin, et al., 1749-1764. 6 v.; 18 cm. Sign.: A-5/104.
- PORTOLÉS, Manuel. *El "Bioensayo", una necesidad leibniziana del progreso tecnológico.* Actas del Congreso Internacional "Ciencia, Tecnología y Bien Común: La actualidad de Leibniz. Leibnizius Politechnicus, 2: 499-508. 2001.
- PORTOLÉS, Manuel. *Vitaminas para la Ciencia. ¿Es posible investigar en precario?* Contrastes 22: 151-158, 2002.
- ROBINSON, Frank M. *Science Fiction of the 20th Century.* Portland: Collectors Press, 1999. 256 pp.
- SCHULTZ, W., DAYAN, P., and MONTAGUE, P.R. *A neural substrate of prediction and reward.* Science, 275: 1593-1599, 1997.
- SELLÉS, Manuel, PESET, José Luis y LAFUENTE, Antonia. *Carlos III y la ciencia de la Ilustración.* Madrid: Alianza Editorial, 1989. 408 pp.
- TALWAR, Sanjiv K., XU, Shaohua, HAWLEY, Emerson S., WEISS, Shennan A., MOXON, Karen A., and CHAPIN, John K. *Behavioural neuroscience: rat navigation guided by remote control.* Nature, 417: 37-38, 2002.
- TOSCA, Tomás Vicente. *Compendio Mathematico.* Valencia: Joseph García, 1757. 8 v.; 19,5 cm. Sign.: A-6/39.
- TURLEJSKI, K., and DJAVADIAN, R. *Life-long stability of neurons: a century of research on neurogenesis, neuronal death and neuron quantification in adult CNS.* Prog Brain Res, 136: 39-65, 2002.
- WARWICK, K. *Thought to computer communication.* Stud Health Technol Inform, 80: 61-68, 2002.
- WICHTERLE, Hynek, LIEBERAM, Ivo, PORTER, Jeffery A., and JESSELL, Thomas M. *Directed differentiation of embryonic stem cells into motor neurons.* Cell, 110: 385-397, 2002.