

# DICCIONARIO DE TÉRMINOS USUALES EN EL PERIODISMO CIENTÍFICO

Autor: Manuel Calvo Hernando  
Doctor en Ciencias de la

Información

## **INTRODUCCIÓN**

Con excepción de los Estados Unidos, el Periodismo Científico, tal como se hoy conoce y se practica, nació a mediados del siglo XX, como consecuencia de los acontecimientos que conmovieron o interesaron al mundo en aquellos años: lanzamiento de las primeras bombas atómicas, primer congreso mundial sobre el medio ambiente, crisis del petróleo y después, la eclosión de los dos gigantescos conjuntos científico-tecnológicos de fines del siglo XX: la biología y la genética, por una parte, y las nuevas tecnologías de la comunicación y la información, por la otra.

La crisis de los años setenta del siglo XX marcó el fin del modelo económico que tras la II Guerra Mundial dio lugar a un crecimiento sostenido de las sociedades industrialmente avanzadas. La base tecnológica de este modelo se fundamentó en la innovación científica y tecnológica de la segunda revolución industrial, desarrollada a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX. La generalización de estas innovaciones asociada a las transformaciones del proceso productivo, junto con la generalización de los principios tayloristas y fordistas de la producción, con la cadena de montaje y la producción en masa, inundaron los mercados de nuevos productos manufacturados a precios asequibles para crecientes sectores de las poblaciones de los países industrialmente avanzados, mediante la combinación de los incrementos sostenidos de la productividad y las transformaciones de los sistemas financieros y comerciales.

La crisis de los setenta representó la quiebra del modelo productivo, económico, social y cultural de la sociedad industrial y reveló el agotamiento de la onda expansiva del capitalismo de la segunda posguerra. Una crisis que por su extensión, intensidad, dimensiones y repercusiones debe ser calificada como una crisis civilizadora, que marcó el declive de la sociedad industrial tal como se había configurado a lo largo de un siglo y medio, tanto en su vertiente occidental como soviética. La caída del muro de Berlín, el 9 de noviembre de 1989, simbolizó el definitivo derrumbe del modelo de sociedad industrial surgido de la Revolución de Octubre.

## **EL FENÓMENO SOCIAL DE LA DIVULGACIÓN**

Por otra parte, el desarrollo de la microelectrónica desde los años sesenta estaba sentando las bases de la revolución de las telecomunicaciones del último cuarto del siglo XX; sus primeros pasos significativos se produjeron en el decenio de los años setenta con el desarrollo de los ordenadores personales y la creación de la red patrocinada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, que sería el antecedente directo de Internet. En los años setenta y ochenta las nuevas tecnologías vinculadas a la microelectrónica y los satélites establecieron las bases de lo que sería el espectacular despegue de la “sociedad de la información”, que alzaría

velocidad de crucero en los años noventa del siglo XX.

En estas transformaciones desempeñó un papel de primer orden el desarrollo de los *mass media*. La industria audiovisual (radio, cine, música y televisión) a lo largo de la segunda mitad del siglo XX contribuyó de modo decisivo a difundir a escala planetaria los modos de vida y sistemas de valores de las sociedades opulentas. La multiplicación de los canales televisivos, los satélites de comunicaciones y las redes de cable difundieron los contenidos informativos y de ocio de la cultura norteamericana y ello fue seguido, en mayor o menor grado, por el resto de los países del mundo.

Al analizar la situación de la divulgación científica en Francia, y después de recordar que la cultura de nuestro tiempo está completamente marcada por la ciencia, Fayard sitúa el fenómeno social de la divulgación actual como parte de una evolución cuyo estadio inicial era el concepto estrecho y limitado a la sola transmisión de mensajes de vasos supuestamente llenos, es decir, los científicos, a vasos supuestamente vacíos, es decir, el gran público. Para Fayard, y para algunos de nosotros, este planteamiento no se adapta a los desafíos contemporáneos de la comunicación científica pública.

Ernesto Páramo, director del Parque de las Ciencias de Granada, se ha preguntado cuál es el mayor reto actual de la ciencia. Paradójicamente, afirma, la respuesta a esta cuestión no es propiamente de carácter científico sino de tipo social; mejor aún, de Comunicación Social: la ciencia debe sintonizar urgentemente con la sociedad. Cada día más personas se suman a esta reflexión sobre la necesidad de una Comunicación Social de la Ciencia teniendo en cuenta el papel que Ciencia y Tecnología tienen en el mundo actual.

En general, el término "Comunicación Científica" equivale al intercambio de conocimientos e investigaciones entre los miembros de la Comunidad Científica y especialmente entre quienes se dedican a la misma especialidad investigadora. "Periodismo Científico", en cambio, es la información al público en general sobre los avances y progresos de la ciencia y la tecnología, mediante el uso de los medios informativos de comunicación de masas".

Entre ambos tipos de actividad se habla hoy de "Comunicación Científica Pública", que es la transmisión del conocimiento a través también de otros medios distintos de la prensa, la radio y la TV y, por supuesto, de la docencia profesional. La comunicación pública de la ciencia está a cargo de los museos interactivos, las conferencias, los coloquios, los campamentos juveniles de ciencia, las ferias de la ciencia e incluso el uso de los espectáculos para transmitir al gran público el saber científico.

La actividad de un comunicador para transmitir conocimientos entre unos científicos y otros suele llamarse "comunicación científica", y se realiza, generalmente, a través de las revistas especializadas, los congresos y los intercambios personales, éstos últimos por cualquier instrumento adecuado, como las cartas, el teléfono y últimamente, las redes telemáticas y sobre todo Internet.

#### PERIODISMO INDUSTRIAL

En México se acuñó hace años la expresión "Periodismo Industrial". Laura Guerrero Rueda relaciona esta especialidad con el tema de la comunicación en la empresa, tanto interna como externa y cita la revista industrial como medio de dirigirse al público en una empresa industrial. Un instrumento tan valioso como la comunicación, afirma, no debe pesar inadvertido para las grandes y pequeñas empresas. El periodismo industrial es el engranaje que mueve la buena voluntad, la confianza y el prestigio de la empresa (Guerrero,

1969).

Siempre que el autor de este diccionario lee a Umberto Eco encuentra observaciones y descubrimientos que parecen hechas a propósito para la divulgación de la ciencia. En *Seis paseos por los bosques narrativos* (1994) hace esta afirmación, que nos parece una razón de ser no sólo de la ficción narrativa, sino del Periodismo Científico. Veamos el párrafo completo:

**Si los mundos narrativos son tan confortables, ¿por qué, entonces, no intentar leer el mismo mundo real como si fuera una novela?**

Después de disfrutar de algunas de estas obras espléndidas de la moderna divulgación científica del siglo XX, se tiene la sensación de que el mundo real es tan maravilloso como el ficticio, o quizá más. Pero las cosas no quedan ahí. El escritor y profesor nos recuerda, en este mismo libro, que los textos de ficción acuden en auxilio de nuestra poquedad metafísica, y que seguimos sin estar seguros, en absoluto, de que el mundo real, con todas sus infinitas y posibles reproducciones, sea finito e ilimitado o infinito y limitado.

#### ACEPCIONES DIVERSAS

Umberto Eco recuerda que ha habido numerosas interpretaciones de *Caperucita Roja*, en clave antropológica, psicoanalítica, mitológica, feminista, etc., entre otras cosas porque la historia ha tenido varias versiones y en el texto de los hermanos Grimm hay cosas que no hay en el de Perrault y viceversa.

Las diferencias entre "divulgar", "informar", "difundir" y "comunicar" se deducen de las definiciones de estas actividades.

-*Divulgar* es hacer partícipe del conocimiento, en este caso de carácter científico, utilizando cualquiera de los medios e instrumentos citados.

-*Informar* es transmitir datos, generalmente formalizados, para que los destinatarios puedan compartir los saberes que crean los especialistas, a través de canales adecuados: prensa, radio, TV., redes telemáticas y cualquier tipo de documento impreso, desde el periódico y la revista hasta el libro, el folleto y diversos instrumentos que suelen tener menor circulación.

-*Difundir* tiene un carácter más amplio y menos preciso que *informar* y sus destinatarios son menos homogéneos y más diversificados.

-Por último, *comunicar* es un concepto situado entre la difusión y la información.

Conviene recordar que los estudiosos de la Comunicación, y entre ellos Armand Mattelart, han reiterado y profundizado en esta polisemia del término y el concepto de Comunicación, y en cuanto a la ciencia, ha sido largo y complejo el camino desde el pensamiento griego hasta la diversidad, la multiplicidad y las continuas divisiones y subdivisiones actuales.

**TEXT O**

## **10 IMPACTOS DE LA CIENCIA DEL SIGLO XX**

-La teoría de la relatividad de Einstein, que ha revolucionado los conceptos de espacio y de tiempo, de masa y de energía, y las ideas sobre la gravedad y le estructura el universo.

-La mecánica cuántica, construida, entre otros, por Bohr, Schrödinger, Heisenberg, Dirac y Pauli, que nos ha sumergido en el desconcierto y la perplejidad, porque ha trastocado los conceptos de realidad y objetividad, y ha ahuyentado el determinismo clásico.

-La determinación de la estructura del ADN, aportada por Watson y Crick, con las consiguientes técnicas de ingeniería genética y clonación, y las implicaciones éticas que comportan estas técnicas.

-La física atómica y nuclear, que nos ha permitido conocer la estructura de la materia, que nos da luz y energía, y nos permite combatir el cáncer y hacer resonancias magnéticas nucleares, pero que también nos ha hecho saber de las posibilidades inmensas de destrucción humana,

-El mundo espectacular de la microelectrónica, que con la teoría de la información y la lógica matemática ha originado la revolución de las tecnologías de la información, ha propiciado Internet y nos ha conducido a una nueva revolución industrial asociada a la informática.

-La incompletud de los sistemas matemáticos formales anunciada en el teorema de Gödel y el estudio matemático de la complejidad de los sistemas caóticos, que, aparte de la mecánica cuántica, han hecho tambalear las ideas deterministas y las verdades infalibles.

-Los *paisajes artificiales* de la química, que nos han ofrecido nuevos medicamentos, materiales plásticos *indestructibles*, colorantes, conservantes y *alimentos sintéticos* y nuevos materiales alejados de los productos *naturales*.

-El Big-Bang, que nos ha abierto una nueva ventana al Universo, y que nos inquieta cuando sostiene que es capaz de explicar su evolución a partir de 10 elevado a menos 43 segundos tras la gran explosión.

La circunstancia de vivir los resultados de la creación científica de nuestros días, con una incidencia y un aprovechamiento tan espectaculares, abre las puertas de la curiosidad, estimula el afán de conocimiento y anima a las personas a interesarse por la ciencia y la tecnología que nos inundan implacablemente

## **ACONTECIMIENTO**

Es un término tomado de Whitehead para sustituir la noción de descubrimiento y proporcionar una alternativa a su muy improbable filosofía de la historia (una filosofía de la historia en la que el objeto permanece inmóvil mientras que la historicidad humana de los descubridores recibe toda la atención). El hecho de definir un experimento como un acontecimiento tiene consecuencias para la historicidad de todos sus elementos integrantes, incluyendo a los no humanos, ya que estos elementos son las circunstancias de ese experimento (Latour)

## **ADN**

Ácido desoxirribonucleico, un polímero compuesto por una secuencia de nucleótidos. En castellano suele llamarse ADN. En las células el ADN se

dispone en forma de una doble hélice de cadenas complementarias. Esta doble hélice tiene la capacidad de autorreplicarse. El ADN sólo se reproduce dentro de la célula. Por tanto, no es un ser vivo en ningún sentido estricto de "vida" que implique autorreproducción. La reproducción de un organismo con herencia de su estructura requiere un sistema de almacenamiento y transmisión de la información. Toda la información genética del organismo está codificada y almacenada en su ADN. Dentro de la célula, el ADN dirige la síntesis de proteínas. Las instrucciones para hacer una proteína están en un gen (un cierto fragmento del ADN).

El código genético se basa en un alfabeto de cuatro letras (los cuatro nucleótidos del ADN) y en palabras de tres letras (los tripletes o codones), que codifican la secuencia de aminoácidos de las proteínas.

### **AGUJERO NEGRO**

Región del espaciotiempo, limitada en el espacio, donde el campo gravitacional es tan intenso que conforme a la teoría general de la relatividad, sólo puede absorber materia y radiación del Universo alrededor, pero no puede emitirlas. Esta región está tan curvada sobre sí misma, que nada detectable, ni siquiera la luz, puede escapar de ella. En 1967 Wheeler bautizó tales regiones como *agujeros negros*. El nombre de "agujero" se debe a que es más bien una especie de vacío que un cuerpo y lo de "negro" alude a que la luz no puede escapar de su confinamiento gravitatorio. El Sol tendría que contraerse hasta una esfera de tres kilómetros de radio para formar un agujero negro.

El agujero negro es una región prácticamente vacía, con toda su masa concentrada en una singularidad central (véase SINGULARIDAD).

### **AGUJEROS DE GUSANO**

En el espacio euclídeo, simple y plano -el espacio en el que intuitivamente pensamos que vivimos- hay sólo un camino más corto entre dos lugares. Cualquier alteración introducida en dicho camino lo hace más largo. Puesto que la teoría de Einstein nos dice que el espacio no es plano, existen posibilidades más interesantes para la forma en que se conectan las localizaciones espaciales. Es posible que existan dos (o más) caminos distintos entre dos lugares. Ambos caminos podrían ser "el más corto" en el sentido de que cualquier pequeña alteración alarga el camino. Los dos caminos no tienen por qué ser de la misma longitud, y de hecho uno de los caminos puede ser mucho más corto que el otro. En una situación semejante, los físicos del espaciotiempo llaman al camino más corto "agujero de gusano". Los lugares en donde este camino se hace distinto se denominan las bocas del agujero de gusano.

### **AMINOÁCIDOS**

Son los componentes estructurales y fundamentales de este tipo especial de polímeros que son las proteínas (ver PROTEÍNAS). Todos los aminoácidos están contruidos según el mismo diseño básico. Aunque hay una inmensa variedad de aminoácidos posibles, tan sólo veinte tipos distintos de ellos son utilizados por la vida en la Tierra para fabricar proteínas. En 1952, Miller y Urey realizaron el primer experimento que pretendía reproducir las condiciones existentes en la Tierra cuando se originó la vida. En un matraz reprodujeron una "atmósfera" consistente en una mezcla de vapor de agua, metano, amoníaco e hidrógeno, sometida a fuertes descargas eléctricas (los

“rayos”). Dentro del matraz se produjeron varios aminoácidos encontrados en las proteínas.

### **ANALOGÍA Y PERIODISMO CIENTIFICO**

La analogía constituye un recurso ampliamente utilizado en Periodismo Científico con el propósito de hacer accesible y comprensible una determinada información. Los propios científicos se sirven de analogías cuando hablan o escriben para el público no especializado y cuando escriben artículos de divulgación científica. El recurso de la analogía trata de atender una recomendación sobre la necesidad de poner el texto al alcance del lector. El brasileño José Reis recomienda evitar la jerga científica y utilizar palabras del lenguaje cotidiano. El artículo de divulgación -recuerda José Reis- no es un capítulo de un manual técnico ni se destina un público homogéneo, especialmente preparado. Reis pide un poco de valor para relativizar la precisión exigida del texto científico preparado para especialistas y acudir a analogías, generalizaciones y aproximaciones (trabajos publicados en la revista brasileña *Ciencia e Cultura* de febrero de 1972 y junio de 1982. La analogía es uno de los recursos literarios recomendados por Burkett como adecuados para conseguir que lo invisible se haga visible para el público, sea lector, espectador u oyente. Hay que manejar la analogía con algún cuidado, para no confundir a los no expertos -e incluso a los expertos-. Se ha estudiado cómo facilitar la comprensión de las noticias sobre ciencia, mediante el uso de analogías. Muchas personas no se benefician de los descubrimientos científicos y tecnológicos por simple ignorancia. Artificios retóricos aclaran ideas complicadas y pueden mantener la atención de los legos a través de un artículo periodístico. Uno de estos recursos es la analogía. Etimológicamente, la palabra, formada por el prefijo *ana* y el nombre *logia*, quiere decir “en conformidad con la razón”. El Diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, define el vocablo como una relación de semejanza entre cosas distintas (1992). De modo más amplio, se trata de una figura de la lengua basada en la comparación de similitudes o diferencias entre un concepto que se desea aclarar y otro más conocido.

La analogía ideal para una materia científica debe ser breve y clara y basarse en una situación cotidiana o al menos conocida por gente cultivada. Las analogías son eficaces para facilitar la comprensión de los reportajes sobre ciencia. El astrónomo Christopher Impey se hizo popular por su dialéctica basada en experimentos comparativos (Dallanhol, Heloisa / *Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia*, Granada, 2000).

### **ANTROPOLOGÍA**

John Ziman describe así el nacimiento de la antropología: a finales del siglo XIX empezaron a verse con atención muchos aspectos de la sociedad humana que habían sido descuidados por los historiadores, cuyo objeto de estudio eran sólo comunidades analfabetas. La antropología social se parece un poco a la historia natural: prescindiendo de lo que a cada uno le gustaría probar teóricamente, su objetivo principal es registrar con veracidad las diferentes maneras en que los hombres se comportan realmente en diferentes sociedades.

El problema de por qué las personas razonan de maneras diferentes corresponde a la historia de la antropología. La antropóloga Mary Douglas, (1998), sostiene que es posible clasificar, no los estilos de pensamiento en sí mismos, sino los tipos de unidades sociales a las cuales esos estilos de

pensamiento les sirven como medios de comunicación. Gran parte de los esfuerzos de los antropólogos está encaminada a dar sentido a lo que encuentran. "No estamos allí para desprestigiar ni para desdeñar lo que vemos. Si un antropólogo sólo puede decir que un rito o un texto carecen de sentido, sólo está haciendo una confesión de su fracaso". Si vemos que en un texto antiguo se menciona un animal particular como una obvia fuente de metáfora (un león o un águila como ejemplos de legítima majestad, un lobo como arquetipo del robo ilícito) esto no garantiza que los autores del texto o las personas a las que estaba destinado adjudicaran los mismos atributos a tales animales. Y la única garantía para interpretar metáforas procede de la mezcla entre lo que la gente hace y lo que dice. ¿Cómo concebir conjuntamente la unidad del planeta y la diversidad de los mundos que lo componen? Esta es la cuestión que subyace a la nueva mirada antropológica con respecto a la complejidad del mundo. Alejándose de sociedades y culturas lejanas, "exóticas", objeto de estudio de la antropología clásica, el foco de interés se ha desplazado hacia la investigación sobre la actual contemporaneidad, como respuesta a la aceleración de la historia y a los cambios de escala, al estrechamiento del planeta y a la individualización de los destinos y de las referencias.

### **ANTROPOLOGIA DE LA CIENCIA**

Bruno Latour y otros han creado una nueva disciplina, la antropología de la ciencia, que estudia el trabajo rutinario que se desarrolla en un laboratorio concreto. Latour explica que el término antropología pretende indicar la presentación preliminar de material empírico acumulado). Los estudios no deberían dejar de lado lo que "los de dentro" consideran la esencia de la ciencia: su función de empresa colectiva y acumulativa que, aunque de forma intermitente, muestra las obras de la naturaleza con nitidez y "veracidad" cada vez mayores (Martín Rees (1999).

Además de aquellos que hacen ciencia, que la estudian, que la defienden o que se someten a ella, existen, afortunadamente, unos pocos que abren las cajas negras para que quienes se encuentran fuera puedan dar un vistazo. Llevan nombres muy distintos (historiadores de la ciencia y de la tecnología, economistas, sociólogos, profesores de ciencias, analistas de política científica, periodistas, filósofos, científicos y ciudadanos inquietos, antropólogos cognitivos o psicólogos cognitivos) y se les clasifica en la mayoría de las ocasiones con la etiqueta general de "ciencia, tecnología y sociedad". Unos a otros suelen ignorarse.

En lo que se refiere a los millones, o miles de millones de personas que permanecen en el exterior, lo que saben de la ciencia y la tecnología lo saben sólo a través de la divulgación (Latour, 1992).

### **AÑO-LUZ**

La astronomía, como otras ramas de la ciencia, tiene su cuota de mitos. Uno de ellos es creer que los astrónomos miden las distancias en años-luz. Esto es falso. La astronomía tiene un problema con las distancias. Su laboratorio es el Universo, y las medidas convencionales que se usan a nivel terrestre, como metros y kilómetros, resultan aquí demasiado pequeñas, y los astrónomos han tenido que confeccionar unidades a medida que las han requerido: la UA (unidad astronómica, el pársec, etc.

Y entonces, ¿qué pasa con el año-luz? Es la distancia que un rayo de luz recorrería en un año. Los años-luz representan una rareza que sólo existe en

el campo semificticio de la ciencia “popular”. Hoy, los especialistas consideran el año-luz como una mentira inocente perpetrada por una confabulación inconsciente de escritores científicos, público y astrónomos. El público “sabe” que los astrónomos usan el año-luz porque es lo que ha leído y lo que espera. Los escritores científicos y los editores quizá consideran que el año-luz es un amigo en medio de un territorio desconocido. Y los astrónomos, al dirigirse a periodistas, editores o público, hablan en términos de años-luz pues se supone que eso es lo que deben hacer. Sin embargo, quienes escriben de ciencia no deben extraviarse conscientemente. Si quieren que el público entienda la ciencia, “no deben enseñarles lenguajes de párvulos y pretender que es el correcto” (Tony Jones, revista *New Scientist*, 11 febrero 1988).

### **ARTICULO, NOTA O COLUMNA**

Género periodístico personalizado, habitual en los medios informativos, y en el que puede incluirse el comentario firmado, se presenta como un conjunto de reflexiones e ideas que se estructuran para formar un todo coherente, con una explicación sugestiva y original, capaz de suscitar el interés del lector. Se trata de un trabajo periodístico razonador, orientador, analítico muy valorativo, bien escrito, y que parece desplazar hoy a otros géneros, especialmente en el periodismo escrito en español, donde numerosos trabajos de este tipo han pasado a la historia de la comunicación, y a veces a la Historia con mayúscula.

En los periódicos en lengua española, la calificación de los subgéneros incluidos en este depende de la terminología habitual en los medios informativos de cada país. Lo que antes se conocía por artículo hoy suele llamarse columna y en ella predomina la opinión del firmante, además de la exigencia de calidad literaria.

El artículo periodístico ha sido calificado como un género bellísimo (en general) y difícil, como una gota de trascendencia y perennidad en una creación que es, por otra parte, pasajera y efímera. Un maestro del periodismo español del siglo XX, decía que el artículo trata de inmortalizar en pocas líneas la eternidad fugitiva.

### **ASERCIÓN**

“Asertar” una proposición es *hacerse garante* de la verdad. Por su propia naturaleza, el Periodismo Científico está obligado a utilizar aserciones, que contienen una cierta cantidad de información no descriptiva. Es una forma de interacción social. Todo enunciado es producido para alterar la posición del otro, comunicándole, persuadiéndole, manipulándole, etc. Vista desde este ángulo, la aserción cumple otras funciones que exceden a la mera descripción.

El Diccionario de la Real Academia Española consigna la voz “asertorio”, para referirse, en filosofía, al juicio que no excluye la posibilidad de una contradicción.

### **ASTROFÍSICA Y COSMOLOGÍA**

La astronomía es la ciencia organizada más antigua y que hoy es prácticamente astrofísica. En cuanto a la cosmología, se convirtió en ciencia por derecho propio hace unos treinta años, como consecuencia del descubrimiento de Hubble sobre la expansión del universo. El telescopio es una máquina para retroceder en el tiempo. Al contrario que los historiadores,



que jamás podrán contemplar la Roma antigua, los astrofísicos pueden ver el pasado y observar los astros tal como fueron. La nebulosa de Orión se ve hoy tal como era a fines del Imperio Romano. Y la galaxia de Andrómeda, visible a simple vista, es una imagen que tiene dos millones de años. Si los habitantes de Andrómeda contemplaran en este momento nuestro planeta, lo verían con el mismo desfase: descubrirían la Tierra de los primeros hombres. ¿Cómo sabemos que los objetos astronómicos cambian con el tiempo, si nuestra propia existencia es tan corta comparada con la de éstos? La respuesta encierra dos de las cualidades más destacadas del conocimiento científico: una es la de poder predecir acontecimientos y la otra, reconstruir los que se produjeron. Estas cualidades se ponen de manifiesto al referirse a la evolución estelar. Un astrofísico se ocupa de objetos individuales como galaxias, quásares, estrellas, y de su evolución, mientras que cosmólogo tiene por objetivo de su ciencia el universo entero, no de sus contenidos pero sí de su evolución, a partir de una bola de fuego comprimida y amorfa, hasta su estado presente. Por ejemplo, ahora se intenta descubrir la misteriosa energía que preside los destinos del universo. Este tipo de temas suelen atraer el interés general si se le muestran hermosas fotografías de los anillos de Saturno o Las Pléyades, o si se habla al público sobre las distintas y enfrentadas opiniones sobre la existencia de vida inteligente fuera de la Tierra.

## **ÁTOMO**

Término usado tradicionalmente para designar los corpúsculos indestructibles que, según muchos filósofos naturales, serían los elementos últimos del mundo físico. Hoy llamamos *átomos* a los sistemas estables de partículas elementales de que constan los elementos químicos y que intervienen como ingredientes irreductibles en cada reacción química. Tales elementos se puede dividir y destruir, como ocurre por ejemplo en la llamada “bomba atómica”. Para los griegos Leucipo y Demócrito todo lo que existe son átomos. Separados por el vacío. Los átomos difieren entre sí por el tamaño, la forma y la orientación espacial. La rica y cambiante variedad de los fenómenos no es más que una interpretación humana del acontecer real, que consiste únicamente en el desplazamiento de los átomos en el vacío. Platón, en el *Timeo*, puso en boca del filósofo pitagórico de ese nombre una cosmología atomista que en cierto modo anticipa algunos aspectos de la física de partículas actual.

Desde 1861, la hipótesis atómica gana cada vez más adeptos y juega un papel decisivo en la formulación de la Tabla Periódica de los Elementos, por Mendeleieff.

## **BACTERIAS**

Hemos empezado a apreciar el hecho de que las bacterias son necesarias para el cuerpo humano y que sin ellas no podría haber prosperado la vida en la Tierra. Las bacterias inventaron, hace millones de años, la fermentación, la rueda en forma del motor rotatorio de protones, la respiración del azufre, la fotosíntesis y la fijación del nitrógeno mucho antes de que se iniciara nuestra propia evolución. La unidad más pequeña de vida -una simple célula bacteriana- es un monumento de formas y procesos que no tiene rival en el universo tal como lo conocemos.

En vísperas del Proterozoico, hace 2500 millones de años, no había rincón de la superficie de la Tierra en el que no pulularan las bacterias y ya se

habían inventado miles de mecanismos metabólicos, que hoy nos permiten alimentarnos, hacer ejercicio, etc. Desde el punto de vista evolutivo, los humanos somos unos recién llegados. Plantas, hongos y animales surgieron todos del microcosmos. Por debajo de nuestras diferencias superficiales, todos somos comunidades andantes de bacterias. Formamos parte de una intrincada rama que procede de la original conquista de la Tierra por las bacterias y nos vemos a nosotros mismos como una parte, una minúscula parte, del universo. Esto se debe a que los propios átomos que forman nuestros cuerpos no fueron creados, por supuesto, cuando fuimos concebidos, sino muy poco después del nacimiento del universo mismo. Las primeras bacterias aprendieron ya casi todo lo que hay que saber sobre la vida en un sistema y eso precisamente lo que nosotros sabemos hoy. Los microorganismos concibieron y desarrollaron el equilibrio del oxígeno, la solución a la contaminación y la base de un ciclo de fermentación global y alteraron toda la superficie de la Tierra. Esta antigua y elevada biotecnología condujo al desarrollo de la fermentación, de la fotosíntesis, de la utilización del oxígeno en la respiración y de la fijación del nitrógeno atmosférico. También fue la causa de diversas crisis de hambre, contaminación y extinción a escala planetaria mucho antes de que se vislumbraran formas de vida de mayor tamaño. Como grupo, las bacterias obtienen su alimento y su energía por métodos muy ingeniosos, utilizando todo tipo de fibra vegetal y residuos animales como producto inicial.

## **BALANCE**

Durante cinco siglos los individuos humanos hemos sido protagonistas de la aventura más interesante de toda nuestra historia: hemos creado el método científico y lo hemos aplicado con éxito al descubrimiento de los secretos más recónditos de la naturaleza, hemos inventado innumerables artefactos aprovechando nuestros conocimientos científicos y la acumulación de nuestra experiencia, hemos utilizado estos conocimientos e inventos para modificar el mundo en que vivimos y mismos nos hemos transformado de manera insospechada. Pero sin duda estos cinco siglos no han sido el preludio de una aventura mucho más dilatada que vivirán nuestros descendientes. Con estas palabras Freeman comienza su conocida obra *La teoría económica de la revolución industrial*, y a juicio del profesor Miguel Quintanilla (Universidad de Salamanca), en su trabajo "La construcción del futuro", reflejan muy bien la idea fundamental de que, a partir de ahora, la continuación de la aventura humana depende en buena medida de nuestras propias decisiones. Pero no sólo ni fundamentalmente porque la tecnología nos ha proporcionado medios potentes para diseñar el mundo a nuestro antojo. Sino sobre todo porque estamos implicados en los mecanismos que pueden paralizar, acelerar o cambiar de dirección el desarrollo futuro de la ciencia y la tecnología. Podemos decidir en qué emplearemos el poder tecnológico que hemos conseguido, pero sobre todo *tenemos que* decidir cuánto poder y qué tipo de poder queremos conseguir y cómo queremos que se emplee y se reparta (Quintanilla, 1995).

## **BOTÁNICA**

En la clasificación artificial que se hace de la ciencia, la botánica tiene como objeto el estudio de las plantas. El conocimiento de la diversidad vegetal se ha fragmentado en grupos sistemáticos especializados, que van desde las

algas microscópicas a las plantas con flores. Hoy, en la clasificación de los vegetales intervienen tanto los macrocaracteres como los ultraestructurales, asequibles estos últimos solo mediante técnicas ópticas complejas o mediante análisis químicos, genéticos y moleculares.

El estudio científico de las relaciones de las plantas con el medio en el que viven se inició a fines del siglo XIX. La *geobotánica* y la *ecología vegetal* abarcan

Abarcan hoy desde el estudio de las poblaciones y las formaciones vegetales, hasta las comunidades vegetales y los biomas (*fitosociología*) y se apoyan en múltiples disciplinas de ciencias ambientales y estadísticas (*bioclimatología, edafología, geomorfología, paleobiología, etc.*). En cuanto a la fisiología vegetal, se ha pasado del estudio de los mecanismos funcionales y sus respuestas a la investigación detallada del funcionamiento bioquímico de la célula y del metabolismo secundario.

La botánica ha incorporado también en su ámbito de trabajo el análisis y la conservación de la diversidad vegetal y de la vegetación.

## **BIODIVERSIDAD**

Uno de los temas fundamentales, en nuestro tiempo, es la conservación de la biodiversidad, que ha adquirido relevancia en diferentes ámbitos de la actividad humana, pero ocurre que cuando alguien se refiere al problema, puede tratarse de distintos aspectos del concepto. Hoy, la biodiversidad se define como toda variación de la base hereditaria en los distintos niveles de organización, desde los genes en una población local o especie, hasta las especies que componen toda o una parte de la comunidad local, y finalmente en las mismas comunidades que componen la parte viviente de los múltiples ecosistemas del mundo (Wilson, 1997). Abarca, por tanto, todos los tipos y niveles de variación biológica.

Durante el último decenio, la preocupación por la conservación de la biodiversidad se ha convertido en un paradigma de lo que tenemos y estamos perdiendo, el símbolo del mundo en que nuestra concepción del universo ha evolucionado, un mundo que está a punto de cambiar de manera irreversible y que puede destruir la base de la existencia humana. La biodiversidad es la propiedad de los sistemas vivos de ser diferentes entre sí. No es una entidad, sino una propiedad, un elemento fundamental de todos los sistemas biológicos. También es una característica de las múltiples formas de adaptación e integración de la especie humana a los sistemas de la Tierra.

El término biodiversidad se acuña en un momento de profunda preocupación por la pérdida del ambiente natural y como un concepto que incluye enfoques de la taxonomía, la ecología y la biogeografía, con la finalidad práctica de evaluar los ambientes naturales perturbados del planeta.

## **BIOÉTICA**

En estas últimas décadas, los progresos biomédicos han contribuido enormemente al bienestar de la humanidad y es de esperar que continúen haciéndolo. Pero al mismo tiempo han creado nuevos riesgos para la integridad y la identidad del ser humano. Por ello nació la bioética, cuya aspiración es regular los nuevos poderes, es decir, procurar que los desarrollos de las biotecnologías estén subordinados al sentido de la vida humana sobre la Tierra. Las técnicas no son fines en sí; sólo existen para servir al hombre, que sigue siendo el fin de todas las instituciones sociales y

políticas.

Sobre esta base, el hombre tiende a ser modelado a la imagen de los objetos técnicos, viniendo así a perder su condición de "sujeto". Por ello, el dilema que se presenta a la bioética puede resumirse en la siguiente pregunta: ¿cómo hacer para que el hombre continúe siendo "sujeto", es decir, para que no se vuelva "objeto"? Los nuevos desafíos que debemos afrontar son a la vez estimulantes y peligrosos. Son *estimulantes*, porque nos obligan a reflexionar sobre cuestiones tan antiguas como el mundo, como la noción de "persona", y también sobre cuestiones que jamás nos habíamos planteado antes, como el deber de autoconservación del género humano. Pero estos nuevos desafíos son también *peligrosos*, porque lo que está en juego es la esencia y el destino de la naturaleza humana.

Hoy tenemos una necesidad urgente de reflexionar sobre lo que somos, más que en cualquier otra época de la historia. Debemos superar la actitud de desprecio del cuerpo, que se deriva de no haber comprendido que lo esencial en él -su principio de organización- es *espiritual*. Para que esta reflexión sea fecunda, necesita ser llevada a cabo en forma serena y libre de prejuicios antimetafísicos. Debemos dirigir una mirada límpida a la realidad humana, si realmente queremos comprender el misterio que encierra cada ser humano. Se verá entonces que el amor es la única antítesis a la instrumentalización de la persona; que sólo él nos permite escapar a una visión utilitarista y, por ello mismo, cruel del hombre.

(Roberto Andorno, *Bioética y dignidad de la persona* Tecnos).

## **BIOINFORMÁTICA**

Estamos viviendo el alba de la *biología informática* o *bioinformática*. Por ello, no resulta fácil definir con exactitud las relaciones capaces de conectar la biología con la informática. Los nuevos avances de la biología moderna se duplican en períodos de tiempo muy cortos. Solamente mediante el empleo de maneras más inteligentes y complejas de clasificación del imponente conjunto de datos hoy accesibles será posible descubrir nuevas funciones de genes desconocidos, y bucear en las bases de datos equivaldrá a descubrir secuencias compartidas a las que atribuir funciones análogas.

En este nuevo campo, variadísimas tecnologías espectroscópicas, la automatización y robotización de las técnicas de rayos X y de resonancia magnética pueden contribuir a la introducción y extensión de nuevos y más complejos conceptos científicos. Al mismo tiempo, se desarrollarán los nuevos planteamientos de difusión y enseñanza de las ideas que van surgiendo de la mente individual y social. Se trata, pues, de un campo nuevo, originado a partir de la biología molecular (Martín Municio).

## **BIOLOGÍA**

¿Nos habla la biología de la vida?, de *nuestra* vida?, se pregunta Atlan, y responde: si se trata de saber cómo vivir, amar, crear, sufrir... morir, la biología no trata de estas cuestiones. De hecho esta ciencia, aunque sea ciencia de la vida, no tiene gran cosa que decir sobre estos aspectos. Si bien es cierto que el desarrollo de la ciencia y de la técnica biomédicas plantea nuevos problemas a la sociedad y al individuo, es igualmente cierto que la solución a tales problemas no se encuentra en la biología (Atlan, 1994).

El objeto de la biología no es la vida en general, sino la físico-química, y son estos mecanismos lo que estudian sistemas difícilmente imaginables para el profano, con propiedades específicas. El conocimiento actual de la biología

se basa en las interacciones entre moléculas. "Hay que volver a la bioquímica". Aunque sigamos hablando de "los secretos de la vida", toda la andadura de la biología físico-química y de la genética molecular consiste en que no haya secretos de este tipo. Y por muchas explicaciones que recibamos, lo que se explica sigue misterioso, maravilloso.

La importancia de la biología ha crecido espectacularmente en los últimos años y es lógico, por ello, que se haya incrementado también la divulgación pública de sus investigaciones. Por otra parte, la ciencias biológicas - especialmente la genética y la biotecnología- se están convirtiendo en fuerzas productivas de generación de trabajo y de negocio. La biología molecular pareciera haber arrebatado a la física su trono de reina de las ciencias de la naturaleza.

Una serie de condicionamientos históricos llevaron al nacimiento del paradigma de la biología molecular basado en el predominio de las proteínas como portadoras de la información genética. Este paradigma fue sustituido, a mediados del siglo pasado, por el de la primacía de los ácidos nucleicos, que asumen la función normativa quedando las proteínas relegadas a una función ejecutiva, como instrumentos del desarrollo del programa genético. El conocimiento actual de la biología se basa en las interacciones entre moléculas y destruye la idea de que estamos completamente programados, desde el desarrollo embrionario hasta los caracteres de todo tipo. Esta creencia es una variante muy fuerte del determinismo genético absoluto.

## **BIOSFERA**

La biosfera se ha convertido en un tema de importancia central en la filosofía, la ontología, la ética e incluso la reflexión política. Desde que la biota (la parte viva de la biosfera), sino el planeta entero, incluida la atmósfera, los océanos y las rocas, es un ser vivo único y complejo. La Tierra sería un sistema cibernético cuyos agentes reguladores serían lo propios organismos que la habitan, el planeta entero, al que Lovelock llama por su nombre de diosa griega, *Gaia*. Su conducta se modelaría inconscientemente de tal modo que las condiciones físicas ambientales permanezcan estables y favorables a la vida. Las ideas de Lovelock sobre Gaia, una curiosa mezcla de hipótesis científicas contrastables y especulaciones místicas ecologistas, ejercen una notable influencia en el panorama intelectual contemporáneo.

## **BIOTECNOLOGÍA**

La biotecnología -aplicación de la potencialidad de los seres vivos para producir bienes y servicios- ofrece a la humanidad un conjunto insospechado de esperanzas para orientar y desarrollar de una forma ordenada la naturaleza. Pero junto a ello, debe tenerse en cuenta que estas posibilidades son tan poderosas que suscitan también dudas y temores, que deben afrontarse en un diálogo abierto con la sociedad. La biotecnología es el área más prometedora para innovar en el tratamiento de enfermedades para las que hoy no existe respuesta terapéutica adecuada, como en el caso de las hereditarias, degenerativas y malignas. En contra de algunas opiniones, esta disciplina puede ser también el instrumento apropiado para un desarrollo tecnológico sostenible, en el que se acomode el respeto a la biodiversidad con el adecuado progreso tecnológico, económico y social.

En la biotecnología, unos ven la gran esperanza de la humanidad y otros una peligrosa e imprudente aplicación del conocimiento. La verdad está en las dos afirmaciones. Hay cuestiones en las que el periodismo debe fijar una

atención especial:

- 1 La biotecnología posee cierta carta de identidad como ciencia de carácter interdisciplinar, pero con una sobresaliente influencia de la biología molecular.
- 2 Riesgo de abuso por las potencialidades que la biotecnología lleva consigo en cuanto a reducir el papel de la libertad humana.
- 3 El conflicto entre expertos y ciudadanos se centra en los planos de la ideología, la falta de confianza del público en las instituciones y la idea de que los expertos visualizan el riesgo de modo diferente a lo que el público ve.
- 4 Los comunicadores públicos deben realizar un tratamiento riguroso de las fuentes.

## **CAOS**

El adjetivo *caótico* se emplea en la literatura científica desde hace unos treinta años para describir sistemas físicos cuya evolución temporal está sujeta a un determinismo estricto y si embargo, impredecible, debido a la índole de las ecuaciones diferenciales que la rigen. El interés por el caos cobró gran vigor cuando Edward Lorenz (1962, 1963) descubrió un sencillo sistema caótico de ecuaciones que proporciona un buen modelo de la atmósfera terrestre. Pronto se descubrieron otros, aplicables a fenómenos muy diferentes. Gracias al ordenador, se pudo comparar la evolución divergente a partir de condiciones iniciales muy próximas de numerosos sistemas caóticos de un mismo tipo.

Aunque no hay consenso sobre una definición de caos, la siguiente -tomada de Strogatz (1994)- reúne caracteres que casi todos aceptarían como esenciales: el caos es comportamiento aperiódico a largo plazo en un sistema determinista que depende sensiblemente de las condiciones iniciales. "Aperiódico a largo plazo" significa que hay evoluciones posibles del sistema que no desembocan en puntos fijos o en órbitas periódicas o semiperiódicas. "Determinista" significa que la evolución del sistema no es afectada por ruido o factores aleatorios: su peculiar comportamiento se debe a que las ecuaciones que lo rigen no son lineales, y no tanto a la acción perturbadora de influencias ambientales. "Dependencia sensible de las condiciones iniciales" significa que dos evoluciones alternativas, cuyas condiciones iniciales difieren apenas, divergen exponencialmente con el tiempo.

## **CONOCIMIENTO UNIVERSALIZADO**

Todo conocimiento debe ser universalizado y compartido. Hoy, más que nunca, los países están globalizados, interdependientes, todos fuertemente guiados por el sentido de la productividad, el valor tecnológico añadido, la calidad total en la producción y el consumismo, y tantas cosas de este tipo. En este escenario altamente competitivo, el acceso y dominio del conocimiento es factor preponderante de éxito. También el inverso es verdadero: no disponer de conocimiento es alejarse del proceso civilizador. Siendo así, es fundamental que haya interés continuo en la identificación de los beneficiarios, destinatarios o usuarios más comunes del conocimiento. Hay múltiples maneras de inserción del conocimiento en las instancias socio-culturales y tecnocientíficas, pero al académico (es decir, al profesor de mayor categoría) se le reserva y se espera de él una actuación fuerte y directa. En su condición de individuo bien preparado, la sociedad le reserva la noble tarea de esclarecer, orientar y señalar caminos. Esto le impone una

tremenda responsabilidad y un gran desafío: conocer la naturaleza de los hechos y discernir entre las formas más adecuadas para diseminar el conocimiento, tanto al público en general como a sus pares, de modo particular.

No existe conocimiento éticamente correcto y socialmente eficaz cuando permanece en los despachos y las bibliotecas especializadas, se circunscribe a la mente de sus creadores, alcanza únicamente a los pares o persigue solamente fama o dinero. Es, por tanto, imperativo que todo conocimiento deba ser socializado, universalizado y compartido por todos, en todos los rincones del mundo (Méndez dos Santos).

## **CIBERESPACIO**

El ciberespacio no es simplemente un espacio matemático, y tampoco una metáfora literaria, sino una nueva frontera, que podíamos explorar y, en último término, colonizar. Se trata de “una representación gráfica de datos obtenidos de los bancos de memoria de todos los ordenadores del sistema humano. Una complejidad inconcebible. Rayos de luz alineados en el no espacio de la mente, agrupamientos y constelaciones de datos”. Como sinónimos se han utilizado otras expresiones como la Red, la Web, ciberia, espacio virtual, mundos virtuales, dataespacio, el dominio digital, el ámbito electrónico, la esfera de la información, y, por supuesto, Internet (véase la entrada correspondiente a Internet).

El tiempo y el espacio ya no constituyen ninguna restricción para el intercambio de información. La “aldea global” de McLuhan es técnicamente factible. Ahora podría llamarse “aldea total”. El impacto de los cibernautas en la opinión pública es tan grande que cada día crece el número de sitios en la red para detectar y en su caso, prestar asistencia, a los “ciberdependientes”. Sin embargo, el “ciberespacio” sigue siendo una figura retórica y una utopía. El término “cibernética” da nombre a una disciplina amplia y compleja que incluye la teoría de la información entre varios conjuntos complementarios de ideas. Hoy se aplica sobre todo al estudio de los mecanismos de control.

## **CIBERNÉTICA**

En 1947, Norbert Wiener, el matemático que hizo posible el desarrollo de una computadora en los años veinte de siglo pasado, también un singular divulgador, pensó que los progresos de la fisiología y de la tecnología indicaban que entre los organismos y las máquinas, sobre todo las electrónicas, había suficientes analogías estructurales como para que valiera la pena ofrecer una descripción matemática común de sus mecanismos respectivos. Wiener dio el nombre de *cibernética* al estudio comparado de los mecanismos de control y comunicación en máquinas y animales. Ello se lleva a cabo mediante la *retroalimentación*. La cibernética, surgida en los mismos años que la teoría de la información, fue el primero de una serie de intentos para iluminar los mecanismos de la vida y de la inteligencia mediante la comparación del organismo con la máquina y del cerebro con el ordenador. Estos intentos siguen adelante pero no han concluido, especialmente en ciertos casos: inteligencia artificial, ciencias cognitivas, vida artificial, etc.

## **CIENCIA**

La palabra ciencia se utiliza normalmente para entender una de estas tres cosas, o una mezcla de ellas: ciencia significa, algunas veces, un método especial de descubrir cosas. Otras veces significa el cuerpo de conocimientos

que surge de las cosas descubiertas. También puede significar las nuevas cosas que se pueden hacer cuando se ha descubierto algo, o la producción real de nuevas cosas. Esto último se denomina tecnología (Feynman: 1999). La ciencia es una penetración cada vez más honda y más extensa en el mundo en que estamos inmersos (Zubiri). Es también "la vida humana haciéndose cargo de sí propia" (Ortega) y es, en definitiva, "el sentido común organizado y comprobado" (Gerard). Se ha dicho que la ciencia es el arte de comprender la naturaleza (George Boas). Einstein, al preguntarle cómo descubrió la teoría de la relatividad, contestó: "Poniendo un axioma en tela de juicio".

El conocimiento es lo más noble de la especie humana. Todo conocimiento supone, de alguna manera, liberación. Toda ignorancia es una limitación, una servidumbre, un empobrecimiento.

Podría decirse, aunque no todos los filósofos de la ciencia estarían de acuerdo con esta afirmación, que el conocimiento no constituye una mera yuxtaposición de disciplinas, sino un inmenso acervo de hechos y de teorías estrechamente vinculados entre sí de tal modo que en ellos están las líneas generales de una verdadera estructura de la naturaleza, desde el universo hasta los seres vivos (Auger, 1973).

En torno a la ciencia y a los científicos existen multitud de libros y trabajos, y sería una empresa fuera de lugar acometer aquí un estudio de esta naturaleza. Nos limitaremos a recordar dos frases más. Una de es de Papini: "La inteligencia es un rascacielos al cual le faltará eternamente el último piso". Y este matiz de algo inacabado, perfectible y continuamente sometido a revisión está también en la frase de Dobzhansky, "todo científico auténtico trabaja para dejar anticuado su propio trabajo".

## **CIENCIA E INFORMACIÓN**

La disponibilidad de cantidades ingentes de datos de todo tipo es una de las novedades del panorama científico actual. Se trata de una cantidad de información que debe ser procesada adecuadamente para transformarse en conocimiento apropiado. Baste señalar que sólo en el campo de la genómica (el intento de cartografiar y describir todos los genes de diversos organismos) se generan datos, en general de libre acceso, que ocupan la capacidad informática de un terabyte (10 elevado a 12 bytes o unidades de información en la terminología informática) por día. Esto hace ya necesario el desarrollo de la siguiente generación de ordenadores en la escala de los petabytes (10 elevado a 15 bytes) para utilizar dentro de poco toda esta información.

A través del procesamiento de estos datos, muchos de los cuales se irán obteniendo mediante metodologías pluridisciplinares, se ha de construir el nuevo conocimiento. La ciencia actual busca con frecuencia el desarrollo de modelos más que de teorías de valor universal. Tales modelos, al tiempo que dan cuenta de las observaciones y datos experimentales, pueden permitir hacer predicciones sobre los fenómenos que analizan. Este desarrollo de modelos será, sin duda, un factor fundamental para el progreso científico. También será esencial que se integre conocimiento suficiente como para abordar, con inteligencia y claridad, la información actual sobre cuestiones de entidad y valor general para toda la humanidad. Tan importante, e interrelacionado, será profundizar en el origen y evolución del universo o de la vida, como definir el conjunto de interacciones entre los genes que integran un organismo o establecer el alcance del cambio global, el futuro del medio ambiente o las amenazas para la biodiversidad y las posibilidades de la



nueva medicina para afrontar la enfermedad, y prolongar la vida y el bienestar del ser humano (profesor César Nombela (2001): "Progresar con la ciencia", en el diario *Abc*, Madrid, 14-7-01).

### **CIENCIA Y ASOMBRO**

Algunos hechos de nuestro tiempo que asombrarían a nuestros antepasados son los siguientes:

\* Todas las formas de vida deben ser consideradas como patrimonio esencial de la humanidad. Alterar el equilibrio ecológico es, por consiguiente, un crimen contra el futuro.

\* La especie humana es una y cada individuo tiene igual derecho a la libertad, la igualdad y la fraternidad. Y también a la diversidad, cultural, biológica, filosófica, espiritual.

\* La ciencia es un poder. La posibilidad de disponer de ella debe repartirse por igual entre los individuos y los pueblos. Y la educación debe gozar de prioridad absoluta y contribuir a desarrollar el espíritu crítico con respecto a lo que los medios de comunicación difunden.

\* Deben compartirse y fomentarse, sin frenarlas ni compartimentarlas, todas las investigaciones relativas a la prevención y al tratamiento del sida, especialmente mediante la cooperación entre las empresas farmacéuticas. El sida es uno de los graves retos con que se enfrenta hoy la humanidad. Su desafío es multidisciplinario. No sólo se dirige contra los médicos y los investigadores, sino también contra los psicólogos, los sociólogos y los políticos. EEUU considera esta enfermedad como una amenaza para su seguridad.

### **CIENCIA POPULAR**

¿Por qué suele ser la ciencia tan difícil de comprender? ¿Es posible salvar la brecha entre la cultura humanística y la científica? Estas preguntas del científico y escritor mexicano Fernando del Río y otras que pudieran formularse, plantean el problema de la popularización de la ciencia y del conocimiento en general, tema singularmente trascendente en una época en que la democracia política se va consolidando en el mundo, en que nos acercamos (lenta y penosamente, por cierto) a la democracia económica, pero en la que la desigualdad en los conocimientos constituye todavía un obstáculo insalvable para alcanzar la democracia quizá más difícil y compleja de conseguir, la democracia de la cultura.

Estudiosos franceses y británicos del siglo XVIII mostraban una cierta reserva -que aún hoy permanece en ciertos aspectos- ante el concepto de "ciencia popular". Fernando del Río es categórico: "Nunca se ha dado una ciencia popular" y ha habido y hay, sin embargo, música popular, pintura popular, teatro popular, prensa popular, etc.

### **CIENCIA Y SOCIEDAD**

Ian Wilmut y otros grandes investigadores no desean, como científicos y como ciudadanos, permanecer aislados del resto de la sociedad y no quieren hacer cosas arcanas y extrañas completamente apartadas de la mirada pública. En una democracia, dicen, la ciencia y la tecnología necesitan la aprobación general de la sociedad; y si la sociedad ha de mantener un control, el pueblo en general tiene que saber lo que está pasando.

Bertrand Russell recordaba que hubo un tiempo en que los hombres de ciencia miraban con desdén las tentativas realizadas para hacer su obra

comprendida por todos. Pero en el mundo de hoy ya no es posible tal actitud. Los descubrimientos de la ciencia moderna han puesto en manos de los gobiernos poderes sin precedentes, tanto para el bien como para el mal. Si el hombre de Estado, que dispone de estos poderes, no tiene por lo menos una comprensión elemental de su naturaleza, habrá pocas probabilidades de que los emplee con prudencia.

En los países democráticos -añadía Russell y se ha repetido después- no sólo es el gobernante, sino el público en general quien necesita de un cierto grado de comprensión científica. (Bertrand Russell, discurso pronunciado al recibir el Premio Kalinga en la casa de la UNESCO).

Es urgente, por todo ello, reavivar el debate sobre los fines y los medios de la comunicación pública de la ciencia y la tecnología. La ausencia de este debate supone el riesgo de ver impuesto el modelo más conocido: el de la divulgación cientifista como recurso de bajo coste (Fayard, 1991). En términos generales, parece imprescindible crear o potenciar todo tipo de relaciones permanentes entre la ciencia y la sociedad

### **CIENCIAS COGNITIVAS**

La emergencia actual de las ciencias cognitivas está dando lugar a un nuevo campo pluridisciplinar que agrupa el conjunto de especialidades integrado por los estudios sobre el cerebro, la mente, las ciencias de la vida, etc. A juicio del biólogo chileno Francisco Varela, las ciencias cognitivas y sus tecnologías derivadas representan la más importante revolución conceptual y tecnológica de la humanidad, después de la física nuclear. Les une el propósito de construir una teoría del espíritu y una del cerebro que sean coherentes entre sí pero que no se confundan. Su material procede de tres disciplinas básicas: neurobiología, psicología experimental y lógica prolongada por la informática. Las neurociencias, incluida la neuropsicología, han transformado totalmente nuestra comprensión del sistema nervioso central. La biología molecular, la neuroquímica, las imágenes cerebrales, las sondas y otras técnicas de investigación han permitido iniciar un estudio hasta hace poco tiempo tachado de utópico, el intento de elucidar los mecanismos cerebrales. Estos progresos asignan a las ciencias cognitivas nueva imagen y nuevos objetivos. Algunos de los nuevos horizontes y campos de trabajo de estas ciencias son la psicolingüística, la neuropsicología cognitiva, la gramática generativa, los estudios sobre la inteligencia emocional, sobre la conciencia, la racionalidad del saber colectivo, la inteligencia artificial (véase **entrada** correspondiente), etc.

### **CIENCIAS SOCIALES**

Es cada día mayor el interés del público por las llamadas ciencias sociales y su divulgación alcanza actualmente cotas muy altas. Basta echar un vistazo a grandes librerías para encontrar que una parte considerable de las novedades son libros de divulgación de la historia, la sociología, la psicología, etc. En las sociedades contemporáneas, el público necesita información detallada y fiel sobre los lazos y relaciones económicas, sociales y ecológicas del propio país con el mundo exterior y un conocimiento adecuado de las condiciones en que puede mantenerse la sociedad y asegurarse el bienestar humano. Aquí hay tarea para economistas, sociólogos, psicólogos y antropólogos, etc.

Para el mexicano Roger Bartra (1983), en estas disciplinas se dan casos en que el divulgador supera al autor y cita los casos de Marcuse, que al divulgar

ciertos aspectos de la ciencia social y política hace una contribución importante al conocimiento, y de Octavio Paz, que, como divulgador de la historia, es más interesante que algunos de los historiadores en los que se basa. Bartra está convencido de la necesidad de "romper esa barrera que separa la literatura de la ciencia; por el bien de la ciencia y de la literatura, pero sobre todo por el de la ciencia".

Debe tenerse en cuenta hoy la importancia de las cuestiones relativas a psicología y psiquiatría en cuanto a su explicación y su difusión en los medios informativos.

## **CIENTÍFICO**

La palabra *científico* es de creación relativamente reciente. No existía antes de 1841 y surgió a mediados del siglo XIX. Hasta entonces se hablaba de "hombre de ciencia". Y todavía en 1895, el *Daily News* de Londres protestaba contra el uso de la palabra *científico*, que calificaba de "neologismo norteamericano". El término "científico" excluía ya la idea de filosofía natural y del cultivo de la sabiduría por afición y consideraba la especialización del conocimiento y, por tanto, la creación de lenguajes exclusivos para cada rama del conocimiento.

La expresión *científico* está relacionada asimismo con la institucionalización de la actividad científica, que se inicia en el último tercio del siglo XIX.

Después, a mediados del siglo XX, llegaría lo que hoy llamamos "Gran Ciencia". con instrumentos poderosos y equipos pluridisciplinarios para interrogar a la naturaleza y para resolver problemas del conocimiento y de la vida cotidiana. Todo ello incrementa y potencia la productividad científica, pero reduce la autonomía del investigador individual.

Varios millones de científicos (la cifra exacta no puede asegurarse, aunque se habla de cuatro millones) trabajan hoy en todo el mundo para ensanchar las fronteras del conocimiento y ofrecer una mayor calidad de vida a un número creciente de sociedades.

## **CIENTÍFICOS Y PERIODISTAS**

Periodistas y científicos pueden tener criterios distintos la hora de divulgar. Pero existen también analogías que deben aprovecharse y también objetivos comunes entre científicos y comunicadores:

1. La difusión de la cultura científica.
2. Científicos y periodistas sirven a dos de las grandes fuerzas del mundo actual: la comunicación y el conocimiento.
3. El servicio a la comunidad obliga a ambos colectivos.
4. El intercambio de servicios mutuos: ciencia para comunicadores y comunicación para científicos.
5. Carácter lúdico de su trabajo, no siempre ni para todo, pero sí en términos generales.
6. Necesidad de estar dispuestos a sorprenderse. J.B.S. Haldane decía que el universo no sólo es más raro de lo que suponemos, sino de lo que podemos suponer. Cuando se discute sobre la construcción de nuevas máquinas, como telescopios o aceleradores de partículas, nadie presume de ser lo suficientemente listo como para imaginar por adelantado lo que el nuevo instrumento descubrirá. Por esta razón, algún científico se ha llamado a sí mismo "especialista de lo impredecible". Pero esta es también la especialidad del periodista, su gloria y su servidumbre.

7. Otra semejanza entre científicos y periodistas consiste en que su objetivo final es observar y describir los detalles de cuanto sucede. Cuanto más fina sea la observación y más detallada la descripción, mejor será el trabajo de ambos. Prigogine ha dicho que la medición es un modo de comunicación.

## **CLASIFICACIÓN DE LAS CIENCIAS**

Las actuales clasificaciones de las disciplinas científicas no se derivan sólo de una preocupación filosófica. El esfuerzo de dividir y subdividir las disciplinas científicas en parcelas cada vez más específicas es una necesidad del estudio y de la enseñanza, puesto que nadie puede hoy abarcar ni siquiera su propia disciplina, y no debe hacernos olvidar la unicidad del conocimiento y la interrelación entre las diferentes disciplinas.

La división tradicional seguía, más o menos, estas agrupaciones: ciencias exactas, ciencias naturales, ciencias humanas y ciencias sociales. Después, en el *Premier Rapport sur l'état de la science et de la technologie en Europe* (1988) se adoptaba la clasificación siguiente:

1. Tecnologías de la información y de telecomunicaciones.
2. Tecnologías industriales y de materiales.
3. Aeronáutica.
4. Biología (en lo que se refiere a lo viviente, su clasificación se está convirtiendo hoy en una ciencia).
5. Energía no nuclear.
6. Fusión nuclear controlada.
7. Medio ambiente.
8. Salud.
9. Seguridad en la energía de fisión.
10. Investigación básica: física, matemáticas, química, ciencias de la Tierra.
11. Espacio

## **CLONACIÓN**

La palabra clon posee numerosas connotaciones y es usada para describir a varias entidades biológicas diferentes (o al menos claramente distinguibles).

El sustantivo clon se emplea de dos maneras: se aplica a la prole específica lograda mediante reproducción asexual, pero también se utiliza para referirse a la prole producida asexual y colectivamente y a su progenitor idéntico.

Conceptualmente, el modo más simple de clonar a un animal consiste en escindir un embrión: imitar lo que la naturaleza hace a veces *in utero* para producir gemelos idénticos. Pero el gran avance no consistió simplemente en escindir embriones, sino en transferir el núcleo de una célula embrionaria al citoplasma de un ovocito o un cigoto cuyo propio material genético hubiera sido ya eliminado.

El ovocito es el óvulo antes de concluir la meiosis (proceso por el que las células germinales se dividen) y el cigoto es el embrión unicelular formado por la fusión de un espermatozoide y de un óvulo.

La clonación fue primariamente concebida como una ayuda para la transformación genética. De hecho, *Dolly* no era un "verdadero" clon de la oveja original. Se trata simplemente de un clon del ADN o *clon genómico*. Y podemos remontarnos al siglo XVII para seguir el rastro de las ciencias que permitieron producir a *Dolly*. En esa época, según reconocimiento general, nació la ciencia moderna: los filósofos naturales advirtieron que el universo

estaba gobernado por “leyes” que había que descubrir mediante una observación directa de la naturaleza y por experimentación. La ciencia y el arte de la clonación dependen de la aportación tecnológica: nuevos microscopios e instrumentos, preparaciones de hormonas purificadas, métodos de análisis genético, etc. (*La segunda creación*, 2000).

### **CÓMO “VENDER” LA CIENCIA**

La ciencia y la tecnología se multiplican constantemente. El mensaje central del conocido libro de Alvin Toffler *El cambio de poder* es que la potencia de las sociedades actuales se está transformando desde la fuerza militar y la riqueza hacia una creciente importancia del conocimiento. En las economías de los países avanzados, el conocimiento y la información refuerzan de modo decisivo a los antiguos recursos tradicionales y multiplican la productividad del individuo y de la sociedad.

Por ello, ha surgido hoy la necesidad de “vender” la ciencia a los jefes de redacción de prensa escrita y medios audiovisuales e informáticos, para su transmisión al público. En términos generales, parece necesario poner en relación la nueva sociedad tecnológica, en la que estamos entrando a través de impresionantes mutaciones técnicas, económicas y culturales, con ese otro fenómeno singular y apasionante de nuestro tiempo que es la información.

En reuniones y congresos de divulgación de la ciencia se subraya la necesidad de conseguir una nueva actitud de los medios informativos en relación con la ciencia y la tecnología. Ello hace necesaria la formación de comunicadores y divulgadores y en la Primera Conferencia Mundial de Periodistas Científicos (Tokio, noviembre 1992) se insistió sobre esta urgencia, tanto para formar en ciencia a los periodistas como para formar en comunicación a los científicos e ingenieros, mediante acciones conjuntas de la Universidad, empresas informativas y asociaciones profesionales.

### **COMPLEJIDAD**

Edgar Morin explica así el pensamiento complejo. Hasta mediados del siglo XX, la mayoría de las ciencias tenían como modo de conocimiento la especialización y la abstracción, es decir, la reducción del conocimiento de un todo al conocimiento de las partes que lo componen (tanto si la organización de un todo no produjera cualidades nuevas en relación con las partes consideradas por separado). Su concepto clave era el determinismo, o sea, la ocultación de la alteridad, la novedad y la aplicación de la lógica mecánica de la máquina artificial a los problemas del mundo viviente y de la sociedad.

El objetivo de la complejidad es, por una parte, unir (contextualizar y globalizar) y, por otra, recoger el reto de la incertidumbre. Para Edgar Morin, las tres “teorías” -la información, la cibernética y los sistemas- nos ofrecen una primera vía de acceso (ver entradas correspondientes). A estas tres categorías hay que agregar el desarrollo conceptual aportado por la idea de autoorganización. Debemos mencionar aquí cuatro nombres: Von Neumann, Von Foerster, Atlan y Prigogine.

Para Edgar Morin, el pensamiento de la complejidad se presenta, pues, como un edificio de varios pisos. La base, formada a partir de tres teorías (información, cibernética y sistema), comporta los instrumentos necesarios para una teoría de la organización. Viene luego un segundo piso con las ideas de Von Neumann, Von Foerster, Atlan y Prigogine sobre la autoorganización. Morin aporta a este edificio elementos suplementarios, en especial

tres principios: el dialógico, el de recursión y el principio hologramático. El planteamiento consiste en efectuar un ir y venir incesante entre certidumbres e incertidumbres, entre lo elemental y lo general, entre lo separable y lo inseparable. No se trata de abandonar los principios de la ciencia clásica -orden, superabilidad y lógica- sino de integrarlos en un esquema que es la laz más vasto y más rico; tampoco se pretende oponer un holismo global y vacío a un reduccionismo sistemático. Se trata, en cambio, de vincular lo concreto de las partes a la totalidad. Hay que articular los principios de orden y desorden, de separación y unión, de autonomía y dependencia, que son a la vez complementarios, competidores y antagónicos, en el seno del universo. El pensamiento complejo no es lo opuesto al pensamiento simplificante, sino que lo integra.

## **COMUNICACION**

Pocas cuestiones habrá en el mundo exentas de complejidad, pero quizá en la información y la comunicación se incremente su grado, porque engloba y comprende a todas demás. La posibilidad de la transmisión masiva se ha multiplicado prodigiosamente en nuestro siglo y de modo especial en los últimos decenios, aunque ha sido todo el siglo XX la centuria de la gran expansión del periodismo. Hoy todo se resuelve en la opinión pública: la guerra, la paz, la salud, la enfermedad, el trabajo y el ocio, y hasta en buena parte, la educación y el conocimiento. Los estudiosos de la Comunicación, y entre ellos Armand Mattelart, han reiterado y profundizado en la polisemia del término y el concepto de Comunicación, y en cuanto a la ciencia, ha sido largo y complejo el camino desde el pensamiento griego hasta la diversidad, la multiplicidad y las continuas divisiones y bifurcaciones actuales.

El término comunicación se utiliza con frecuencia como un comodín para referirse al transporte, el intercambio, la relación, la influencia, el control, el poder, etc. Pero sólo en los últimos decenios se estudia como proceso social básico y con la ayuda de diferentes disciplinas científicas. Por ello, la comunicación puede estudiarse desde puntos de vista etimológico, pedagógico, histórico, sociológico, psicológico y estructural (Marques de Melo, 1992).

Para Dominique Wolton, por comunicación deben entenderse cuatro fenómenos complementarios: ideal de expresión de la cultura occidental y, como consecuencia, de la democracia; conjunto de medios de comunicación de masas; las nuevas tecnologías de comunicación y el conjunto de los valores. Símbolos y representaciones que organiza el funcionamiento del espacio público de las democracias de masas y, más generalmente, de la comunidad internacional.

Las tendencias de la comunicación van en muy diversas direcciones y han sido estudiadas para corto, medio y largo plazo. Pueden advertirse, a medio plazo, dos tendencias de carácter general: creciente dependencia de la innovación tecnológica en los medios de comunicación y creciente competitividad en el mercado ante hechos como la reducción de los márgenes de beneficio y el acortamiento de los plazos de amortización de la innovación tecnológica

## **COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PÚBLICA**

El concepto de Comunicación Científica Pública (CCP) abarca un conjunto de actividades de comunicación que tienen contenidos científicos divulgadores y destinados al público no especializado. La CCP utiliza técnicas de la

publicidad, relaciones públicas, espectáculos, divulgación tradicional, información periodística, museos interactivos, exposiciones itinerantes, ferias de la ciencia, campamentos científicos juveniles y otros instrumentos de esta naturaleza.

Para Pierre Fayard, de la Universidad de Poitiers (Francia) la CCP se inserta en el conjunto de industrias culturales, dentro del movimiento generalizado de profesionalización y rentabilización de las actividades comunicativas. Ha surgido con este motivo la figura del animador científico, que puede contribuir, junto con demás actores de la ciencia y de las cultura, a hacer posible el diálogo entre los científicos y el público, que reclama nuestro tiempo. La prioridad de este diálogo es condición para llegar al necesario equilibrio del conocimiento en los seres humanos que a su vez constituye una de las bases de la democracia cultural.

Fayard diseña también el concepto de “Acción Cultural Científica”, caracterizada por su naturaleza militante, que renueva las prácticas anteriores de la divulgación tradicional.

## **CONOCIMIENTO**

Sólo hay tres formas básicas de conocimiento: el científico, el artístico y el revelado. Todo conocimiento real es la superposición ponderada de las tres formas. Todo conocimiento puede representarse por un punto en un espacio coordinado por tres dimensiones: la científica, la artística y la divina. La práctica democrática empuja al político, por ejemplo, hacia el eje del arte (una imagen encargada de comunicar una ininteligibilidad tiende a sustituir el debate científico) y la no práctica democrática lo hace hacia el divino (la verdad revelada legítima para el totalitarismo, por ejemplo); no hay, sin embargo, el menor futuro para un político estrictamente científico, sin un mínimo calor artístico y una mínima fe en ciertas sólidas convicciones. Los caminos por este espacio del conocimiento pueden ser audaces, ingenuos, fraudulentos, esperanzadores, idóneos... Percibida una complejidad, se inicia uno de estos caminos infinitos (Wagensberg, 1989).

La transmisión del conocimiento al público no especializado (y a veces inculto o analfabeto) es el objetivo del periodismo científico, de la divulgación de la ciencia y de la comunicación científica pública.

El libro *La Tercera Fase. Formas de saber que estamos perdiendo*, de Rafaele Simone (Taurus) es fruto de la sensación de que estamos entrando en una nueva fase de una historia extraordinariamente importante: la historia del conocer, que tendría que describir cómo se crean y elaboran nuestros conocimientos, nuestras ideas y nuestras informaciones. Estamos en medio de grandes cambios de los que quizá no tenemos una imagen demasiado clara.

Nos encontramos en una “Tercera Fase” de la historia del modo en que se forman los conocimientos de la especie humana y se alimenta el patrimonio de su saber (no sólo el de los intelectuales y los científicos, sino a todas las *formas de conocimiento* de que disponemos y que usamos espontáneamente en la vida cotidiana. Por este motivo, una modificación profunda en el proceso de formación de los conocimientos no es un tema académico, sino una cuestión que atañe a la vida de todos.

## **CONOCIMIENTO E INFORMACIÓN**

Algunos tratadistas subrayan la confusión de la *información* con el *significado*. En principio, podría distinguirse entre la información como un producto

objetivo, como algo cuya generación, transmisión y recepción no requiere, o no presupone en ninguna medida, procesos interpretativos, y el conocimiento, al que podría llamarse información interpretada y con significado, de modo análogo a como distinguimos la información que recibimos por un canal y el canal mismo por el cual recibimos la información. Pero la información no debe confundirse con el significado.

El conocimiento es, en principio, una forma de creencia verdadera y justificada. Hoy esta definición no se considera satisfactoria y teóricos como Fred I. Dretske proponen sustituir esta explicación tradicional por otra basada en una teoría de la información. Dretske lo llama *conocimiento perceptivo*

## **CONOCIMIENTOS CIENTÍFICOS BÁSICOS**

El tema de los conocimientos científicos básicos es de gran importancia, porque estos saberes son tan necesarios como la alfabetización (lectura y escritura) para ofrecer a la mayor cantidad de personas una forma de vida satisfactoria en el mundo actual y para que pueda surgir una fuerza de trabajo capacitada, con miras al bienestar de la sociedad y al ejercicio de la democracia participativa. Con la expresión “conocimientos científicos básicos” no nos referimos a los que figuran en los libros de texto de física, química, fisiología o genética, sino más bien a la comprensión de lo que podría llamarse el enfoque científico o la forma científica de conocer, o inclusive el método científico (UNESCO, Informe Mundial sobre la Ciencia 1996).

En este sentido, la persona que posea conocimientos científicos debe saber que la astrología no es una ciencia y que los niños no nacerán más fuertes simplemente porque los padres hagan gimnasia, pero no hay que esperar que una persona que tenga conocimientos científicos básicos sepa la definición de un momento angular, o que la expresión ADN se efectúa por medio de moléculas de ARN de transducción.

La ignorancia pública de la ciencia es, en ciertos aspectos, un hecho universal. Hace pocos años, la mitad de la población de Estados Unidos no creía en la evolución por selección natural y la tercera parte de sus habitantes pensaba que los seres humanos y los dinosaurios habían sido contemporáneos. Una proporción significativa de ciudadanos británicos no creía que la Tierra gira alrededor del Sol, y entre quienes sí lo creen, ni siquiera una persona de cada cien mil podría dar razones sólidas que justificaran su convencimiento.

## **CONTEXTUALIZACIÓN**

El concepto de contexto ha servido de puente para relacionar las estructuras del lenguaje con las estructuras sociales. Lo que sucede suele estar situado dentro de un contexto más amplio. En líneas generales, es aceptable la propuesta de van Dijk (1980) de considerar el contexto como “una abstracción altamente idealizada” de la “situación comunicativa”. En general, el periodista y el divulgador están obligados a contextualizar, pero al informador especializado se le exige que en todo momento contextualice, es decir, haga ver al público cuáles son los antecedentes de las situaciones informativas, para que éstas puedan ser rectamente entendidas.

En el campo de la ciencia, no sólo es necesario, sino imprescindible explicar al público en qué orden del conocimiento se insertan las principales noticias. La necesidad de contextualizar se deriva del carácter selectivo de la memoria de los individuos (incluso los testigos) y requiere exponer, de forma breve, los conocimientos que ofrezcan al lector las referencias necesarias para la



comprensión de la noticia, de la información, del reportaje, de la entrevista, etc.

Los consumidores de los medios informativos insisten en que con frecuencia los autores de estudios y artículos para el público no saben contextualizarlos, o no quieren molestarse en hacerlo. Y hay científicos y escritores que actúan como si los medios de comunicación de masas fueran publicaciones profesionales o especializados o algo así como una oficina de relaciones públicas de su universidad o de su laboratorio.

### **CRÍTICA CIENTÍFICA**

Es positivo para la ciencia ser sometida crítica. La primera cualidad que requiere el crítico científico es tener una visión panorámica. Esto es más posible ahora que hace una generación. El crítico científico debe mirar el futuro, pero esto es difícil cuando la historia se despliega ante nosotros e inevitablemente debemos verla en términos de un presente incompleto. El crítico científico deberá ocuparse también de la integridad de la ciencia. Aún son válidas las conclusiones de un estudio realizado en 1964 por un comité científico de la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia, sobre los efectos de una rápida expansión del conocimiento. Una de estas conclusiones era que “bajo la presión de insistentes demandas sociales ha habido serias erosiones en la integridad de la ciencia. Esta situación es peligrosa tanto para la ciencia como para la sociedad”.

En este informe se afirma que la erosión de la integridad científica compromete “... los factores internos de la ciencia... los métodos, los procedimientos y los procesos que los científicos emplean para descubrir y discutir las propiedades del mundo actual, que han dado a la ciencia su gran éxito..” El Comité no usó el término “integridad” para referirse a la conducta de los científicos, que depende “del sistema del discurso en el que los científicos deben operar”. Lo que el Comité estaba diciendo es que la integridad de la ciencia no la podían garantizar los científicos por sí solos. No puede darse por sentada la fortaleza de la ciencia. Los científicos son seres humanos y la ciencia es parte de la cultura. El crítico científico debe ayudar al no científico a penetrar más profundamente de modo que éste también fuera capaz de gozar la poética de la experiencia científica. A juicio de Maurice Goldsmith, que viene refiriéndose desde 1974 a la necesidad del crítico científico.

### **CULTURA**

Los especialistas hacen un recuento que sobrepasa las doscientas definiciones de la cultura. Se han considerado pertenecientes a este ámbito las relaciones del hombre con la naturaleza, con la sociedad y con el propio ser humano, y también la estimación de valores que pueden cambiar en cada época. En cualquier caso, las realidades básicas para desarrollar un concepto de cultura parecen ser la naturaleza y la sociedad. Es el hombre, mediante su acción sobre su entorno, quien crea la realidad cultural. Hoy se atribuyen a la palabra cultura tres sentidos: idea de creación, de obra; las distintas formas de cultura y culturas particulares (Wolton, 2000). Ultimamente se ha replanteado el antiguo problema de las dos culturas y se ha reivindicado la existencia de una cultura común de ciencias, letras y artes. En *La tercera cultura* (edición de John Brockman) un grupo de científicos y pensadores advierten la aparición de una nueva forma de discurso intelectual que completa y supera la dicotomía del novelista británico C.P. Snow. Éste la

explicó en 1959 como "el abismo de incompreensión mutua" que separaba a los intelectuales literarios, en un extremo, y a los científicos en el otro, y ya entonces reclamaba llenar este vacío, para responder a "una necesidad tanto en el sentido más abstracto e intelectual como en el orden más práctico". Cuando ambos se hayan separado, entonces ninguna sociedad podrá pensar con sabiduría.

### **CULTURA CIENTÍFICA**

El ser humano de nuestro tiempo necesita la cultura científica para comprender el mundo en que vive y hasta para sobrevivir en él. Pero, como ha recordado el profesor Miguel Angel Quintanilla (Universidad de Salamanca) la cultura científica no se genera espontáneamente: es una planta de invernadero, que hay que cultivar y cuidar. Hay ya personas dedicadas a ello: los periodistas científicos, los divulgadores de la ciencia, los gestores de actividades de innovación y desarrollo, los responsables de museos científicos y algunos postgrados universitarios.

En cuanto los ciudadanos, vivimos rodeados de productos de la ciencia y la tecnología y al mismo tiempo estamos inmersos en una cultura en la que abundan los elementos anticientíficos y las prácticas incompatibles con la racionalidad.

La Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) considera que la expresión "cultura científica" significa:

- 1 Familiarizarse con el mundo natural y reconocer su diversidad y su unidad.
- 2 Entender los conceptos fundamentales y los principios científicos.
- 2 Percibir la interrelación entre las matemáticas, la ciencias y la tecnología.
- 3 Tener en cuenta que las matemáticas, la ciencia y la tecnología son empresas
- 4 humanas, lo que significa seguridades y limitaciones,
- 5 Adquirir la capacidad de pensar según lo exige el rigor científico.
- 6 Utilizar el conocimiento científico con propósitos individuales y sociales.

### **CULTURA DE MASAS**

Basándose en *Apocalípticos e integrados*, de Umberto Eco, el venezolano Marcelino Bisbal (1989) señala como características de la cultura de masas las siguientes: se dirige a un público heterogéneo, que no tiene conciencia de sí mismo como grupo social caracterizado y que tiende a secundar el gusto existente sin promover renovaciones de la sensibilidad. Como consecuencia, los medios de masas tienden a provocar emociones vivas, a confeccionarlas en vez de sugerirlas, y están sometidos a la ley de la oferta y la demanda. Muy distinta es la cultura popular, que tiene sus raíces en la comunidad y contra la cual actúan, directa o indirectamente, los medios de comunicación de masas y los grandes tinglados de la cultura de consumo. Lo que se suele dar a la gente, en diarios, semanarios y publicaciones mensuales de gran tirada es "una mezcla de cultura superior, mediocre y brutal, única en la historia" (Shils, 1974).

### **DEMOCRACIA TECNOLÓGICA**

Estamos entrando en una nueva sociedad basada en el conocimiento y en la información y en lo que se refiere a los comunicadores y a los educadores,

nos enfrentamos con una gran explosión comunicativa, lo cual no significa necesariamente una mejor y más selectiva información para el hombre de la calle, pero sí unos retos mucho mayores para científicos y comunicadores. Ante la explosión científica y tecnológica y el crecimiento de la oferta global de comunicación, es necesario que investigadores, educadores y periodistas sumen sus esfuerzos en una tarea común que permita poner al alcance de la mayoría el patrimonio intelectual de la minoría, en el ejercicio de la más difícil y exigente democracia, la de la cultura, que Fayard llama "democracia tecnológica".

Las sociedades contemporáneas necesitan periodistas y científicos que tengan presente por qué escriben o hablan sobre ciencia y por qué el conocimiento científico es decisivo hoy en nuestra sociedad tecnológica. En cuanto a los científicos, debería incluirse en su formación un cierto entrenamiento no sólo de retórica, sino de morfología y otras características del idioma en que se está expresando. Y si no fuera posible recargar de este modo su preparación científica, los centros de investigación deberían intentar que se incorporasen a su trabajos lexicólogos, especialistas en palabras, que pudieran ayudar al científico que descubre un concepto o que alcanza una innovación, a llamarlo de modo que el idioma propio sea preservado.

Como Jean Pradal advirtiera hace años, para adecuarse al progreso científico y tecnológico es necesario que la divulgación se institucionalice y adquiera mayoría de edad. Hay que multiplicar los divulgadores. Pradal llega a afirmar que en un futuro cercano el divulgador será tan necesario como el científico. Nunca como hoy la ciencia ha disfrutado de tanto prestigio y al mismo tiempo, jamás ha estado tan cargada de responsabilidades, porque, aunque siempre sus aplicaciones tecnológicas, desde el hacha de sílex hasta la energía atómica, han podido utilizarse con sentido positivo y negativo, ahora las consecuencias del progreso científico pueden escapar al control humano y llevar a errores y horrores de gran envergadura. Por otra parte, la ciencia se ha industrializado y el quehacer científico puede ser manipulado por intereses extra-científicos.

## **DEMONIOS DE LAPLACE Y MAXWELL**

El dominio de Laplace era una ser ficticio para ilustrar su concepción determinista del acontecer natural, y que describe así: "Una inteligencia que, en un instante dado, conociera todas las fuerzas que animan a la naturaleza la situación respectiva de los seres que la componen, si fuera lo bastante vasta como para someter estos datos al análisis (matemático), abarcaría en la misma fórmula los movimientos de los cuerpos más grandes del universo y los del átomo más liviano; para ella, nada sería incierto, y el porvenir, igual que el pasado, estaría presente a sus ojos".

El demonio de Maxwell es otro ser ficticio para ilustrar el carácter puramente estadístico de la segunda ley de la termodinámica. Maxwell imagina un recipiente lleno de gas a temperatura uniforme, dividido en dos partes A y B por un diafragma con un pequeño orificio cerrado con una capa corrediza de masa insignificante, e invita a concebir un ser infinito que es capaz de seguir el curso de cada molécula e incapaz de hacer otro trabajo que el de abrir y cerrar la tapa. El geniecillo observa primero las moléculas en A. En cuanto ve llegar hacia el orificio una molécula cuya velocidad es menor que el cuadrado de la velocidad media de las moléculas en B, abre momentáneamente la tapa y la deja entrar en B. En cuanto ve cercarse una cuya velocidad media es mayor que el cuadrado de la velocidad media de las moléculas en A. abre

momentáneamente la tapa y la deja entrar en A. La reiterada aplicación de este experimento ocasiona un aumento de la temperatura en la parte B, contradiciendo la segunda ley.

## **DERECHO A LA INFORMACION AMBIENTAL**

A pesar de los progresos realizados en este campo, la realidad cotidiana nos muestra que el derecho a la información ambiental, consecuencia del derecho a un entorno sano y adecuado, está aún muy lejos de quedar garantizado. Se trata del derecho de los ciudadanos a recabar y obtener de la administración, en cualquiera de sus niveles, los datos referentes al medio ambiente. Ante estas peticiones de la sociedad, ¿cómo actúan los periodistas dedicados a la divulgación de la ciencia y la tecnología, o especializados en las cuestiones del medio ambiente? El periodismo ambiental hay que relacionarlo con la transición a la nueva sociedad, que implica cambios radicales y responsabilidades que exigen explicaciones al público. Nuestra civilización está alcanzando las cotas más altas de su historia, pero también las más bajas. Asistimos a lo que Alvin Toffler llamó "crisis general de la civilización industrial" y a la aparición en el planeta de algo que ni nuestros abuelos ni nuestros padres pudieron imaginar: una nueva sociedad que nos sitúa en los umbrales de un mundo que nunca vivieron los reyes ni los poderosos de épocas anteriores, pero que nos plantea problemas y dilemas aterradores, atroces incertidumbres.

El profesor Diego Gracia nos ha recordado que la ética es una dimensión absolutamente irrenunciable de la vida humana. Hoy se asume de manera universal -añade- que no todo lo científicamente posible es éticamente correcto. Puede resultar curioso, pero se trata de un descubrimiento reciente. Sin embargo, dos tristes acontecimientos de la Segunda Guerra Mundial hicieron que la ciencia descubriera lo que el profesor Gracia llama su pecado original: los experimentos en los campos de concentración nazis, y las explosiones atómicas de Hiroshima y Nagasaki.

## **DESAFÍOS DEL PERIODISMO CIENTÍFICO**

Parecen evidentes, en todo el mundo, las dificultades de hacer un periodismo científico riguroso, exigente y responsable, y obligado a competir, en la actualidad diaria, con guerras, desastres naturales, crímenes, escándalos de diversos tipos, crisis políticas, económicas o sociales, idas y venidas de estrellas del espectáculo y del deporte y hasta con las pseudociencias, perturbadoras para el individuo y para la sociedad, pero que gozan del atractivo de lo misterioso y de lo irracional.

A pesar de tantos factores en contra, la ciencia y la tecnología emergen en la actualidad cotidiana cada vez con mayor intensidad y frecuencia. Con este crecimiento va perdiendo fuerza la conocida paradoja puesta de relieve por Carl Sagan y otros escritores científicos: en la era en que la ciencia y la técnica influyen más decisivamente en nuestra vida cotidiana, llegan menos a los ciudadanos. Desvelar los misterios del universo, enriquecer el conocimiento, mejorar la calidad de vida, he aquí algunos objetivos del investigador científico. Estos, y todos los demás, habrán de ser proyectados por el periodista especializado en ciencia y técnica para facilitar la comprensión del público, acercarle a la tarea científica y hacerle participar de alguna manera en lo que constituye la más fantástica aventura intelectual de nuestro tiempo.

## **DESARROLLO**

El desarrollo y la tecnología suelen tener una relación inestable: en los círculos científicos del desarrollo se sospecha con frecuencia que los impulsores de la tecnología promueven acuerdos costosos e inapropiados sin tener en cuenta la realidad del desarrollo. La creencia en que una pócima tecnológica pueda “resolver” el analfabetismo, la mala salud o el fracaso económico, refleja escaso entendimiento de la realidad de la pobreza.

Pero si la comunidad del desarrollo desconoce la explosión de innovaciones tecnológicas en alimentos, medicamentos e información, corre el riesgo de marginarse y de negar a los países en desarrollo oportunidades que, si se controlan de manera efectiva, pueden transformar la vida de los pobres y ofrecer ocasiones novedosas de desarrollo a estos países.

Vivimos en una época de nuevos descubrimientos, con el mapa del genoma humano, con enormes cambios estructurales en la forma en que se practican las ciencias y con oportunidades sin precedentes de formación de redes y distribución de conocimientos provocados por la reducción de los costos de las comunicaciones. Pero es también una época de controversia pública sobre cuestiones que van desde los riesgos posibles de los cultivos transgénicos hasta el acceso a medicamentos vitales para quienes los necesitan.

El reto con que el mundo se enfrenta en la actualidad consiste en equiparar el ritmo de la innovación tecnológica con auténtica innovación normativa, a escala nacional y mundial. Y si podemos hacerlo con éxito, podremos mejorar notablemente las posibilidades de que los países en desarrollo cumplan los objetivos clave del desarrollo enunciados en la histórica Declaración del Milenio, formulada por las Naciones Unidas en 2000 (Mark Malloch Brown, administrador del PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo)).

## **DESARROLLO SOSTENIBLE**

Proceso de mejora de la calidad de vida humana que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Debe garantizar las condiciones necesarias para su propia continuidad, controlando y suprimiendo sus efectos negativos, e implica en especial la preservación y mejora del estado y funcionamiento de los sistemas ecológicos. Este tipo de desarrollo surge en respuesta a la necesidad de encontrar un equilibrio entre desarrollo económico y conservación de los ecosistemas,

## **DESCRIPCIÓN**

En el lenguaje ordinario solemos decir que describimos algo cuando enunciamos consecutivamente algunos de sus rasgos más o menos visibles. En la jerga filosófica, recibe el nombre de descripción una expresión que empieza por el artículo determinado “el” o “la” y enuncia una condición que parece caracterizar unívocamente a un objeto. Si efectivamente es así, es decir, si hay un objeto y solo uno que satisface la condición descriptiva, decimos que se trata de una descripción propia; si no hay ningún objeto que la satisfaga, o si hay más de uno, se habla de descripción impropia.

## **DIFUSIÓN INTEGRAL DE LA CIENCIA**

A juicio del ecuatoriano Marco Encalada, una política de difusión integral de la ciencia y la tecnología debe cumplir unos objetivos y fines de los que aquí señalamos algunos:

1. Afrontar el problema de la difusión científica y tecnológica como una prioridad nacional que contribuya a desarrollar la política para un desarrollo adecuado de la ciencia y la tecnología.
2. La difusión debe considerarse no como un problema exclusivo de la información, sino como uno de comunicación integral.
3. Asimismo, debe tenerse en cuenta que la difusión científica es una necesidad social.
4. La difusión no debe entenderse como un proceso mediante el cual se "envía" comunicación de un sistema de información a otro, sino también el "ingreso" de la información para su prosado y adecuación accesible a los diversos sectores que así lo requieran .
5. Este proceso debe ser democrático, de tal manera que ni la información sea patrimonio de unos pocos ni los medios a través de los cuales se distribuya puedan ser manipulados exclusivamente pensando en los intereses de los propietarios o administradores de tales informaciones.

### **DIFUSIÓN, DIVULGACIÓN Y DISEMINACIÓN**

Pasquali (1979) distingue entre difusión, divulgación, y diseminación:

\* El tratadista venezolano entiende por difusión el envío de mensajes elaborados en códigos o lenguajes universalmente comprensibles, a la totalidad del universo receptor disponible en una unidad geográfica, sociopolítica, cultural, etc.

\* La divulgación sería el envío de mensajes elaborados mediante la transcodificación de lenguajes crípticos a lenguajes omnicomprendibles, a la totalidad del universo receptor disponible.

\* Se entiende por diseminación el envío de mensajes elaborados en lenguajes especializados, a receptores selectivos y restringidos.

En la adopción de estos tres términos, Pasquali ha tratado de respetar al máximo su sentido primario: difundir, como derramar o desparramar libremente; divulgar por vulgarizar y hacer accesible al público; diseminar como sembrar selectivamente en el lugar más apropiado.

El propio Pasquali da ejemplos y considera casos típicos de difusión la publicidad comercial o la radiodifusión de régimen competitivo; de divulgación, el llamado (dice Pasquali) "periodismo científico"; de diseminación, la distribución de información científica entre una base de datos y la industria, o la entrega de una investigación a posibles centros de decisión.

### **DINOSAURIOS**

Los dinosaurios forman un grupo singular de vertebrados terrestres de nuestro pasado remoto. La mayoría de ellos se extinguieron hace unos 65 millones de años. No obstante, las aves, descendientes de los dinosaurios, lograron subsistir hasta nuestros días. Entre las formas que desaparecieron se encuentran todo tipo de organizaciones: bípedos y cuadrúpedos, carnívoros y herbívoros, con tamaños que van desde el de un pavo hasta el de un elefante. En los últimos años, el número de paleontólogos que estudian los dinosaurios -los llamados *dinosauriólogos*- se ha incrementado notablemente. La cantidad e importancia de la información disponible en la actualidad sobre la historia evolutiva de los dinosaurios era impensable hace pocos años.

Como muchos otros objetos de atención científica, los dinosaurios también se

pueden analizar desde un punto de vista sociocultural, fuera del contexto estrictamente paleontológico. Es posible considerar que esta proyección sociocultural es la manera en que la información extraída del estudio científico de los dinosaurios se instala en la conciencia colectiva. Estas concepciones se propagan, mantienen y modifican gracias a los medios de comunicación de masas.

En los últimos años, los medios de comunicación han reiterado que la "dinomanía" se debe al fenómeno *Parque Jurásico*, pero en este libro se puede ver con claridad y precisión que el fenómeno procede del siglo pasado. No se puede evaluar la "dinomanía" como un fenómeno cultural pasajero. Los dinosaurios están sólidamente anclados en la cultura popular y constituyen una de las zonas más evidentes de interacción entre la información científica y el interés de la gente hacia el conocimiento.

## **DISCURSO Y DIVULGACIÓN**

Para algunos de quienes se ocupan de estos temas (Jurdant, Schiele, Jacobi y otros) la divulgación científica consiste, en una primera aproximación, en difundir entre un público lo más numeroso posible y menos beneficiado por la cultura, los resultados de la investigación científica y técnica y el conjunto de pensamientos del pensamiento científico.

El problema del discurso es hoy un lugar de intersección para las ciencias humanas: lingüística textual, análisis filosófico, teoría de la comunicación, sociología interaccional, etc. En los textos sobre divulgación, la misión consiste en "poner en forma accesible al público el resultado de las investigaciones científicas". El tercer hombre, el divulgador, se presenta en los textos como circulando físicamente de un lugar a otro, y tendiendo puentes como mediador o como simple intermediario.

Jurdant (1970) utiliza una tipología inspirada en Teodorov y que expone así:

- 1 El *discurso axiomático*, transparente por sí mismo y cuyo prototipo sería el discurso científico puro.
- 2 El *discurso analógico*, es decir, el habitual y cotidiano.
- 3 El *discurso narrativo*: expone una acción que implica una dimensión temporal que preside el encadenamiento de hechos e ideas según una sucesión definida por una contigüidad temporal.
- 4 El *discurso descriptivo*, en el cual la "transferencia de sentido" (expresión de Genette) se lleva a cabo por contigüidad espacial.
- 5 El *discurso dialéctico*, destinado a la transmisión de conocimientos

## **DIVULGACIÓN CIENTÍFICA**

El concepto de Divulgación Científica es más amplio que el de Periodismo Científico, ya que comprende todo tipo de actividades de ampliación y actualización del conocimiento, con una sola condición: que sean tareas extraescolares, que se encuentren fuera de la enseñanza académica y reglada. Tiene tres funciones básicas: informar, interpretar el conocimiento y controlar, en nombre de la sociedad, las decisiones sobre política científica. La actualidad informativa va a estar cada vez más impregnada de ciencia y tecnología y la información penetra ya en este universo complejo y apasionante en el que confluyen la cultura, la ciencia, la educación, la comunicación y la tecnología.

Definir la divulgación o difusión científica se vincula con el problema de la socialización del conocimiento, para hacerlo parte integral de quienes no conforman esa cultura (y aun de quienes la conforman, pues los cultivadores

de cualquier disciplina científica necesitan seguir, aunque sea a grandes rasgos, el desarrollo de las demás, o al menos de las de mayor trascendencia).

La divulgación nace en el momento en que la comunicación de un hecho científico deja de estar reservada exclusivamente a los propios miembros de la comunidad investigadora o a las minorías que dominan el poder, la cultura o la economía.

Los objetivos de la divulgación son múltiples y en algunos casos, contradictorios, y van desde el conocimiento del universo y del hombre hasta la participación del ciudadano en la política. En la entrada correspondiente se expone este tema con mayor amplitud. A continuación anticipamos algo sobre las corrientes actuales en la comunidad científica de los grandes países, según las cuales la difusión de la ciencia no es una actividad de segunda, ni, por supuesto, una misión imposible.

### **DIVULGACIÓN COMO RETO**

La divulgación de la ciencia se configura entre los grandes retos de la sociedad tecnológica y como una necesidad de las sociedades democráticas, una necesidad cultural, económica e incluso política. En estos sentidos, los progresos no han respondido a las esperanzas. No hemos sido capaces de establecer un diálogo entre la ciencia y la sociedad. Ello es grave, porque sin la ciencia y la tecnología, el universo de la comunicación queda truncado en nuestro tiempo. El papel decisivo de la ciencia en las sociedades contemporáneas requiere un poderoso y completo esfuerzo de difusión pública. Nuestras sociedades no parecen, en términos generales, haber integrado la ciencia en la cultura, a pesar de vivir hoy en unas sociedades que tienen su fundamento en el conocimiento científico.

La ciencia y la técnica influyen en las estrategias industriales y agrícolas y las transforman; modifican la economía; prolongan la duración de la vida media de las personas; actúan sobre la demografía de los países; superan con frecuencia las diferencias fronterizas utilizando la telecomunicación instantánea y facilitando los viajes y el turismo. Y a pesar de ello, el gran público, es decir, la mayoría de los ciudadanos, vive relativamente ajeno a las posibilidades abiertas por la ciencia y la técnica. La sociedad necesita elementos de juicio para asimilar los avances y aplicaciones de la ciencia. La opinión pública puede ejercer una influencia decisiva en la ética del desarrollo científico, en la aplicación positiva o negativa de los descubrimientos y en el desarrollo de innovaciones tecnológicas.

### **DIVULGACIÓN EN IBEROAMÉRICA**

El acceso generalizado al conocimiento es uno de los desafíos que la humanidad habrá de afrontar al entrar en el Tercer Milenio. En este sentido, las aportaciones de Iberoamérica son, si no abundantes, sí valiosas.

El largo y difícil camino del periodismo científico en Iberoamérica registra intentos fecundos pero sin continuidad en ciertos casos, a cargo de la OEA (Organización de Estados Americanos); CIESPAL (Centro Internacional de Estudios Superiores de Periodismo para América Latina), donde se dio en 1965 el primer curso de Periodismo Científico y cuya revista *Chasqui* manifiesta una gran sensibilidad hacia el Periodismo Científico; CIMPEC, (Centro Interamericano para la Promoción de Material Educativo y Científico para la Prensa), ya desaparecido; AIPC (Asociación Iberoamericana de Periodismo Científico); SECAB (Secretaría Ejecutiva del Convenio Andrés



Bello); fundaciones Konrad Adenauer y Ebert, etc. Ideas y materiales sobre la divulgación de la ciencia y sus problemas proceden de los países de América Latina. Citamos algunas cuestiones importantes: Cómo afrontar el fantasma del analfabetismo funcional (*Producción de materiales para neolectores*, 10). Analfabetismo en Venezuela; *La ciencia en la construcción del futuro de Venezuela* (Gioconda Cunto de San Blas y Enrique Planchart); *El periodista científico toca la puerta del siglo XXI*, Convenio Andrés Bello (Bogotá, 1988). Atención especial merece la tarea desarrollada por la Dirección General de Divulgación Científica de la Universidad Autónoma Nacional de México (UNAM), con una serie de esfuerzos en varios sentidos, sobre todo para la formación de comunicadores científicos y la publicación de textos, especialmente la admirable colección "Divulgación para divulgadores". Para científicos, docentes y comunicadores de los países de América Latina, profesionalizar la divulgación científica en constituye una innegable urgencia. La primera demanda es apuntalar la formación de comunicadores, procedentes de cualquier disciplina, que asuman esta "delegación social de tareas" y, consecuentemente, el compromiso/contrato social en ella implicada.

## **DIVULGADORES**

Ramón y Cajal, Einstein, Bertrand Russell, Norbert Wiener y otros muchos científicos han hecho y hacen divulgación del conocimiento para el público. En Iberoamérica, los "padres fundadores" de la divulgación de la ciencia en el siglo XX han sido Jacobo Brailovsky y Miguel H. Mulhmann (Argentina), Guillermo Gutiérrez y Carlos Romero (Bolivia), José Reis, José Marques de Melo y Julio Abramcyck (Brasil), Arturo Aldunate Phillips, Sergio Prenafeta y Eduardo Latorre (Chile), Josué Muñoz y Lisbeth Fog (Colombia), Misael Acosta Solís (Ecuador), Luis Estrada y el equipo de divulgadores procedente de la Universidad Nacional Autónoma (México), Oscar Miró Quesada, "Racso", y Tomás Unger (Perú) y Aristides Bastidas y Luis Moreno Gómez (Venezuela).

Hay otros escritores, como el chileno Benjamín Subercasaux, que hacen en sus libros divulgación del conocimiento. *Santa Materia* es una colección de ensayos sobre la materia y la vida, donde puede encontrarse, por ejemplo, un atisbo de las ideas actuales sobre mecánica cuántica. *El hombre inconcluso* es un ensayo sobre la heterogeneidad psíquica de la especie humana. Su libro más conocido, fuera de su patria es *Chile o una loca geografía*, un modelo de difusión de la geografía y del paisaje. El Premio Nobel mexicano Octavio Paz tenía una importante faceta divulgadora sobre la historia, quizá oscurecida por el conjunto de su obra literaria. Se ha dicho que Octavio Paz como divulgador es más valioso que muchos historiadores en los que se basa.

## **DIVULGAR LA CIENCIA (PARA QUÉ)**

Alboukrek (1991) cita los siguientes motivos por los cuales una sociedad debe esforzarse en divulgar el conocimiento:

- 1 Crear una atmósfera de estímulo a la curiosidad por la ciencia y su método.
- 2 Ayuda a despertar la imaginación.
- 3 Cultiva el espíritu de investigación.
- 4 Desarrolla la capacidad de observación, la claridad de pensamiento y

- la creatividad.
- 5 Contribuye a despertar vocaciones científicas.
  - 6 Puede contribuir a erradicar mitos relacionados con la ciencia.

## **ECOLOGÍA Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN**

Asistimos a una oleada sin precedentes de interés y preocupación por el medio ambiente, y ello se ha reflejado, como es lógico, en el periodismo. Nos enfrentamos ante dos hechos aparentemente contradictorios e irreconciliables, pero que podrían hacerse compatibles. En primer lugar, una creciente incompreensión de la naturaleza, que se manifiesta en la contaminación de la tierra, el agua y la atmósfera. El segundo hecho es la imposibilidad de frenar el desarrollo científico y tecnológico, porque en él descansa una buena parte del estado de bienestar del que algunas sociedades privilegiadas disfrutamos y al que aspiramos para el resto de los habitantes de la Tierra. Lo que debe hacerse es intentar una nueva relación entre el hombre y la naturaleza. "El desarrollo y el medio ambiente deben integrarse", ha dicho el director ejecutivo del PNUMA, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Los ecólogos y, en general, quienes tienen la preocupación o la responsabilidad de la defensa del medio ambiente humano, esperan de los escritores, periodistas y divulgadores de ciencia y tecnología, que contribuyan a crear conciencia ecológica en los ciudadanos; divulgar los grandes problemas en este campo; sensibilizar sobre este desafío actual de la especie humana; llevar al ánimo de la gente la preocupación por proteger la flora y la fauna y por el ahorro del agua; crear conciencia pública sobre la necesidad de conseguir un equilibrio entre industrialización y medio ambiente; contribuir al desarrollo de una educación ambiental de carácter informal para ese inmenso segmento de la población que no tiene acceso a los niveles educativos; abordar los problemas en su integridad; necesidad de incorporar la evaluación del impacto ambiental en los proyectos económicos e industriales.

Sobre todo, parece imprescindible facilitar al público la máxima cantidad y calidad de datos en todos los aspectos de cada tema polémico, de modo que pueda formarse un juicio válido para sí mismo y para que le sirva de guía y orientación en los casos en que tenga que opinar en una consulta general a la población.

## **ECONOMÍA**

La economía se ha convertido en una disciplina indispensable en la sociedad actual, en sus niveles mundial, regional, nacional, local, sectorial, familiar, individual, etc. Este tipo de información ha penetrado en todos los sectores de la vida económica, con mayor o menor intensidad. Una buena parte del desarrollo se apoya en la información y genera a su vez información. Por otra parte, la información es hoy cada vez más una mercancía, aunque sea de carácter singular, un bien económico susceptible de industrialización y comercialización.

Las sociedades de nuestro tiempo tienen como objetivo, por lo menos en el llamado mundo occidental, convertirse en democracias, especialmente económicas y sociales. Una de las condiciones indispensables para conseguirlo es ofrecer a los ciudadanos información de carácter económico y financiero, capaz de llegar a todos los niveles de cada sociedad y que les pueda servir para ejercer un cierto control sobre los distintos poderes.

Ello exige disponer de documentación fiable y convertirla en información útil y asequible para los distintos grupos sociales, económicos y culturales. Por otra parte, el individuo aislado y el grupo familiar, como consumidores, necesitan una información seria, honrada e imparcial sobre calidades, precios, fraudes, etc. y como trabajadores, deben conocer la situación del mercado laboral, la movilidad de la mano de obra, las posibilidades de financiación y de ahorro, etc. Se ha hablado de un "consumidor ilustrado" y esta es o debería ser una meta de nuestras sociedades, con la ayuda de los medios informativos.

### **EDITORIALES Y COMENTARIOS**

En principio, habría que incluir el editorial y los comentarios sin firma entre los géneros periodísticos susceptibles de aplicación en la divulgación de la ciencia. Teóricamente es así, ya que la ciencia y la tecnología ofrecen cada día temas para que el medio informativo ofrezca una opinión. Pero en la práctica, suelen ser raras las ocasiones en que la ciencia se convierte en tema editorial, al menos en el periodismo escrito en español.

Este vacío ha sido advertido tanto por periodistas científicos como por profesores e investigadores. Se critica la ausencia de crítica científica en los medios, que debería realizarse por lo menos con un rigor análogo al que los propios científicos utilizan para valorar y encuadrar los informes de investigación de sus colegas. Además de la penuria informativa, la ciencia suele carecer, en los medios de comunicación, de otra forma periodística importante: la opinión. Faltan comentaristas especializados en ciencia y tecnología, como los hay en otras secciones de los medios, como política, economía, cultura, deportes, espectáculos, etc.

### **EDUCACIÓN**

El PC debe ser también una actividad educativa. Nuestras sociedades se convierten, o deberían convertirse, en sociedades de aprendizaje. Una sociedad emergente como la que se avecina requiere, incluso para actividades antes consideradas secundarias, una formación cultural humanista, científica y tecnológica cada vez más amplia; un dominio real de los instrumentos de la comunicación (lengua cultural hablada y escrita, lenguas extranjeras instrumentales, lenguaje informático, lenguaje científico); un conocimiento del proceso en la solución de los problemas; un buen manejo de las herramientas de la información, del conocimiento y de la comunicación social; una experiencia satisfactoria en el campo de las relaciones interpersonales; una destreza suficiente en la gestión de los asuntos personales y una sólida formación cívica para poder ejercer una amplia participación democrática.

El profesor chileno Daniel Torrales Aguirre ha reunido las opiniones de diversos profesionales brasileños sobre el papel del periodista científico en la educación. Todos ellos subrayan la importancia de la comunicación entre padres, profesores y alumnos. Algunos consideran que el Periodismo Científico tiene un campo abierto para la educación, aunque todavía no se ha trabajado mucho en esta simbiosis. Los medios de comunicación y, en particular, el periodista educativo y científico, deben actuar dentro del sistema educativo y fuera de él.

### **ELECTRÓN**

El electrón fue la primera partícula detectada y reconocida como tal. En 1897,

J.J. Thomson estableció experimentalmente que los rayos catódicos emitidos por cualquier metal son haces de corpúsculos iguales entre sí, negativamente cargados, de tamaño mucho menor que el de un átomo. Recibió el nombre de “electrón” había sido introducido por Stoney en 1891 para designar la “unidad natural de electricidad”, es decir, la cantidad de carga eléctrica - positiva o negativa- que debe pasar a través de una solución para liberar un átomo de un elemento monovalente (por ejemplo, hidrógeno). El mismo año, Thomson identificó como electrones las partículas producidas por el efecto fotoeléctrico; otro tanto hicieron el año siguiente (1892) Becquerel y los Curie con las partículas emitidas en la desintegración beta. Anderson descubrió en 1931 una partícula identificada como la antipartícula del electrón y llamada positrón.

## **ENERGIA**

Cantidad atribuida a los sistemas físicos por la mecánica clásica y las grandes teorías físicas que han surgido después y que concuerdan en que la energía de un sistema cerrado se conserva. La energía de un sistema se concibe habitualmente como su capacidad para. Sin embargo, en la vida real, la energía que la contabilidad de la física asigna a un sistema dado no puede convertirse totalmente en trabajo. Por esta y otras razones, quizá sea preferible la definición recomendada por R. Mills (1994): “La energía es la cantidad conservada, conforme al Teorema de Noether, en virtud de la invariancia de las leyes de la física bajo traslaciones del tiempo”.

De origen griego, e incorporada pronto a las lenguas europeas modernas en varias acepciones, adquiere su presente significado en el siglo XIX. Hasta entonces se la llamaba “fuerza viva”, esto es, el producto de la masa de un cuerpo por el cuadrado de su velocidad. El interés de obtener trabajo de cualquier fuente -esfuerzo animal, caídas de agua, combustión del carbón, baterías eléctricas, etc.-, unido a la convicción de que éste no sale de la nada, motivó la idea de que la energía existe en una variedad de formas intercambiables en proporciones constantes, de modo que la cantidad actual se conserva.

A principios del siglo XX se consolida el triunfo del atomismo, gracias especialmente a los trabajos de Perrin, apoyados por los estudios de Einstein sobre el movimiento browniano. Por otra parte, en el marco de su teoría de la relatividad especial, Einstein deriva la equivalencia de energía y masa, vindicando así, en cierto modo, lo esencial de la visión energetista, desacreditada por su asociación con el antiatomismo.

## **ENERGÍA NUCLEAR**

La energía nuclear plantea problemas que añaden a los normales (sobre todo en lo que se refiere al riesgo de agotamiento de las fuentes energéticas y su incidencia en el medio ambiente) el factor de temor popular a los efectos de la energía nuclear. Hace algunos años, el director general de la AIEA (Agencia Internacional de la Energía Atómica) prevenía al público sobre el hecho de que cualquier fuente de energía tiene ciertas consecuencias sobre la vida, la salud y el entorno.

En esta especialidad quizá más que en otras, el periodista, el científico o el escritor que traten de energía nuclear deben tener en cuenta los distintos niveles de público al que se dirigen: científicos, políticos (incluidos los parlamentarios, estudiantes, profesionales y público en general. Y el esfuerzo debe hacerse en los tres sectores básicos de la energía nuclear: tecnología,

rentabilidad y opinión pública.

Antes de la crisis energética de los años setenta del siglo pasado, las conferencias mundiales de las Naciones Unidas sobre usos pacíficos de la energía atómica, celebradas en Ginebra, forman ya parte de la historia de la divulgación científica, que contribuyó a precisar conceptos y a facilitar a los periodistas que informaran lealmente al público. A pesar de ello, no ha sido posible evitar, en bastantes casos, la desorientación del público y la confusión en los individuos y en los grupos sociales, a propósito no sólo de la energía nuclear sino de los aspectos positivos y negativos del progreso científico y tecnológico.

## **ENSAYO**

Por sus características, el ensayo es también un vehículo de divulgación científica, tanto en su versión del periodismo informativo como de revistas, suplementos y libros. El ensayo ha sido calificado de “una especie de monólogo documentado, inspirado, y, a ser posible, iluminado, ya que no debe comunicar solamente una idea ni generalizar una noción, sino establecer la comunicación humana del autor con el lector en el plano afectivo, intelectual y espiritual, además de la necesaria emoción estética” (Sender, 1970).

Estas características, junto con las de promover la imaginación del público, abrirle nuevos horizontes, asombrarle si es posible, convierten al ensayo en un género muy adecuado para difundir el progreso científico y para plantear los problemas derivados de este progreso.

El ensayo está a medio camino entre la literatura y la ciencia, entre el conocimiento sistemático y la imaginación creadora, entre la economía de expresión y la visión intelectual de la vida cotidiana y sus problemas y ha sido calificado como una obra abierta que nació imposiblemente.

## **ENTREVISTA CIENTÍFICA**

La entrevista no es sólo el género periodístico así llamado, sino la base de la mayor parte de los datos e informaciones que llegan al periodista. En este sentido, se distinguen varios tipos de entrevista:

- 1 Noticiosa o de información
- 2 Entrevista de opinión
- 3 Semblanza
- 4 Entrevista combinada

La entrevista es un género sumamente apto para difundir la ciencia. En los manuales de periodismo figuran las exigencias de este género, y a ellas habría que añadir la necesidad del estudio previo sobre la persona que va a ser objeto de la entrevista y la preparación de preguntas idóneas, teniendo siempre presente el interés y la curiosidad del público. Saber preguntar requiere dotes personales e información sobre la persona y el tema. El buen hacer, en este género, no consiste en abrumar al interrogado sino en conducir el diálogo hacia los aspectos de mayor interés y hablar sólo lo suficiente para que pueda brotar el diálogo en un clima de confianza. Cuando el entrevistado afirma algo que el entrevistador crea que no va a entender el público, se le debe pedir que lo aclare y, si es posible, que ponga un ejemplo. Géneros relacionados con la entrevista, y útiles para informar sobre ciencia, son la semblanza, la biografía y la autobiografía.

Sobre la entrevista existen numerosos estudios. En castellano destacamos los de los argentinos Leonor Arfruch (Paidós, 1995) y Jorge Alperín (Paidós,

1995).

## **ESCÁNER**

Aparato cilíndrico para la exploración radiográfica en el cual la radiación se envía de forma concéntrica al eje longitudinal de la región estudiada. A su salida del cuerpo, la radiación se recoge por un sistema de detectores dispuestos circularmente y se ordena la información recibida mediante un ordenador, con lo que se obtiene la imagen completa de varias y sucesivas secciones transversales de la zona explorada.

Otro tipo de escáner es un aparato capaz de realizar la digitalización de una imagen. Una vez digitalizada, el ordenador puede leer esta información y manipularla, por ejemplo, introduciéndola en un texto, ampliándola, cambiando colores, girándola.

## **ESCASA ATENCIÓN A LA CIENCIA**

La escasa atención a la ciencia en la mayoría de los países depende, principalmente, de los hechos siguientes: a) falta de conciencia pública sobre el valor decisivo de la investigación científica en nuestra época; b) falta de periodistas científicos que cumplan las exigencias de que hablábamos, en sus relaciones con los científicos, porque no han sido formados adecuadamente; c) ausencia de relaciones de amistad y de trabajo en común entre científicos y periodistas (también en términos generales, ya que no siempre ocurre así); d) falta de sensibilidad entre los científicos sobre la importancia decisiva de la comunicación en nuestro tiempo y sobre su obligación informar a la sociedad sobre el empleo del dinero para la investigación, procedente de los impuestos.

En la Primera Conferencia Mundial de Periodistas Científicos (Tokio, 1992) hubo acuerdo unánime en que uno de los grandes problemas del periodismo científico en el mundo era la falta de instituciones y personas para la formación de estos profesionales.

La comunicación pública de la ciencia y la tecnología es un problema para la sociedad, para el Estado, y para los sistemas informativos. Libros actuales como *Mundos futuros*, de Freeman Dyson; *Vuelta al Edén*, de Lee M. Silver, y *La sociedad teledirigida*, de Giovanni Sartori, muestran hasta qué punto el volumen creciente del conocimiento científico puede ser la salvación de la humanidad, o llevarla a su destrucción. Mostrar todo esto al gran público supone una auténtica hazaña de nuestro tiempo.

La información científica dirigida al público permite a una sociedad actualizarse en la más grandiosa aventura de la especie humana de este siglo, que es la extensión del conocimiento. Teniendo en cuenta que la ciencia es -o debe ser- parte de la cultura, y que está empezando a ser superada la dicotomía de las dos culturas, el público tiene derecho a estar informado sobre los avances de la ciencia y la tecnología, no sólo por lo que ellos significan para el conocimiento, sino porque dan lugar a un mejoramiento de su calidad de vida. La divulgación de la ciencia en los medios informativos es una práctica democrática, porque ofrece a las mayorías el conocimiento de las minorías, en el ejercicio de la más exigente y compleja democracia, la democracia de la cultura.

## **ESPECIALIZACIÓN Y PERIODISMO CIENTÍFICO**

La especialización, en el periodismo en general y en el periodismo científico especialmente, constituye un problema de orden profesional y cultural. En

principio, y en teoría, todo periodista debe ser un generalista, debe estar capacitado para hacer de todo. Pero la complejidad de la vida actual obliga a una creciente especialización, y no sólo en la Comunicación. Sobre todo, la continua y creciente división y subdivisión de las disciplinas científicas obliga al comunicador a una cierta especialización, sin perjuicio de que ello no le exima de ocuparse de otros temas, dentro y fuera de la especialidad científica, y haya de estar, si es redactor de planta, a la disposición de los responsables directivos del medio para acudir a cubrir otras informaciones, especialmente en casos de emergencia.

Por otra parte, no parece que una sectorialización de los asuntos desvirtúe el tratamiento periodístico. Uno de los problemas del periodismo actual es la atención a las fuentes, y ello solamente se puede conseguir por medio de una constante relación con cada una de ellas.

La especialización es una característica de nuestro tiempo y la especialización en el periodismo puede ser una manera de mejorarlo, con esta adaptación a las necesidades, actuales y previsibles, de una demanda informativa cada día más exigente y selectiva.

Por ahora, las especialidades más destacadas son las siguientes:

- 1 Periodismo científico
- 2 Periodismo tecnológico
- 2 Periodismo ambiental
- 3 Información electrónica e informática
- 4 Medicina y salud

## **ESTILO Y LENGUAJE**

El estilo consiste en ajustarse, con el debido cuidado y miramiento, a la lengua de todos los días, convenientemente regulada y dirigida hacia la precisión y la claridad" (Emilio Alarcos). En la divulgación del conocimiento, debe observarse un doble objetivo: escribir sin traicionar al científico (es decir, respetar la verdad) y sin traicionar al público (es decir, hablarle en su lenguaje y cuando sea posible, hacerle la lectura entretenida y hasta divertida). Por supuesto, hay que cumplir las normas que cada país o conjunto de países (como es el caso de América Latina) se da para escribir con corrección y claridad.

En nuestro idioma se viene percibiendo un cierto desprecio hacia el lenguaje y ello supone un deterioro cultural y profesional. Se pierden el amor a las palabras y la preocupación por escribir bien, por expresarse correctamente. La responsabilidad por este hecho está muy repartida: la enseñanza, la poca lectura, la oscuridad de ciertos textos y el desinterés, salvo excepciones, de los medios de comunicación. Las soluciones se encuentran enfrentándose con los problemas de expresión -despreocupación, ignorancia, permanente cambio en el lenguaje-, y en el ejercicio de la divulgación científica, con los problemas propios de los lenguajes especializados de las ciencias y las técnicas.

Hay que buscar la comprensión generalizada. Cualquier tipo de comunicación periodística será inútil si su expresión no coincide con el código del receptor. Debe procurarse utilizar un lenguaje unívoco, lo menos ambiguo posible, de estructura sintáctica racional y tratar de evitar o reducir a lo indispensable el uso de adjetivos.

## **ESTILO PARA DIVULGADORES CIENTÍFICOS**

Copérnico, en su prefacio dedicado al Papa Pablo III Farnesio, decía: "Las

matemáticas sólo se escriben para los matemáticos". Por el contrario, en el siglo XIX, un matemático, Gorgonne, afirmaba: "Nadie puede enorgullecerse de haber dicho la última palabra sobre una teoría en tanto no la pueda explicar en términos sencillos a cualquiera que encuentre en la calle" (Bertrand Rusell". La verdad puede encontrarse entre ambas posiciones extremas.

El divulgador científico debe tener conciencia de un objetivo básico: poner al alcance de la mayoría el patrimonio científico de la minoría. Para ello defenderá en sus escritos, sus palabras y sus imágenes el derecho de todo ser humano a beneficiarse de la información y del conocimiento y a integrarse en la Tercera Cultura (humanística y tecnológica al mismo tiempo). El divulgador científico tiene una triple responsabilidad: informar, explicar y facilitar la comprensión.

Casi toda la comunicación pública de la ciencia es divulgación. El discurso de la divulgación de la ciencia necesita precisión, exactitud y algunas gotas de imaginación, de misterio. La idea implícita de algunos periodistas científicos de que la ciencia es un gran saco lleno de datos enciclopédicos, todos ellos amontonados en desorden, es errónea. Se recomienda evitar la oscuridad en la expresión y la ambigüedad, y ser breve y ordenado.

## **EVOLUCIÓN**

El último cuarto de siglo se ha señalado, en la historia del planeta Tierra y en el progreso de la humanidad que en él se asienta, por múltiples transformaciones y avances. Es también sorprendente y radical el progreso en la ciencia del hombre, y, más definidamente, en la paleontología humana. Los paleontólogos han sido llamados "historiadores de la biosfera". Los paleontólogos tratan de encontrar un modelo de la evolución de la humanidad en el último millón y medio de años, que responda de modo satisfactorio a todas las preguntas que derivan de los fósiles humanos conocidos.

A mitad del siglo XX, con las interpretaciones de Teilhard de Chardin y otros, empieza a abandonarse la concepción del "hombre de Neandertal" como el eslabón perdido entre el mono antepasado y el hombre moderno y se abre paso la idea de que fue una raza, hoy extinguida, de nuestra propia especie, "Homo sapiens". Hay un dilema pendiente: saber si la extinción fue total y hubo una sustitución absoluta por variedades modernas inmigrantes, o si hubo hibridación. Los fósiles humanos de Atapuerca (Burgos, España) se inscriben en la época quizá más oscura de la evolución humana: la que media entre los primeros representantes del género "Homo" y los "pitecántropos" de Java, por un lado, y las razas fósiles bien conocidas, por el otro, como los neandertalenses de la última glaciación. Hace ya unos cuatro millones de años existían seres parecidos al hombre, que se habían separado del resto de los primates. La especie "Homo Sapiens" apareció hace sólo unos 100.000 años, aunque las opiniones están divididas.

## **EVOLUCION DEL CONCEPTO DE PERIODISMO CIENTIFICO**

En los últimos tres siglos, los conceptos de periodismo, de conocimiento y de público han experimentado una evolución paralela al cambio político y social. Primero fue la divulgación de la ciencia a partir del método científico y de la Revolución Industrial. Luego, las aportaciones del siglo XIX. En tercer lugar, el PC propiamente dicho: los años 20 de este siglo y el periodismo norteamericano. Finalmente, la explosión científica y comunicativa a partir de la segunda mitad del siglo XX.



Para Fontenelle la popularización era cuestión de clases (Goldsmith, 1986) y la plebe no tenía ningún lugar en la divulgación. Sus obras ("Entretiens sur la pluralité des mondes", 1686) y las de otros ("Spectacle de la Nature", del Abbé Pluche, 1732) se dirigían primordialmente a la aristocracia, los burgueses adinerados y las damas de la Corte.

De hecho, y como subraya Goldsmith, la presentación adecuada de la ciencia a un público general no podía plantearse hasta que las formas públicas de la educación hubieran conseguido alfabetizar a la población, lo que llevaría a una mayor difusión de los medios de propagación y, en último término, a una creciente demanda.

En la primera mitad del siglo XIX, y como consecuencia del impulso de la revolución industrial, se registran esfuerzos para poner la ciencia a disposición de ciertas clases profesionales vinculadas con el maquinismo, como mecánicos, etc. En Gran Bretaña hubo un movimiento dirigido por Henry Brougham, el fundador, en 1826, de la Sociedad para la Divulgación del Conocimiento Útil, para proporcionar a los obreros una educación científica. Pero esta hazaña no era posible en un sistema de educación pública deficiente. El gran divulgador científico brasileño José Reis ha señalado el contraste entre una visión del periodismo científico limitada a satisfacer la curiosidad popular, sobre todo después de la física nuclear y la exploración espacial, y un estado actual de opinión casi contrario, sobre todo en cuanto a los frutos de la ciencia.

## **EXPANSIÓN DEL CONOCIMIENTO**

Steven Weinberg, gran físico (Premio Nobel en 1979) y excelente divulgador, tuvo un éxito mundial con su libro *Los tres primeros minutos del universo*. En *El sueño de una teoría final* el científico explica que esta teoría nos hace seguir los pasos que han conducido hacia ella (las teorías de cuerdas, la búsqueda de una constante cosmológica) y los obstáculos que encuentra: los desacuerdos entre los físicos y los filósofos, que se niegan a la posibilidad de explicaciones últimas, la proliferación de pseudociencias, etc.

La búsqueda de las leyes finales de la naturaleza es una gran aventura intelectual y el sueño de una teoría final inspira hoy una gran parte del trabajo en física de altas energías y, aunque no sabemos cuáles puedan ser las leyes finales o cuántos años pasarán antes de que sean descubiertas.

El siglo XX ha sido testigo de una deslumbrante expansión de las fronteras del conocimiento científico en el campo de la física. Las teorías de la relatividad especial y general de Einstein han cambiado para siempre nuestra idea del espacio y el tiempo, y de la gravitación.

En nuestro siglo fue Albert Einstein quien más explícitamente persiguió el objetivo de una teoría final. Los últimos treinta años de su vida estuvieron dedicados principalmente a la búsqueda de una llamada "teoría del campo unificado" que coordinara -como diríamos hoy- la teoría del electromagnetismo de James Clerk Maxwell con la teoría de la relatividad general, la teoría de la gravitación de Einstein. Weinberg expresa la idea de una teoría final como parte de la historia intelectual de nuestra época. (Weinberg, 1994).

## **EXPLICACIÓN**

Normalmente, se llama explicación a cualquier enunciado o serie de enunciados destinados a hacer comprensible algo (también se llama explicación el acto de enunciarlos. Lo que se busca hacer comprensible mediante una explicación puede ser una acción, una actitud, un suceso, un

proceso, una palabra, un texto, una ley civil o natural, una teoría, un teorema, una demostración, una valoración, etc. Dar explicaciones es uno de los usos más frecuentes del lenguaje. En el segundo cuarto del siglo XX cobró fuerza la idea de que la *explicación científica* es toda de un mismo tipo. Tanto para el positivismo como para su contemporáneo y adversario Karl Popper, la explicación así entendida es el fin principal -según Popper, el único- de todas las ciencias empíricas.

Se ha propuesto un esquema de explicación estadística en el que no se trata de explicar una certeza, sino una determinada probabilidad. Si no es posible certificar como tal una ley natural y si aun las descripciones de hechos son al menos tan cuestionables como la "carga teórica" que portan, no se puede pretender que la investigación científica produzca e una vez explicaciones hechas y derechas basadas en premisas verdaderas. Por ello ha habido intentos de concentrar los esquemas de los requisitos que debe cumplir una *propuesta admisible* de explicación científica.

## **EXTINCIONES**

Los humanos ponemos en peligro la existencia de otras especies de tres maneras fundamentales: la explotación directa, como la caza; el destozado biológico que ocasiona la introducción de especies foráneas en ecosistemas nuevos, y en tercer lugar, la forma más importante de poner en peligro otras especies es destruir y fragmentar hábitats y en concreto talar selvas tropicales. Existe un símil para quienes arguyen que, como los ecólogos no saben decir con exactitud cuántas especies están en peligro, es prematuro alarmarse por el presunto colapso inminente de la biodiversidad. Es como decir que no habría que preocuparse por el incendio de la única genoteca del mundo porque no se conocen los genomas individuales existentes ni siquiera en un orden de magnitud y porque los expertos en incendios no se ponen de acuerdo sobre si quedará calcinada en veinte años o en cincuenta- ¿Cuál es el precio de equivocarse en el caso de una nueva extinción? ¿Hasta qué punto nos afecta, a nosotros y al resto de la vida del mundo, que la mitad de las especies desaparezca en el curso del siglo XXI?. El mensaje más inmediato del registro en relación con la historia de la vida es que las grandes catástrofes que destruyen la diversidad biológica pueden ocurrir y ocurren. Las especies no son infinitamente inmunes a la agresión exterior; son vulnerables y pueden desaparecer para siempre (Leakey y Lewin, 1998).

## **FALSAS CIENCIAS**

Según una encuesta de Gallup, el extraordinario desarrollo científico-técnico de Estados Unidos y las muchas y buenas iniciativas en el campo de la divulgación atractiva y rigurosa, no han logrado desterrar un amplio conjunto de creencias generalizadas en la sociedad y referidas a lo paranormal, lo fantasmagórico o lo demoníaco. La astrología, los extraterrestres y toda una larga lista de supersticiones forman parte de la cultura del norteamericano medio.

Las falsas ciencias son un lado oscuro de la humanidad La era de la penicilina, la exploración del espacio, los microprocesadores y la biotecnología, es también la era del auge de la astrología, la cartomancia, la quiromancia, los videntes (sean de bolas de cristal o de otro tipo), los brujos, los curanderos y el espiritismo. La astrología revive hoy, precisamente cuando la ciencia avanza más deprisa y cuando los conocimientos sobre el cosmos son más vastos y precisos. La ciencia se sustituye por la no ciencia y

asistimos hoy al renacer de toda una serie de actividades ocultistas, desde el tarot a la numerología, pasando por la astrología. Una sociedad inculta o desinformada, deseosa de dejarse engañar por lo oculto, no sólo tolera estas actividades, sino que a menudo las fomenta y las acepta como ciertas, aunque sólo sea parcialmente. Se trata de un peligro que acecha al divulgador, que no puede rechazar, a priori, algo que se le ofrece como un material informativo nuevo y curioso, pero tampoco puede prestarse al juego y convertirse en un enemigo de la ciencia, en lugar de su difusor, al poner su influencia sobre el público al servicio de hipótesis disparatadas, hechos manipulados o conceptos falseados.

En este sentido, la responsabilidad de los medios informativos, especialmente de la radio y la televisión, es aterradora.

## **FILOSOFÍA**

La filosofía se considera hoy no sólo una disciplina científica, sino un instrumento de comprensión y de comunicación, cuyo objetivo práctico es hacer que el hombre se reconozca como un ser humano consciente y dueño de sí. La actividad intelectual llamada Filosofía ha acompañado el progreso de la civilización desde sus comienzos. Y ello porque la filosofía no ha sido sino el ejercicio por el que la razón y el sentido común del ser humano han ido reconsiderando, poniendo en entredicho el fin, valorando las experiencias que la ido tocando vivir a lo largo de su historia.

Hoy, la filosofía como reflexión trata de capacitar al ser humano para que piense y actúe con la mayor clarividencia posible y cada día más liberado de las distorsiones que provienen de su propia constitución psíquica, de la vida cotidiana, del ámbito social y de la comunicación, de los intereses de todo tipo.

Para entender estos propósitos, la filosofía reclama, a juicio del profesor Maceiras, las condiciones siguientes: la filosofía será comprendida sólo si se plantean problemas sobre el sentido no puramente utilitario de las cosas; El saber filosófico será mejor comprendido cuanto mayor sea la capacidad para interrogar; resta ciencia se aproxima más a una actitud intelectual que pregunta, que a un saber que contesta; puesto que todo texto filosófico ofrece una palabra para el presente y para el futuro, toda filosofía del pasado adquiere significación y verdad para nuestra reflexión actual.

## **FILOSOFÍA DE LA CIENCIA**

La filosofía de la ciencia surge en el primer tercio del siglo XX como disciplina claramente diferenciada. El Círculo de Viena, el grupo de Berlín y el propio Popper inauguraron un nuevo tipo de reflexión filosófica, la epistemología. Tras la segunda guerra mundial, la filosofía de la ciencia se desarrolla sobre todo en EEUU, con Carnap y Popper como figuras predominantes. En lugar de proponer sus propias teorías sobre la naturaleza o sobre la ciencia, los filósofos de la ciencia han optado por las teorías científicas ya construidas como su principal objeto de reflexión (Echeverría, 1997).

Hoy más que nunca, las sociedades tienen necesidad de una visión panorámica, que les permita entender el mundo en su diversidad global, pero también en sus aspectos particulares y concretos. Enriquecer esta mirada, alimentar sus interrogaciones y aprender de los demás son hoy la base del movimiento de la cultura científica. Y parece necesario superar un tipo de divulgación de la ciencia limitado tradicionalmente a públicos ya motivados por contenidos científicos (Fayard, 1994).

La ética aborda estas reflexiones. Durante muchos años ha triunfado el arquetipo del científico "puro", con lo que se quería dar a entender el carácter éticamente positivo de la ciencia. La tesis vigente durante siglos ha sido que el científico está más allá del bien y del mal. La ciencia estaba más allá de la ética, y por tanto no había por qué hablar de ética de la ciencia. Las posturas de los científicos contemporáneos ante el tema de ciencia y valor han oscilado entre dos extremos, que Loren Graham denomina "restriccionismo" y "expansionismo". Para los defensores de la primera tesis, la ciencia debe evitar los juicios de valor. La tesis expansionista, por el contrario, argumenta que toda actividad humana y todo conocimiento está comprometido con valores y por tanto no puede declararse neutral ante ellos. Hoy se afirma que no todo lo técnicamente correcto puede ser considerado éticamente positivo.

## **FILOSOFÍA DE LA TÉCNICA**

La tecnología no ha merecido la misma atención de los filósofos que otros campos de la cultura, quizá como consecuencia del "sesgo teorista" de nuestra cultura. Se nos dice que el pensamiento occidental ha despreciado tradicionalmente el saber práctico. Sin embargo, no es completamente cierto este olvido. En la época actual, las cosas han experimentado un enorme. Hoy, en la Universidad de Salamanca, por ejemplo, el profesor Miguel Angel Quintanilla ha promovido la formación del Grupo de Evaluación de Políticas Científicas y Tecnológicas (EPOC), que produce un numeroso material sobre la situación de la investigación científica y tecnológica en Europa. La sociología de la ciencia y de la tecnología, una disciplina de apenas unas décadas de historia, ha empezado a desentrañar en parte algunos de los mecanismos de desarrollo de la innovación tecnológica.

La distinción entre ciencia y técnica es una cuestión ardua, pero puede afirmarse que existen diferencias sustanciales entre los modos de actividad humana involucrados en la ciencia y en la técnica; de ahí que existan dos clases de profesionales perfectamente diferenciados, como son los científicos y los ingenieros, cuya formación (génesis) está claramente diversificada. Interesa establecer algunos criterios diferenciales entre técnica y tecnología, sobre todo con el objeto de aplicar estas denominaciones. Algunos especialistas siguen usando indistintamente los dos vocablos.

Las *técnicas* serían actividades o sistemas de acciones artesanales, artísticas, dirigidas hacia el propio cuerpo y el entorno inmediato, etc., de carácter socialmente estructurado pero no directamente integradas en los modernos procesos productivos industriales, generalmente organizados en torno a la institución de la empresa (pública o privada), ni vinculadas a la actividad científica. Son, además, sistemas de acciones muy independientes del desarrollo de la industria y de la ciencia. Las *tecnologías*, en cambio, serían también actividades o sistemas de acciones socialmente estructuradas, pero en este caso sumamente integradas en los procesos productivos industriales y estrechamente vinculadas al conocimiento científico. Así, hablamos de la técnica de la acuarela, de técnicas de estudio, de técnicas de escritura o de técnicas de relajación, y distinguimos este tipo de actividades de, por ejemplo, la tecnología informática, la tecnología nuclear o la tecnología aeronáutica.

## **FÍSICA**

La física ha sido, y en parte sigue siendo, la reina de las ciencias, aunque hoy este reinado lo comparta con la biología y la genética, principalmente. La

física ofrece leyes básicas que gobiernan el universo y permite a los humanos tener un sentido más profundo de su lugar en la naturaleza, comprender mejor qué son y por qué ocurren los fenómenos. De este modo pueden eliminarse el miedo y la superstición. La física hace el universo comprensible al ser humano, incrementa su estatura espiritual y es una actividad noble y necesaria. El hecho de que, a juicio de algunas de sus figuras más destacadas, la física sufra hoy una importante crisis, en parte de crecimiento y en parte por falta de teorías coherentes, no limita su trascendencia, sino que más bien ensancha su campo de preocupaciones y posibilidades. Y en cualquier caso, los avances de la física, desde la electrónica y la tecnología óptica, hasta la energía nuclear, el transistor y el láser han modificado la vida cotidiana del siglo XX.

En la centuria anterior, las grandes revoluciones de la física, y principalmente la teoría de la relatividad, la física nuclear y la mecánica cuántica han dado paso no sólo a una nueva física sino, en otros aspectos del pensamiento, a una transformación radical del conocimiento. La mecánica cuántica y la relatividad son dos revoluciones conceptuales, la primera sobre lo infinitamente pequeño y la segunda sobre lo infinitamente grande, el universo.

Cualquiera que haya tenido el contacto más superficial con la física queda impresionado por la inherente simplicidad y belleza de las leyes de la naturaleza. ¿Cómo pueden ser simples las leyes de la física -se pregunta Pagels- siendo el universo tan complicado?

Al ser investigada por algunas de las mejores mentes de la humanidad, parece lógico que algunos de sus cultivadores hayan dedicado una parte de su esfuerzo a divulgarla, desde Einstein hasta Stephen W. Hawking.

## **FOSO ENTRE CIENCIA Y SOCIEDAD**

La separación entre ciencia, tecnología y sociedad plantea riesgos para el futuro. Al no haber nunca ciencia como la actual, en calidad y en cantidad, más que en ninguna otra época de la historia la comunicación pública de la ciencia tiene un contenido político y estratégico, y no solo educativo y cultural. Hoy se está pidiendo la alfabetización tecnológica de los universitarios. Pero no basta con la enseñanza de las nuevas tecnologías, sino su uso consciente y responsable como herramientas decisivas de nuestra época, pero su uso estará limitado si no va acompañado -o mejor, precedido- de una actualización.

Ante la aceleración del progreso científico, y en unos momentos en que se plantean problemas de diverso orden, cada ciudadano debe tener a su alcance un mayor y mejor conocimiento de los fenómenos y una reflexión que le permita implicarse en estos debates fundamentales para una sociedad moderna. Como consecuencia, para realizar su misión de modo adecuado, el divulgador -sea periodista, científico, escritor, docente, ingeniero o animador cultural- tiene no sólo que entender lo que le explican los expertos, sino también las formas de obtener y actualizar el conocimiento y la información que necesita.

Vamos hacia una nueva sociedad basada en el conocimiento y en la información y, en lo que se refiere a los comunicadores y a los educadores, nos vamos a enfrentar con una doble explosión comunicativa, lo cual no va a significar necesariamente una mejor y más selectiva información para el hombre de la calle, sino unos retos mucho mayores para comunicadores y científicos.

## **FRAGMENTARIEDAD DE LAS CIENCIAS**

La especialización creciente de las disciplinas científicas es una exigencia de la división del trabajo de los investigadores, pero plantea también un gran problema. La fragmentariedad interna de la ciencia refleja la fragmentación del saber humano y hoy el problema se trata de abordar y compensar con la interdisciplinariedad, nueva disciplina o sistema de trabajo que promueve la creación de grupos compuestos por especialistas de distintas disciplinas para abordar en conjunto problemas planteados por la “superespecialización” del conocimiento.

Para los sociólogos de la ciencia y para los mismos científicos, no ya el conjunto de las ciencias, sino cada una en particular, aparece como fragmentaria. Crecen las islas de conocimiento, pero parecería que no es sino para hacernos conscientes de los océanos de ignorancia. Ahora, al aumentar la formalización de las ciencias, se incrementa también la fuerza y la profundidad de su dinámica interna. Historiadores y antropólogos se entrecruzan para conseguir nuevas visiones y un conocimiento más completo de la realidad social y también para contribuir a que surjan nuevas disciplinas. Continuamente surgen grupos de investigadores en distintas disciplinas que constituyen equipos para abordar sus problemas con carácter interdisciplinarios. Los filósofos de la ciencia y de la tecnología se incorporan a equipos interdisciplinarios de investigación y reflexión. Ahora existen ya geólogos planetarios, antropología biosocial (relaciones entre el cerebro y el ser humano), en una lista interminable y que sigue aumentando. Es una fragmentación con repercusiones éticas y sociales, además de las estrictamente científicas.

## **FRONTERAS DE LA CIENCIA**

Algunas ciencias jóvenes, generalmente de carácter multidisciplinario, se encuentran todavía en zonas fronterizas de la ciencia, pero con excelentes posibilidades de obtener resultados importantes. En esta situación está el estudio de los fenómenos caóticos. Parece que ya empezamos a disponer de paradigmas para todo, incluso para el desorden. Se ha dicho que quizá el paradigma del orden dentro del desorden puede resultar tan sugestivo hoy como el concepto de campo lo fue en la primera mitad del siglo XX. Muchos científicos piensan que la teoría del caos oculta aspectos esenciales del comportamiento de un sistema.

Ciertos aspectos de la teoría del caos resultan sorprendentes y novedosos. Por ejemplo, el hecho de que se pueda establecer una significativa distinción entre sistemas caóticos y sistemas desordenados, o que ciertos sistemas que parecían desordenados podían presentar, sin embargo, profundas estructuras de orden. Donde en el siglo XVIII se veía un mecanismo de relojería y en el siglo XIX una estructura orgánica, a principios del siglo XXI se ve, probablemente, como un flujo turbulento. Maldelbrot sostiene que la matemática vinculada al caos fue obra -como tantas veces en la historia de la ciencia- de individuos rebeldes, que se negaban a seguir las ideas recibidas. Para el común de los mortales, el caos evoca algo negativo e indeseable; por el contrario, para algunos científicos es un modo de reflexión muy fecundo, otra manera de introducir la realidad en las ecuaciones.

Otras disciplinas de frontera tienen entrada propia en este diccionario: **complejidad, ciencias cognitivas y fragmentariedad** (de las ciencias).

## FUENTES DEL PERIODISMO CIENTÍFICO

Las fuentes, siempre decisivas en el periodismo, adquieren un interés singular en su vertiente de difusión de la ciencia y la tecnología. En el caso de Internet, hay que tener en cuenta la fiabilidad, que no es admisible en todos los casos.

Disponer de fuentes serias, plurales, fiables y asequibles es el ideal de todo profesional de la información, pero esta no es tarea fácil y requiere experiencia y trato con especialistas de cada sector.

Karl Popper ha señalado que hay toda clase de fuentes de nuestro conocimiento, pero *ninguna tiene autoridad* (el subrayado es de Popper) y todas ellas pueden llevarnos al error y admitir que *todo conocimiento es humano* y está mezclado con nuestros errores, nuestros prejuicios, nuestros sueños y nuestras esperanzas y que todo lo que podemos hacer es buscar a tientas la verdad.

Las fuentes del periodista científico pueden proceder de:

- 1 Agencias informativas y de colaboraciones
- 2 Universidades, centros de investigación e investigadores
- 2 Organismos internacionales o nacionales, congresos, embajadas y empresas industriales
- 3 Libros, revistas y documentos personales o autobiográficos
- 4 Bibliotecas, bases de datos e Internet

## FUERZAS DE LA NATURALEZA

La gravedad y el electromagnetismo no son las únicas fuerzas de la Naturaleza. Hasta ahora se han descubierto dos más: la fuerza “débil” y la fuerza “fuerte”. La débil es la fuente de la radiactividad, mientras que la fuerte mantiene unidos a los núcleos de los elementos químicos. Cuando se libera esta energía de unión, se dispone de una gigantesca fuerza nuclear. Estas fuerzas tienen alcance muy corto y sus efectos terrestres sólo pueden ser aislados de los la gravedad y el electromagnetismo en especiales circunstancias, que requieren una considerable destreza tecnológica y una avanzada ingeniería.

Sin embargo, en el Universo estas fuerzas desempeñan un papel espectacular, son responsables de la producción de energía de las estrellas, de la estabilidad del Sol y, en consecuencia, de la existencia de toda forma de vida planetaria como la nuestra.

Actualmente, estas cuatro fuerzas de la Naturaleza son las únicas conocidas. Es de notar que sólo necesitamos estas cuatro fuerzas básicas para explicar todas las interacciones y estructuras físicas que se observan o se crean en el Universo . Los físicos creen que estas fuerzas no son tan distintas como muchas de sus manifestaciones nos incitan a pensar. Quizá algún día se podría encontrar que manifiesten diferentes aspectos de una única fuerza de la Naturaleza. En principio, esta posibilidad parece improbable (Barrow, 1999).

## FUTURO

Al considerar nuestros posibles futuros es fácil estimar el progreso en forma completamente idealista: pensar que todo lo que se puede hacer se hará. Pero sabemos que no es así. Las democracias occidentales se han visto crecientemente constreñidas por la economía. Hay muchas investigaciones científicas de gran valor en las que nos hubiera encantado embarcarnos, si sólo contáramos con ilimitada cantidad de dinero. Y estas cuestiones pueden

pasar un primer plano cuando se deben tomar decisiones en relación con proyectos muy costosos, cuando surgen errores médicos que requieren una compensación, o cuando el desastre golpea un proyecto como el lanzamiento del cohete *Ariane-5* y se pierden miles de millones de dólares en una fracción de segundo.

Así como las sociedades occidentales, donde trabajan la mayoría de los científicos, tienden a producir dos corrientes de opinión, la izquierda y la derecha, la liberal y la republicana, se suele encontrar una división análoga en los pronósticos escatológicos. Están los que ven en el futuro de la vida en el Universo como una batalla sin fin entre competidores, y hay otros que ven un futuro de ilustración, cooperación y armonioso equilibrio. En muchas formas, estas dos tendencias dos posibles estados finales que pueden alcanzar cualquier par de poblaciones empeñadas en mutua competencia. Freeman Dyson, del Instituto de Estudios Avanzados de Princeton, cree que los próximos cien años serán un período de transición entre la actual tecnología del metal y el silicio y la tecnología del mañana, de enzimas y neuronas.

## **GENÉTICA**

Tradicionalmente, las "ciencias de la vida" han estado fuertemente marcadas por diversas teorías vitalistas, algunas de ellas extremadamente fecundas. Una de las cuestiones que más inducen a confusión es la mala comprensión de la metáfora del programa genético, cuando se afirma que todo está escrito en los genes. No debe olvidarse que la genética es un proceso dinámico y que la célula es una máquina de estados. Un segundo después de realizada una función, no sólo cambia de estado un componente, sino miles, como consecuencia de la situación anterior en la que miles de componentes se hallaban en un estado distinto.

La idea de que estamos programados (completamente programados, desde el desarrollo embrionario hasta los caracteres del fenotipo) es una variante muy fuerte del determinismo genético absoluto.

Otro error es el concepto habitual de "patrimonio hereditario". No hay patrimonio hereditario: mi genoma es diferente del de mis padres y del de mis hijos. No puede hablar de "mi patrimonio" porque esto sugiere algo que se transmite de generación en generación. Pero en realidad no ocurre así. Se heredan ciertos genes de un progenitor y otros genes del otro. Hay una confusión entre un *signo* de identidad que permiten identificar a un individuo, como las huellas digitales, o el grupo sanguíneo e histológico, y lo que sería la *sede* de su identidad, su esencia. Es como si el genoma fuera el origen, el lugar de donde procede la identidad de un individuo, y no un simple signo como las huellas digitales.

Desde hace treinta años, los grandes progresos de la biología han provenido esencialmente de la genética molecular y podemos esperar aún muchos más descubrimientos. Pero olvidamos lo demás y parece como si todo se concentrara allí. No se suele tener en cuenta que existen otros campos donde se plantean preguntas importantes, pero en los que todo es más difícil porque a menudo faltan las herramientas necesarias, y las buenas preguntas se nos escapan.

## **GENÉTICA Y MEDIOS DE COMUNICACIÓN**

La genética está en los medios de comunicación, pero a veces de modo exagerado y un tanto irresponsable. Los genes han invadido películas,



revistas, debates y series de televisión y radio, novelas y sitios de Internet. Podría deducirse de algunas de estas informaciones que se han acabado el libre arbitrio y la responsabilidad moral, que no hay necesidad de ayuda social y que ha concluido el debate sobre la educación, ya que nuestros comportamientos y nuestras capacidades, dicen estos mensajes, están guiados por una constitución innata, un carácter inalterable, una especie de justicia biológica inmutable.

Para las profesoras Dorothy Nelkin y M. Susan Lindee, el fatalista "todo genético" impregna el discurso de los medios de comunicación y la cultura popular trata de dar a entender que el comportamiento humano es regido por el DNA. Muchos medios hacen responsables a los genes de toda una variedad de rasgos del carácter (alcoholismo, delincuencia, homosexualidad y agresividad, entre otros). Se afirma que hay genes "buenos" y "malos". En la cultura popular, el gen es menos una entidad biológica que un icono cultural, que se pone en todas las salsas para apoyar y justificar una cierta idea de la naturaleza humana.

No se trata sólo de los medios populares. En el verano de 1997, un curso de la London School of Economics, destinado a cuadros superiores, anunciaba que "los conflictos y la cooperación están codificados por los genes, se establecen en el cerebro mucho antes del nacimiento y se expresan en el comportamiento humano durante toda la vida". El curso prometía explicar cómo podían aplicarse los nuevos descubrimientos en genómica "a la familia, la violencia, el homicidio y el infanticidio" y hasta a los mercados, la conciencia y la ética.

Estos mismos argumentos biológicos del eugenismo reaparecen también en algunos análisis según los cuales la especie humana atraviesa una crisis de evolución y van dirigidos a grupos xenófobos en Internet por medio de mensajes de odio sobre la "extinción", el "suicidio social", etc. Las explicaciones genéticas aparecen también en el discurso sobre la desigualdad de los sexos. Además de la noción curiosa que pretende que cada comportamiento tenga un gen, los medios de comunicación transmiten un mensaje fatalista.

## GENÓMICA Y MEDICINA INVERSA

La publicación, en febrero de 2001, de dos borradores del genoma humano, representó la culminación del Proyecto Genoma Humano, emprendido a finales del decenio de 1980. La inicial Organización para el Genoma Humano se transformó en un híbrido académico-empresarial y se orientó hacia la aplicación comercial de sus beneficios prácticos mediante la explotación de patentes, sin dejar de lado importantes cuestiones bioéticas. Con todo, representa una aportación sin precedentes a la genética y a la medicina.

La principal repercusión de un conocimiento tan completo de la secuenciación del genoma humano será un mejor conocimiento de las enfermedades y, por consiguiente, de su tratamiento. En el caso de los trastornos genéticos se completará el catálogo de las enfermedades monogénicas. El reto principal es conocer la génesis de las enfermedades poligénicas que representan las patologías más comunes, como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares y las degenerativas.

De la conversión patológica de los genes surge el concepto de *medicina inversa* (estudio de nuevas enfermedades y de *rutas patogénicas* a partir del conocimiento de la estructura y función de cada gen). El camino desde la estructura a la función (*genómica funcional* y *proteómica*) facilitará la comprensión de las principales funciones como la proliferación y diferenciación celulares o la morfogénesis y el desarrollo orgánicos. Junto a los avances cognitivos, la genómica incide en otras áreas de la medicina: progresos en el diagnóstico y en la predicción (*medicina predictiva*), avances terapéuticos (*medicina regenerativa*, *farmacogenética* y *terapia génica*), aspectos éticos y legales, o impacto empresarial y bursátil (García Barreno).

## GEOFÍSICA

Lo que va de ayer a hoy puede advertirse también en las expediciones polares, teniendo en cuenta que ahora hay quien ha conquistado en un sólo año el extremo ártico y el antártico de la Tierra. El explorador polaco Marek Kaminski, de 31 años, lo hizo en 1995. En la primavera llegó al Polo Norte y en diciembre transmitió, desde una pequeña emisora portátil, una señal de satélite desde el otro fin del mundo, el Polo Sur. Entre otras aventuras, Kaminski ha estado en las selvas de México y Guatemala y en diversos lugares de África.

Una de las ideas que más dificultades plantea al sentido común es la que implica que los continentes se desplazan continuamente, por lo que su situación ha sufrido variaciones drásticas en un período de tiempo relativamente corto, si se compara con la edad de la Tierra. Los datos procedentes de los estudios con isótopos radiactivos, combinados con los de la tectónica de placas, han revolucionado los estudios sobre la evolución de la especie humana y de su entorno.

En la historia de la ciencia hay casos de enfrentamiento entre el público por dos teorías o doctrinas. Es bien conocida la polémica entre creacionistas y evolucionistas en EEUU, pero no tanto la que cuenta Stephen Jay Gould entre los "neptunistas", en la formación de nuestro planeta, y los "plutonistas", que abogaban en favor de los fuegos interiores. La disputa científica llegó a la prensa popular e incluso trascendió a las páginas del *Fausto* (por ser Goethe,

entre otras cosas, un brillante geólogo) en las que, debido al error de su autor, Goethe defiende la posición neptunista y Mefistófeles (con toda propiedad) argumenta en favor de los fuegos interiores de la Tierra (Jay Gould, 1995).

## **GEOGRAFÍA**

Los paisajes físicos de la Tierra han supuesto siempre una fuente de fascinación para el ser humano. Sin embargo, sólo los naturalistas y los científicos han sido capaces de ver y mostrar la complejidad de las relaciones que abarcan los diferentes hechos que componen tales paisajes. Hoy, por el interés creciente que ofrecen los problemas de la naturaleza y del medio ambiente, es básico entender el significado de los procesos físicos y sus resultados.

La necesidad de conocer el medio físico, los procesos que en él tienen lugar, las formas resultantes, los escenarios donde actúa el ser humano y, en definitiva, las relaciones del hombre con su ambiente, siguen siendo objetivos básicos de la geografía como ciencia moderna. El enorme impacto ambiental que, a todas las escalas, ha supuesto el desarrollo tecnológico y socioeconómico de las sociedades industrializadas, ha motivado un creciente interés hacia el medio físico, la naturaleza y el medio ambiente que, desde siempre, han constituido la base de la Geografía y del trabajo del geógrafo. A lo largo de la historia, los momentos en los que la Geografía, o los llamados conocimientos geográficos, han vivido situaciones de esplendor y desarrollo, han sido aquellos en que la sociedad los demandaba. Se puede hablar de la Geografía como necesidad, porque necesidad era para los antiguos el conocimiento y la concepción del mundo; necesidad era la cartografía en los finales de la Edad Media y comienzos de la Moderna y necesidad ha sido la que la ha configurado en la Edad Contemporánea.

Uno de los fenómenos que hoy empiezan a conocerse mejor son las fallas. Los materiales se fracturan cuando sobre ellos actúan unas fuerzas que superan el límite del valor crítico de ruptura. Una falla es una ruptura o accidente tectónico acompañado de un movimiento relativo de los dos compartimentos que determina en los materiales afectados. Se trata, pues, de superficies de discontinuidad afectadas por un desplazamiento cuya componente principal es paralela a su superficie.

## **GRAVITACIÓN**

La caída de los cuerpos pesados o *graves* es un fenómeno que todos los seres humanos percibimos, en su regularidad ineluctable, al aprender a andar. Newton nos enseñó a concebir la gravitación como un fenómeno cósmico, debido a la mutua tracción de todos los cuerpos conforme a la ley de gravitación universal. A esta ley se ajustan -con una precisión superada en muy pocas áreas de la física- tanto la caída de los cuerpos sobre la Tierra como el movimiento de planetas y cometas en sus órbitas en torno al Sol. Ella explica también que con los mismos medios, esencialmente, se pueda enviar un proyectil de Caracas a Bruselas o colocar en órbita un satélite artificial.

La atracción gravitatoria newtoniana está pensada como acción instantánea a distancia y es por ello incompatible con la teoría especial de la relatividad. La teoría general de la relatividad elaborada principalmente por Einstein para superar esta dificultad concibe los fenómenos gravitatorios de un modo radicalmente distinto. Según ella, una partícula, en "caída libre", sin momento

angular ni carga eléctrica, sigue una trayectoria prescrita por la sola geometría del espaciotiempo. Desde este punto de vista, la caída libre es simplemente movimiento inercial a través de un lugar del espaciotiempo donde, debido a la distribución de la materia, la propiedad geométrica llamada "curvatura" no es igual a cero, o, mejor dicho, el movimiento inercial no sino caída libre en un entorno de curvatura despreciable.

La teoría einsteniana de la gravitación explica todos los fenómenos que caen bajo la ley de Newton tan bien o mejor que ésta. Pero explica además toda una serie de fenómenos descubiertos después de la publicación de la teoría en 1915: la desviación gravitacional de la luz, la dilatación gravitacional del tiempo, el corrimiento al rojo de la cosmología, la bajísima temperatura de la radiación cósmica de fondo, los lentes gravitacionales, la radiación gravitacional y los agujeros negros.

## **HIPERTEXTO**

Con el desarrollo de la informática interactiva, la distinción clásica entre autor y lector va perdiendo poco a poco su validez. En el hipertexto se trata de jerarquizar y seleccionar áreas de sentido en un texto, de establecer enlaces entre estas zonas, de conectar el texto con otros documentos, de acomodarlo a una memoria que forma el fondo sobre el cual se separa y al cual reenvía. Todas estas son funciones del hipertexto informático. El hipertexto contribuye a producir acontecimientos de actualización textual, de navegación y de lectura. El imponderable hipertexto no tiene un lugar y necesita soportes físicos importantes para subsistir y actualizarse. Un hipertexto es una matriz de textos potenciales, de los cuales sólo algunos se realizarán como resultado de la interacción con un usuario.

El texto se transforma en un problema textual. Un texto lineal clásico, incluso digitalizado, no se leerá como un verdadero hipertexto, ni como una base de datos, ni como un sistema que genera automáticamente textos en función de las interacciones provistas por el lector. Un pensamiento se actualiza en un texto y un texto en una lectura (una Interpretación). De este modo, la hipertextualización multiplica las ocasiones de producción de sentido y permite enriquecer considerablemente la lectura.. El uso de una enciclopedia clásica ya era hipertextual. Desde el punto de vista del lector, si se define un hipertexto como un espacio de recorrido de lecturas posibles, un texto es una lectura particular de un hipertexto.

## **HISTORIA DE LA CIENCIA**

Conocer y divulgar la historia de la ciencia constituye una parte del cometido del divulgador científico. Esta disciplina nos permite acercarnos a las situaciones y problemas que han jalonado la historia cultural y científica y al conocimiento de los investigadores a lo largo de la historia. Ya en 1936, George Sarton afirmaba que la historia de la ciencia es la única historia que puede ilustrar el progreso del género humano. "De hecho, el progreso carece de todo significado definido e incuestionable en otros campos que no sean los de la ciencia".

Es después de la segunda guerra mundial cuando se inicia la historia de la ciencia como disciplina autónoma, aunque existen nombres anteriores importantes, a partir de la consideración, en el mundo moderno, del papel preponderante de la ciencia en el desarrollo económico y social. Para el profesor Karl von Meyenn (Universidad de Stuttgart) el conocimiento preciso de situaciones históricas análogas puede proporcionar importantes elementos

de juicio en la planificación y el diseño de costosas empresas, como son los grandes laboratorios científicos en los que hoy se realiza la mayor parte de la ciencia básica. Esta división radical entre ciencia y humanidades es relativamente reciente y procede, en realidad, del siglo XIX .

El estudio histórico de los grandes problemas de la ciencia en su contexto filosófico y cultural podría contrarrestar el continuo desplazamiento del interés científico hacia aplicaciones puramente tecnológicas y, a juicio de algunos especialistas, puede constituir una base para tratar de avanzar en conceptos fundamentales tan necesitados de profundización como el progreso científico y los modos de actuar de la ciencia.

### **HISTORIA DEL PERIODISMO CIENTÍFICO IBEROAMERICANO**

El modelo de periodismo procedente de Europa tuvo muy pronto un intenso reflejo en tierras americanas. Las grandes ciudades empezaron a reflejar aspectos científicos y tecnológicos en las gacetas y mercurios. A lo largo de la historia cultural de Iberoamérica pueden encontrarse nombres de naturalistas que divulgaron la ciencia. Ya en el siglo XX, en 1962 se celebra en Santiago de Chile un primer seminario sobre Periodismo Científico y en 1965 CIESPAL organiza, en Quito, el primer curso de esta especialidad en países de habla española. Se celebran mesas redondas en Buenos Aires (1966), Madrid (1967), Bogotá (1969) y La Coruña (España) en 1972, y en otras ciudades y países.

En 1896, el Convenio Andrés Bello y la Fundación Adenauer desarrollan un programa para promover la especialización de periodistas en divulgación científica. Desde 1969 funciona la Asociación Iberoamericana de Periodismo Científico (AIPC) que ha celebrado siete congresos: I (Caracas, 1974), II (Madrid, 1977), III (México D.F. 1979), IV (Sao Paulo, 1982), V Valencia (España), 1990, VI Santiago de Chile (1996) y VII Buenos Aires (2000). La narración del nacimiento y las vicisitudes del periodismo científico en los países de lengua española y portuguesa es una tarea que espera su realización. Por el momento, están las actas de los congresos iberoamericanos de Periodismo Científico, los libros editados por el Convenio Andrés Bello *Periodismo Científico en los países del Convenio Andrés Bello* (1986) y *El Periodista Científico toca la puerta del siglo XXI* (1988) y algunos estudios monográficos.

### **HISTORIA DE LA VIDA**

El estudio de la vida primitiva es relativamente joven. Su comienzo puede situarse en los años sesenta del siglo XX, estimulado por los famosos experimentos de Stanley Miller que reproducían las condiciones en que apareció la vida; el hallazgo de los primeros estromatolitos (este término significa "lámina o sábana de piedra") vivientes y, sobre todo, por el impulso de la NASA y sus proyectos dedicados al estudio de los primeros organismos vivos.

La Tierra se formó a partir de una nebulosa de polvo y gases, principalmente hidrógeno, helio, agua, amoníaco, metano, hierro y diversos tipos de silicatos. Las fuerzas gravitatorias reunieron estas partículas en agregados mayores que, a su vez, constituyeron unidades de mayor tamaño. Finalmente, se generó el núcleo del planeta. Las condiciones de temperatura de este proceso fueron elevadas, debido a la liberación de energía por los choques entre unidades de materia y la liberada por los elementos radiactivos. Se produjeron fuertes erupciones volcánicas en toda la Tierra. Estas

erupciones inyectaron gases en la atmósfera, como vapor de agua, dióxido de carbono, metano, hidrógeno y otros. Los volcanes actuales siguen inyectando a la atmósfera gases de este tipo. Poner una edad a las rocas y los fósiles es una de las tareas más laboriosas de la paleontología. Para presentar una cifra que indique el tiempo, es decir, para datar, hace falta una labor de recogida de datos que es ardua, porque no existe ningún procedimiento automático y exacto. El tiempo geológico está dividido en eras: Prearqueozoico, Arqueozoico, Proterozoico, Paleozoico y Cenozoico. Dentro de las eras hay subdivisiones en períodos, estos a su vez se subdividen en edades, y éstas en cronos.

## **HUMANISMO**

Para Laín Entralgo, el humanismo por extensión consiste en saber responder con una mínima precisión a cinco interrogaciones:

1. ¿En qué mundo vivo, en tanto que ciudadano de él? Creencias, ideas, esperanzas, tensiones, conflictos y temores en él vigentes; muy especialmente lo que solemos llamar "occidental".
2. Haciendo mi vida en el mundo me encuentro con cosas. ¿Qué son las cosas, desde el "big-bang" originario hasta el universo actual, desde la partícula elemental hasta el antropoide?
3. Haciendo mi vida en el mundo me encuentro también con los demás hombres, organizados en grupos humanos. ¿Qué son los hombres humanos, se pregunta Laín, y cuáles son los más importantes?
4. ¿Quién soy yo, en tanto que hombre? ¿Qué enseñan hoy a tal respecto las ciencias positivas y la filosofía?
5. Para que yo sea el hombre que soy, ¿qué ha tenido que pasarle a la especie humana, desde su aparición hasta hoy?

Con la claridad, la belleza y la precisión que le caracterizan, Laín Entralgo ha dado una interesante definición de hombre culto: "Un hombre capaz de dar razón de lo que él es y de lo que es el mundo en que vive" ("Formación humanística", "Abc", 19-7-96).

## **HUMOR**

El humor es uno de los recursos de la divulgación científica, que permite atraer la atención y suscitar el interés de quienes no conocen la ciencia o saben de ella por vías poco complejas. Los temas relacionados con el humor suelen tener gran aceptación pública y constituyen verdaderas ayudas para que el ciudadano normal se interese por el conocimiento. El periodismo de opinión suele tener una penetración considerable entre la gente. Como subraya Fabiola Morales, Sócrates divierte a los atenienses, pero también es para ellos una especie de remordimiento para la ciudad frívola; la distrae, pero también la inquieta.

En los comienzos del Periodismo Científico tal como hoy lo conocemos, en el siglo XX, el interés inicial por la ciencia coincidió con un gran auge de humoristas en todos los países de Europa y América y algunos de ellos explicaron los nuevos secretos de la física con ayuda del humor, tanto escrito como en dibujos.

Los estudios sobre el humor en la prensa escrita inciden más bien en su aspecto gráfico, especialmente sobre el denominado "chiste", y toman como referencia, ante todo, a autores como Freud y Bergson. Un gran divulgador científico del siglo XX -aunque el reconocimiento mundial de le llegara por un novela- Arthur Koestler, afirma: "La persona que se ríe es la antípoda del

fanático, cuya razón ha sido cegada por la emoción... y se engaña a sí mismo". Los grandes científicos divulgadores actuales en los Estados Unidos recurren con frecuencia al humor cuando escriben de cuestiones científicas o tecnológicas para el público.

## **IGNORANCIA**

Paradójicamente, en un Diccionario de Periodismo Científico debe incluirse una entrada sobre la ignorancia. Richard Feynman, figura emblemática de la ciencia en nuestro siglo, sugería que todos los físicos dignos de este nombre deberían colgar en la puerta de su despacho un cartel que les recordara lo que no conocen. En contraposición con la imagen ingenua que el gran público tiene de la ciencia llamada "exacta", el motor de la ciencia básica es lo desconocido, y por tanto, la ignorancia. Sin ignorancia no puede haber ciencia básica porque, si los fundamentos fueran conocidos, la ciencia básica sería reemplazada por completo por una ciencia de aplicación, de "gestión" de la naturaleza y del conocimiento.

Pero, ¿cuál es la naturaleza de esta ignorancia? ¿Es temporal o definitiva? ¿Está vinculada al objeto del conocimiento o al sujeto, al conocedor? ¿Hay grandes discontinuos, irreductibles de la ignorancia o esta ignorancia no es más que el otro nombre de un desvelamiento continuo de lo desconocido? Conviene a veces invertir el proceso del conocimiento y preguntarnos cuáles pueden ser las cosas que todavía desconocemos, o, mejor dicho, que no sabemos, lo que supone, evidentemente, que sabemos que no las conocemos. Esta no es una ignorancia trivial, sino científica y racionalmente construida, una ignorancia que Michel Cazenave califica de "impregnada de teoría", y precisamente eso hace que nos sintamos particularmente impulsados a superarla. "Casi me atrevería a decir -añade Cazenave- que esta ignorancia constituye, de hecho, el sello de la potencia de la ciencia.

## **INDUSTRIAS CULTURALES**

Una de las expresiones que más análisis ha suscitado, especialmente en los países en desarrollo, es la de *industrias culturales*, es decir, aquellas que ofrecen al público, en diferentes soportes, informaciones y mensajes educativos, culturales, recreativos, noticiosos o artísticos, concebidos para su reproducibilidad. (Pasquali, 1988). La polémica sobre las industrias culturales está reflejada en estudios diversos, entre ellos *La comunicación interrumpida*, de Marcelino Bisbal. Daniel Bell rechaza las críticas de la Escuela de Frankfurt con los argumentos liberales:

- \* Se trata de una cultura con vocación universal. Alcanza a la totalidad de la población gracias a la producción y difusión cultural.
- \* Rompe con todas las fronteras culturales y geográficas.
- \* Su naturaleza es universal por su propio ámbito de distribución.
- \* Otorga gratificaciones fáciles.
- \* No se trata, en absoluto, de un tipo de cultura hegemónica.

## **INFORMACIÓN Y GEOGRAFÍA**

Las descripciones geográficas constituyen un capítulo importante de la divulgación científica y hoy hasta podría decirse que un instrumento de la vida cotidiana. La geografía no solo describe el pasado y el presente del planeta y nos ayuda a comprender el mundo y a respetar la naturaleza, sino que nos enseña a entender los gráficos y comprender los mapas y las fotografías, lo que el británico William Marsden llama "la cuarta capacidad

básica que toda persona debe tener, junto a las de leer y escribir, manejar los números y expresarse oralmente".

La geografía aparece también hoy como "la ciencia del paisaje", o de los paisajes. Se trata del estudio de la diferenciación regional de la superficie terrestre. Se distingue entre el paisaje natural (configuración o aspecto previo o básicamente independiente de la presencia del hombre) y el paisaje cultural (resultante de las transformaciones humanas). Desde esta perspectiva se habla del paisaje como concepto vivo y del "ecosistema humano", que hoy se encuentra más en la ecología, por lo menos a efectos de su divulgación.

El periodista y geógrafo español Pablo Morata menciona ilustres antecedentes de la divulgación geográfica: los grandes viajeros, sobre todo, Ibn Batuta, Marco Polo, Alejandro y Guillermo de Humboldt, Ratzel, etc. En los siglos XIX y XX, los grandes viajeros nos han dejado relatos que contienen casi siempre noticias curiosas, expuestas de modo sencillo y sugestivo.

Otros muchos órganos informativos de todo el mundo publican páginas o suplementos sobre viajes, exploraciones, países y ciudades. Por ejemplo, las páginas de *El Comercio*, Quito, (12 Febrero 1961) dedicadas a Orellana y a la gesta amazónica y al descubrimiento del Gran Río.

### **INFORMACIÓN SOBRE DISCIPLINAS CIENTÍFICAS**

Llamamos aquí "información" al conjunto de noticias sobre un mismo tema o relacionadas entre sí por razón de tiempo, de lugar, de temas o de personas. La información científica dirigida al público en una parte de la comunicación del conocimiento. La información especializada constituye hoy uno de los desafíos del desarrollo. En la segunda mitad del siglo XX, en los decenios del crecimiento del periodismo científico en los países industrializados, fue la energía nuclear la que abrió el panorama de la divulgación científica. La primera guerra mundial había puesto ya de moda la química por su uso en los combates, pero no captó el interés popular como lo hizo, al terminar la segunda, la energía atómica y su origen científico, en la física. La medicina y la salud ya existían en el siglo XIX como temas de comunicación al público, y el siglo XX continuaron las noticias espectaculares sobre estos temas: transplantes, órganos artificiales y últimamente, biología e ingeniería genética, con su futuro inquietante.

Vinieron después la exploración del espacio, junto con la meteorología, la microelectrónica, las tecnologías de la información, el medio ambiente, la energía y la ecología. Ahora se incorporan a la divulgación, como temas de interés para el público, la cosmología y la astronomía, la geología, las matemáticas, la zoología y de modo espectacular, la física de las altas energías y los descubrimientos en el micromundo, la fascinación de la teoría cuántica y la profundización en los secretos de la materia, que abarca a varias disciplinas.

### **INFORMACIÓN SOBRE ENERGÍA**

En una civilización basada fundamentalmente en la energía. Es lógico que este tipo de información alcance cotas crecientes de interés. La energía está relacionada con los problemas de crecimiento y desarrollo de las sociedades actuales. La energía se convirtió, ya mediado el siglo XX, en protagonista de la actualidad científica, como antes lo fueran la química y la física, y después habrían de serlo la biología y la genética. Para los medios de comunicación, el gran problema es el análisis de qué tipo de energía queremos y podemos



permitirnos en nuestra civilización tecnológica y energética, y para qué tipo de sociedad, teniendo en cuenta el consumismo creciente del mundo actual. El tema energético es, en buena parte, un problema de comunicación. Además de las razones políticas, económicas o psicológicas (el temor popular, etc.) el problema de mayor gravedad es que los técnicos haban, pero el público no está preparado para entender y por ello tiene que recurrir a los medios de comunicación.

A pesar de lo que se arriesga -para los Estados, las empresas y el hombre de la calle- los sistemas de información resultan inferiores a las necesidades y, sobre todo, a la demanda generalizada de análisis rigurosos y sencillos. Parece necesaria la especialización de los técnicos que preparan los materiales para el público. Sería necesario confiar esta tarea a especialistas en la divulgación de temas energéticos, capaces de organizar e impulsar una circulación interna y externa de informaciones, y que tengan algunos conocimientos del tema y experiencia en comunicación.

### **INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN**

Deben distinguirse dos facetas del periodismo científico, que se pueden confundir a veces: la información y la divulgación. Las características que diferencian la información y la divulgación científica son:

- \* **La actualidad**, el elemento que marca el carácter informativo.
- \* **La concisión en el mensaje**. Una información debe ceñirse a su contenido novedoso. El reportaje de divulgación, en cambio, debe proporcionar un marco completo y amplio y profundizar en aspectos próximos al tema o relacionados con él.
- \* **El interés de los lectores especializados**. La información científica debe interesar a los investigadores en sus propios campos, porque les informa de hechos relacionados con su tarea, antes de que le lleguen por los canales científicos habituales.
- \* **La continuidad temática**. La repetición de un mismo tema en una revista de divulgación es impensable, al menos en un intervalo de tiempo prudente. La información de un hecho científico requiere, por el contrario, un seguimiento continuo de su evolución y sus consecuencias (F.Bayo).

### **INFORMÁTICA**

El desarrollo de la informática es uno de los hechos diferenciales de nuestra época, que ha cambiado radicalmente tanto el enfoque como la resolución de muchos problemas científicos e industriales, de forma que sin ella es difícil concebir el mundo actual. Se ha desarrollado en paralelo con la tecnología electrónica, en interrelación con las comunicaciones, especialmente después de la II Guerra Mundial. La tecnología informática incluye tanto los equipos físicos como los programas lógicos. La rapidez de proceso exigida ha obligado a la miniaturización de los componentes electrónicos básicos, tales como el procesamiento y la memoria de almacenamiento.

Junto a los equipos físicos, la tecnología de los soportes lógicos ha permitido desarrollar lenguaje de programación, compiladores, estructuras de almacenamiento de datos y procedimientos de manejo y transmisión de información. Los sistemas operativos facilitan la utilización de procesos informáticos de complejidad creciente.

La informática ha encontrado un vasto campo de utilización en todas las áreas de la actividad humana: ciencia e investigación, educación, diseño,

ingeniería, fabricación, edición, gestión y administración, por un lado, y por otro con aplicaciones apoyadas por ordenador. La simulación de todo tipo de fenómenos por ordenador permite analizar con antelación situaciones previsibles y diseñar correcciones. El acceso a nivel mundial de bancos bibliográficos y medios de cálculo ha potenciado radicalmente la investigación. Muchos productos industriales y de consumo, desde robots y automóviles hasta juguetes, llevan incorporados equipos informáticos.

### **INFORME CIENTÍFICO (PAPER)**

La retórica puede ser vista, en términos muy generales, como "mecanismo de generación de textos. En nuestro caso, las necesidades de comunicación científica al público se satisfacen por medio de distintas clases de textos.

Cuando se desarrollaron los medios para determinar el modo en que debían interpretarse correctamente los textos, el único y verdadero sentido histórico libre de fantasías y de la imaginación, los mismos medios podían aplicarse a la observación de la naturaleza.

Hoy, el texto más importante es el informe de investigación, pero también son útiles los informes técnicos, las propuestas y proyectos de investigación, las tesis de estudio y los textos de divulgación o de enseñanza.

Un artículo científico o *paper* suele estar estructurado así:

- 1 Título
- 2 Resumen
- 3 Introducción
- 4 Texto o cuerpo principal
- 5 Conclusiones
- 6 Apéndices
- 7 Referencias bibliográficas

### **INGENIERÍA GENÉTICA**

La ingeniería genética ha sido definida como la ciencia y el arte de transferir genes entre los organismos.

Tradicionalmente, las "ciencias de la vida" han estado fuertemente marcadas por diversas teorías vitalistas, algunas de ellas extremadamente fecundas. Una de las cuestiones que más inducen a confusión es la mala comprensión de la metáfora del programa genético, cuando se afirma que todo está escrito en los genes. No debe olvidarse que la genética es un proceso dinámico y que la célula es una máquina de estados. Un segundo después de realizada una función, no sólo cambia de estado un componente, sino miles, como consecuencia de la situación anterior en la que miles de componentes se hallaban en un estado distinto.

La idea de que estamos programados (completamente programados, desde el desarrollo embrionario hasta los caracteres del fenotipo) es una variante muy fuerte del determinismo genético absoluto.

Otro error es el concepto habitual de "patrimonio hereditario". No hay patrimonio hereditario: mi genoma es diferente del de mis padres y del de mis hijos. No puede hablar de "mi patrimonio" porque esto sugiere algo que se transmite de generación en generación. Pero en realidad no ocurre así. Se heredan ciertos genes de un progenitor y otros genes del otro. Hay una confusión entre un *signo* de identidad que permiten identificar a un individuo, como las huellas digitales, o el grupo sanguíneo e histológico, y lo que sería la *sede* de su identidad, su esencia. Es como si el genoma fuera el origen, el lugar de donde procede la identidad de un individuo, y no un simple signo

como las huellas digitales.

Desde hace treinta años, los grandes progresos de la biología han provenido esencialmente de la genética molecular y podemos esperar aún muchos más descubrimientos.

## **INSECTOS SOCIALES**

Las hormigas son unas criaturas maravillosas, según afirman quienes se dedican a estudiarlas. Los vertebrados son rarezas en la naturaleza, en comparación con los insectos. Y las hormigas son los reyes de los insectos o, al menos, los reyes de la selva. Algunos expertos piensan en las hormigas como culminación de la evolución de los vertebrados. Las hormigas aprendieron el recurso de la sociabilidad algo así como cien millones de años antes de que aparecieran los humanos.

En 1975, Ed Wilson, del Museo de Zoología Comparada de la Universidad de Harvard, es considerado el "padre" de una ciencia discutida, la sociobiología.

En su libro sostenía que gran parte del comportamiento, incluyendo buena parte del comportamiento humano, debía entenderse en última instancia en términos de determinación genética, una noción que algunos consideraron atrevida, mientras que otros la denunciaron como fascista. Los humanos compartimos la sociabilidad con los insectos sociales, en especial las hormigas y las termitas. Para los insectos, la sociabilidad se ha convertido en parte de su naturaleza interna, algo grabado en los genes.

Para los humanos, la sociabilidad -en el nivel de complejidad observado en las colonias de insectos- ha surgido como expresión cultural de un potencial Interno, una propiedad mucho más dinámica. No obstante, las vidas de las hormigas individuales y los seres humanos individuales están transformadas por la pertenencia a una entidad más grande, una entidad que también contribuyen a crear. Al iniciar sus estudios sobre este tema, Wilson se dio cuenta de la importancia de la comunicación en el funcionamiento de la colonia. Gran parte de esta comunicación es de carácter químico y puede decirse que crea un único estómago para toda la colonia.

## **INTELIGENCIA ARTIFICIAL**

Mientras que la psicología cognitiva, la lingüística, la neurología y otras disciplinas siguen su camino como ciencias autónomas, en el ámbito interdisciplinar las aplicaciones más prácticas y populares de las ciencias cognitivas estarían centradas en los programas de inteligencia artificial (I.A.), que ha llevado a algunos expertos a preguntarse si la I.A. podría llegar a ser algo así como el amanecer de una nueva era intelectual. En *La nueva mente del emperador*, el matemático y físico británico Roger Penrose, de la Universidad de Oxford, afirma que mediante el uso de nuestra conciencia estamos capacitados que están más allá de cualquier tipo de actividad computacional. Después, en *La sombra de la mente* (1994) aquella primera hipótesis se convierte en conclusión general.

Penrose recuerda que todavía no existe ninguna teoría física, biológica o computacional que se acerque a la explicación de nuestra consciencia y de la inteligencia consiguiente, pero que quizá algún día puedan formularse las ideas necesarias. Si así fuera, parece casi seguro que nuestra perspectiva filosófica quedaría profundamente alterada. Para Marvin Minsky, fundador del Laboratorio de Inteligencia Artificial del MIT, la inteligencia artificial es la ciencia de conseguir que las máquinas hagan cosas que requerirían inteligencia si las hicieran los seres humanos.

Este tema tiene todavía más preguntas que respuestas. Por ejemplo, ¿es realmente una posibilidad tecnológica desarrollar computadoras que piensen? ¿tiene sentido hablar de una máquina pensante? ¿Podría una computadora mostrar más inteligencia que los humanos que la programan? Y por si esto fuera poco, cabría formularse otra pregunta: ¿qué es la inteligencia?

## **INTERACTIVIDAD**

Es la posibilidad que se ofrece al usuario de elegir opciones para cambiar el curso de la ejecución de un programa. La interactividad reúne varias características que hacen de ella una decisiva innovación del tiempo presente y ofrece una doble vertiente: por un lado, se refiere a la acción maquina que el usuario (de Internet, en este caso) debe ejecutar para indicar a la máquina lo que desea que suceda en la pantalla y, por otro, la posibilidad de un “feed-back” (retroalimentación) entre emisor y receptor

Pero la interactividad puede tomar otras formas facilitadas por la tecnología actual: radio, televisión y otros sistemas de comunicación. Algunos de estos sistemas permiten el cambio de papeles entre el emisor y el receptor, y también la interacción uno a uno, un verdadero marketing de relaciones que Internet puede llevar a cabo. Aunque los anunciantes se dirijan a audiencias muy numerosas, siempre pueden adaptar sus mensajes a la medida de cada uno de sus interlocutores, gracias a las bases de datos disponibles. Además, esta adaptación se realiza con un coste mínimo, ya que sólo implica cambios virtuales y no reales. No hay que hacer un *mailing* diferente para cada persona, sino cambiar virtualmente el contenido de la página según cuál sea el usuario que conecte con ella y que se puede tener controlado (con muy poco margen de error).

De este modo, la interactividad se considera como una de las novedades informativas de nuestra época y una cierta caracterización de, tiempo actual (Calvo Fernández y Reinares Lara, 2001).

## **INTERFAZ**

En informática, se llama interfaz o interfase a la relación entre el ser humano y la máquina, el punto o los puntos de contacto entre el usuario y el ordenador. El diseño de interfaces de ordenador comenzó en marzo de 1960. Las primeras investigaciones se dividieron en dos partes, que no volverían a reunirse hasta 20 años después. Una se orientaba hacia la interactividad y la otra se centraba en la riqueza sensorial. La historia del esfuerzo humano para hacer que las máquinas sean más fáciles de usar se concentra casi toda en el aumento de los puntos de contacto sensorial y en el desarrollo de mejores diseños físicos. Se trata de evitar que muchos adultos “desconecten” y proclamen su analfabetismo informático si esperanza de redención.

Nicholas Negroponte, fundador y director del Laboratorio de Medios del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) cree que lo que ahora llamamos “Interfaces basadas en agentes” serán los medios principales a través de los cuales los ordenadores y las personas hablarán entre sí. “Mi interfaz ideal -ha escrito- es aquella en la que los ordenadores sean como las personas. Esta idea es susceptible de ser criticada por romántica, vaga e irrealizable. Pero yo, si acaso, la criticaría por apuntar demasiado bajo. Debe de haber muchos canales sofisticados de comunicación de los cuales ni siquiera nos hemos enterado todavía.

## **INTERNET**

Internet es una red informática global que conecta redes locales alrededor del mundo. Este fenómeno forma ya parte de nuestra vida y está cambiando la comunicación humana. Utiliza la red en elevado número de millones de seres humanos y su ritmo de crecimiento parece que afectará a todas las actividades humanas, de cualquier orden que éstas sean. Esta cifra, inmensa si se la considera en absoluto, resulta todavía modesta en relación con los miles de millones de seres humanos que no tienen acceso a la llamada red de redes, y ni siquiera al teléfono ni a los restantes medios informativos, o que no saben leer ni escribir. La red ha sido calificada como un “vasto océano de palabras”. José Antonio Millán, lingüista y editor digital, dice que en ella podría haber cerca de cinco millones de sitios web, que totalizarían más de mil millones de páginas, en todas las lenguas del mundo, y unas 250 millones de imágenes.

La irrupción del correo electrónico en la vida cotidiana ha supuesto una revolución conceptual sin precedentes. Texto, imágenes, sonido y hasta vídeo cruzan el globo en cuestión de segundos y a bajo precio. Para los expertos, la infraestructura que se oculta detrás de los millones de intercambios de información que se producen cada día gracias al correo electrónico es tan aparentemente sencilla como apasionante. En ella, los clientes de *e-mail* hacen las veces de intérpretes, por medio de una sencilla interfaz, entre esta infraestructura y el propio usuario que envía mensajes a otras personas a través de la Red.

Sin embargo, es todavía una herramienta rudimentaria en comparación con lo que será dentro de pocos años. Hoy, el sistema utiliza redes telefónicas, que estaban pensadas para otros fines, pero con una capacidad limitada para transmitir información. Todavía queda mucho por progresar.

## **LENGUAJE PARA DIVULGAR**

Es indispensable recordar que la herramienta básica es el diccionario. Hay que leer constantemente y teniendo en todo momento la ayuda del diccionario. Antonio Machado escribió un poema dedicado a Francisco Grandmontagne, periodista de Burgos (España) y que llegó a ser redactor-jefe de *La Prensa* de Buenos Aires. Machado cuenta la llegada del periodista español a las tierras hermanas de Argentina:

Arribado a un ancho estuario  
Dió en la argentina Babel.  
Él llevaba un diccionario  
Y siempre leía en él:  
Era su devocionario.

Los criterios de periodistas experimentados, recogidos por el Centro Técnico de la Sociedad Interamericana de Prensa (SIP), aún habiendo sido establecidos para informadores generalistas, resultan aplicables a los divulgadores científicos:

- 1 Escribir frases cortas.
- 2 Preferir lo simple a lo complicado.
- 3 Elegir lo concreto sobre lo abstruso.
- 4 Usar palabras comunes.
- 5 Omitir palabras innecesarias.
- 6 Emplear verbos en voz activa.

## 7 Redactar con sencillez, naturalmente.

Consejos de Bertrand Russell: 1º. Si basta una palabra corta, no emplear una larga. 2º Si se quiere emitir un juicio con muchas especificaciones, deben escribirse algunas de estas en frases separadas. 3º Evitar que el principio de una frase induzca al lector a esperar algo que al final se contradiga con ella.

Conviene tener en cuenta que el idioma no se aprende por mera impregnación del ambiente, por simple contagio. Como aconseja el *Manual de español urgente*, de la Agencia EFE, se debe leer y estudiar poniendo atención a la lectura de buenos escritores, y desconfiando del propio criterio.

### LIBROS DE ESTILO

Los libros de estilo son una novedad surgida en el último cuarto de siglo: libros de estilo de periódicos, de televisión, de radios, de universidades, de ayuntamientos, de cajas de ahorro. Incluso libros de estilo generales, sin un destinatario preciso. A primera vista, podría parecer que sería preferible fundir todos esos libros y obtener un solo libro de estilo genérico, que fuera útil a todo el mundo hispanico, aunque después cada periódico, ayuntamiento, universidad o entidad añadiese la información específica para su propio uso. Sin embargo, este proceder, que sería útil para los periódicos y algunas otras instituciones, no lo sería para ninguna de las especialidades de la ciencia y la técnica. Las abreviaciones, la terminología, la metodología y otros aspectos son tan disímiles que, en efecto, cada uno de los campos debe tener su propio manual de estilo, y así sucede en otras lenguas que desde hace tiempo han tomado conciencia de la importancia que tiene la emisión científica de mensajes (Martínez de Sousa).

En español, debe citarse el continuo esfuerzo de la Agencia EFE, con la publicación, entre otros, del *Manual de Español Urgente* y el *Vademécum de español urgente*. Debe recordarse el *Manual de Estilo*, publicado por el Centro Técnico de la Sociedad Interamericana de Prensa (1965). Gran número de empresas periodísticas de diarios de habla española editan manuales propios, que son no sólo útiles a los redactores y colaboradores, sino a cualquier persona preocupada por escribir correctamente en su idioma.

### LENGUAJE Y PERIODISMO

El lenguaje del divulgador ha de buscar la comprensión generalizada. Cualquier tipo de comunicación periodística será inútil si su expresión no coincide con el código del receptor, no sólo en lo que se refiere al lenguaje, sino a la realidad del contexto socio-cultural en que se produce.

- 1 La primera condición que la lógica impone al lenguaje es la de ser claro y esforzarse en evitar la imprecisión. Una lengua puede utilizar la ambigüedad como recurso estilístico y literario pero no puede ser imprecisa, porque entonces se produce un vacío comunicativo, y la lengua no es nada si es un sistema de comunicación (García Domínguez).
- 2 Azorín recomendaba ir derechamente a las cosas, sin que las palabras nos detengan, nos embaracen, nos dificulten el camino. Y añadía: todo debe ser sacrificado a la claridad. Para el gran artífice del idioma español, un trabajo periodístico debe reunir, entre otras, las condiciones siguientes: ser breve, ser claro, exponer una sola idea, no ser erudito y contar lo que se ha visto.

- 3 El alemán Jünger defiende, como Azorín, el sustantivo, que es, en todos los casos, más enérgico que el empleo de formas verbales.
- 4 Debe tenerse en cuenta que la acción sólo puede ser expresada, básicamente, por un sujeto, un verbo y un complemento; incluso el adjetivo retrasa el avance, reduce el brío y a veces el ritmo de la frase.

En lo que se refiere a los escritores, en ninguna parte como en el ciberespacio el discurso particular llega hasta un público más amplio.

## **LÍMITES**

Hoy, la humanidad se va dando cuenta de que la ciencia no es todopoderosa, sino limitada. Algunos científicos se preguntan si la consideración de los límites de la ciencia tiene un componente psicológico, relacionado con las limitaciones de la mente humana, y también con la suposición inconsciente de que todos los problemas son solubles. Por supuesto, no lo son, ni tampoco todas las ecuaciones matemáticas. Pero la experiencia demuestra que las nuevas ideas pueden surgir en la mente de los jóvenes cuando aprenden una teoría en un libro de texto. Después de haber conducido la mente por un enfoque convencional inventado por alguien, se suele abandonar la posibilidad de verla de otra manera. La globalización de la educación, que permite que mucha gente sea instruida por una sola persona, usando cadenas de vídeos, tiene evidentes beneficios. Pero en un nivel avanzado, tiene también sus desventajas.

Se necesitaría coincidencia de proporciones cósmicas para que el Universo fuera lo bastante complicado como para dar origen a la vida, pero o bastante sencillo como para que esa forma de vida entendiera su más profunda estructura, después de apenas unos cientos de años de investigación científica sería. No hay razón para esperar que el Universo haya sido construido para nuestra conveniencia.

Cuando consideramos la capacidad de computación de una máquina, vemos cuánto se puede lograr por medio de la repetición de instrucciones muy simples. Pero aunque esto nos puede ayudar a cerrar toda brecha que pueda haber entre la capacidad mental para la conceptualización y la requerida para entender el Universo, no es, sin embargo, el fin de nuestros problemas. Estamos frente a la tarea de descifrar enormes complejidades en los estados que la Naturaleza ha creado en el Universo utilizando leyes muy simples (Barrow, 1999).

## **MÁQUINAS**

En nuestro tiempo, la máquina ejecuta, en colaboración con las herramientas, innumerables funciones laborales que hasta hace poco tenían que ser realizadas forzosamente por la mano humana. Deben añadirse a ello los rendimientos y funciones para ejecutar los cuales no hubieran sido suficientes la fuerza humana y animal. La máquina, por lo tanto, abre un campo inmenso de nuevas posibilidades de trabajo, lo que supone la transformación de la naturaleza en torno. En este hecho hemos de ver una de las raíces más importantes del surgimiento del moderno mundo laboral. El hombre se enseño de la naturaleza, mediante la máquina motriz, de forma completamente distinta a como lo había hecho hasta entonces.

La nueva voluntad de dominio, documentada en la máquina, no se encuentra ya atada, como la voluntad de creación y producción de épocas anteriores, por los módulos orgánicos o por las leyes y ordenamientos naturales. Y no puede

estarlo, porque el hecho de que las fuerzas naturales se hallen ahora a disposición del ser humano, en cualquier momento y lugar, y desligadas por tanto de todos los condicionamientos y dependencias espacio-temporales, es algo que presupone una voluntad asimismo desvinculada de todas las ataduras orgánicas y que se propone a sí misma sus propios objetivos Meyer, 1966).

Hoy disponemos de algunos principios básicos que nos permiten comprender la forma en que funcionan todos los aparatos mecánicos. Estos principios incluyen los conceptos de fuerza, fricción, trabajo, energías y beneficio mecánico, y a ellos se suman todas las posibilidades de la informática actual y futura.

## **MATEMÁTICAS**

Prácticamente desde que la humanidad aprendió a contar, los seres humanos se sintieron intrigados por la naturaleza de los objetos matemáticos como números o puntos, líneas y triángulos. A la cabeza de la lista de los enigmas científicos sin resolver está un profundo misterio: ¿por qué el mundo parece regirse por leyes matemáticas? Y, ¿cuáles son los orígenes de los números y de las relaciones a que obedecen?

Al aplicarse, las matemáticas son útiles para describir, predecir o prescribir. Nuestras medidas de espacio y de masa, nuestros lejos y calendarios, nuestros planos de máquinas y edificios, el sistema monetario, son prescripciones matemáticas de gran antigüedad. Hoy, ni los impuestos ni las armas nucleares son ajenos a la matemática, que el mismo tiempo constituye una de las formas más abstractas de la creación intelectual.

Las matemáticas son también objeto de divulgación, aunque en menor medida que la física y la astronomía. Divulgar la investigación matemática es tarea difícil, por razones tanto objetivas como subjetivas, dependientes de los modos de pensamiento y del lenguaje. Los físicos teóricos han tenido más éxito en este empeño. Pero numerosos matemáticos afirman que esta ciencia puede divulgarse y muchos ejemplos lo prueban. Citamos, por ejemplo, al francés Jean Dieudonné, que pertenecía al colectivo Bourbaki, y donde escribía los textos, una vez discutidos y aprobados por el grupo. “Quiero convencer al lector de buena voluntad -afirma Dieudonné- de que este mayor grado de abstracción no tiene en absoluto su origen en un deseo perverso de los matemáticos de aislarse sin razón de la comunidad científica a través de un lenguaje más hermético” (1989),



## MEDICINA

La ciencia médica es universal. La biología humana es básicamente la misma en todos los individuos y el poliformismo génico se inserta en la constancia del genoma y de los productos que sus genes expresan. Sin embargo, el medio ambiente presenta una extraordinaria diversidad: diferencias de nutrición, cultura, educación, economía, clima y de muchas otras diferencias ambientales var más allá de los genes. La medicina molecular, por sus posibilidades sin límite en el diagnóstico y en el tratamiento, aparece como la última frontera por conquistar.

Las enfermedades se presentan según patrones definidos, tanto geográfica como socialmente (epidemiología) puesto que existen claras diferencias en la incidencia de todas las enfermedades. La patología del mundo subdesarrollado está dominada por el hambre, la mortalidad infantil y las parasitosis. El mundo occidental centra sus problemas en las llamadas *enfermedades de la civilización*: patología neuropsiquiátrica, enfermedades cardiovasculares, cáncer, traumatismos y la patología alrededor de las drogas. El sida es el vínculo de la patología occidental con el Tercer Mundo. El incremento de la población y los cambios en las costumbres sociales hacen de la reproducción un tema de incierto futuro, un futuro que se presenta, por ora parte, prometedor para los *transplantes de órganos* y la *biónica*.

La medicina regenerativa se vislumbra como una de las actividades más pujantes de los próximos decenios. El envejecimiento de la población occidental conlleva el incremento por patologías de desgaste como la osteoporosis, las enfermedades cardiovasculares y las neurodegenerativas. La capacidad regenerativa del cuerpo humano dura toda la vida; sin embargo, y por causas diversas, el poder de los tejidos adultos es insuficiente para reparar el daño. Por todo ello, el término *medicina regenerativa* engloba diversas estrategias para reparar lo dañado. La *nanotecnología* hará posible la fabricación de nuevos componentes que permitan su perfecta integración en el organismo.

## MEDICINA Y PERIODISMO

La importancia de la biología y de la medicina ha crecido en los últimos años y es lógico, por ello, que crezca también la divulgación de las investigaciones sobre estos temas. La información sobre salud es una necesidad de nuestro tiempo y a la vez un imperativo moral. La necesidad de deriva de la dimensión comunicadora de la profesión médica, en todos los tiempos, y actualmente por el protagonismo de las ciencias de la vida y de la salud, y sus perspectivas para todos. La ciencia y la tecnología sanitarias han progresado más en los últimos decenios que a lo largo de toda la historia humana.

La información médica, como el resto de la información científica, crece a un ritmo exponencial, lo que significa que va mucho más rápida que la mayoría de los fenómenos sociales. En cuanto a la ética, un informe de la OMS (Organización Mundial de la Salud) subraya que es un imperativo moral asegurar el acceso del público a informaciones objetivas y válidas sobre todos los aspectos de la sanidad que nos conciernen. Hoy, la divulgación biológico-médica se ha convertido en estrella de los medios de comunicación.

Desde finales de los sesenta, parecería que la biología y las ciencias de la vida hubieran arrebatado el protagonismo a la física y al tema nuclear (Jacobi, 1991).

La información al público sobre medicina y salud requiere hacerlo con rigor, claridad y exactitud. Debe informarse al público sobre las consecuencias para la salud de los excesos en el alcohol, el tabaco y la droga, la nutrición desequilibrada y la velocidad excesiva en la carretera. También se debe informar al público sobre los riesgos específicos del estilo de vida tecnificado, teniendo en cuenta el concepto actual de salud: un estado de bienestar físico, mental y social y no meramente una ausencia de enfermedad. Hoy, hablar de salud es hablar no sólo de medicina y farmacia, sino de medio ambiente, nutrición, agua, desarrollo, etc.

## **MEMORIA**

Contra lo que se ha creído, la memoria está muy lejos de ser una función que reproduzca exactamente lo que hemos percibido o sentido. Estábamos equivocados cuando creíamos que la memoria era una especie de cámara fotográfica que registra fielmente lo sucedido. Hoy sabemos que la memoria no es unitaria, que se compone de distintos sistemas y procesos, de manera que la reconstrucción de lo vivido es un trabajo parecido al de armar un gigantesco *puzzle*, de ahí que intervengan muchas partes del cerebro en el proceso. La trascendencia de la memoria consiste en el hecho de sin memoria no podemos orientarnos en nuestro entorno ni sacar provecho de nuestra experiencia pasada. Quedamos a merced de las circunstancias del momento; nos encontramos en un eterno presente, incapaces de aprovechar las experiencias pasadas.

Lo que la memoria almacena es el efecto que los sucesos diarios tienen en nuestro cerebro, el sentido que tienen para nosotros, las emociones que despiertan, etc. Eso es lo que interesa al cerebro y no la realidad tal y como es. La memoria no es una réplica de la realidad, sino una réplica de cómo el cerebro ha experimentado esa realidad. Concebida antes como un almacén de información amplio, permanente y potencialmente accesible, este concepto ha sido sustituido por una entidad falible, caprichosa y mixtificadora por naturaleza. La memoria nos engaña de dos maneras, al menos: por una parte, almacenando información de forma inconsciente, que cuando sale a la superficie de la consciencia parece algo maravilloso o sobrenatural; y por otra, mezclando los contenidos reales de la memoria con otros imaginados, irreales, para construir historias más o menos coherentes que, naturalmente, no son verdaderas. En este sentido, la memoria humana es mucho menos fiable que la del ordenador, aunque sea mucho más flexible que ésta (Rubia, 2000)

## **METÁFORAS CIENTÍFICAS**

Durante mucho tiempo se consideró que las expresiones metafóricas desempeñaban un papel secundario en la ciencia, ya que ésta se caracterizaba por la precisión y la ausencia de ambigüedad y por ello se concebía el lenguaje de la ciencia como preciso y no ambiguo. Eduardo de Bustos Guadaño desmonta esta tesis con varios argumentos:

a) Ante todo, las metáforas pueden tener una función pedagógica, en la transmisión del conocimiento expresado por las teorías científicas. Por decirlo así, las metáforas permiten *dar colorido* al lenguaje de la ciencia, haciendo posible no sólo su comprensión en ámbitos de especialistas, sino también su

difusión entre el gran público.

b) En segundo lugar, las metáforas pueden tener un valor *heurístico*, pueden servir para la ideación de nuevas hipótesis o teorías, o un valor *exegético*, para ilustrar de una forma gráfica y sintética la naturaleza de una teoría. En este sentido, el valor heurístico del lenguaje metafórico se hace patente en los estadios inmaduros de una ciencia, en particular cuando esa ciencia o protociencia, carece de un *paradigma* que proporcione una guía compartida por la comunidad científica en su actividad (Eduardo de Bustos Guadaño, "Las metáforas científicas y el realismo semántico", en *Arbor*, febrero 1991). Carl Sagan y Ann Druyan incluyen, en su libro *Sombras de antepasados olvidados* una bella metáfora sobre la situación de los seres humanos ante el desconocimiento de su origen: "Las personas somos como bebés recién nacidos abandonados en un portal, sin ninguna nota que explique quiénes son, de dónde vienen, qué carga hereditaria de atributos y defectos pueden llevar, o cuáles podrían ser sus antecedentes. Desearíamos ver las fichas de estos huérfanos". La documentación completa del huérfano -añaden- es larga. Las personas hemos descubierto sólo trocitos, en ocasiones varias páginas consecutivas, pero nunca nada tan complejo como un capítulo entero. Muchas de las palabras están emborronadas, la mayoría se han perdido.

Estos mismos autores recuerdan una metáfora semejante de *El origen de las especies*, cuando Darwin compara el registro geológico a "una historia del mundo conservada imperfectamente y escrita en un dialecto cambiante, de la que sólo poseemos el último volumen... Sólo se ha conservado aquí y allá un breve capítulo, y de cada página sólo quedan unas líneas". Según muchos criterios, nos hemos convertido -añaden Sagan y Druyan- en la especie dominante del planeta, y lo hemos logrado por nuestro propio esfuerzo. De hecho, ignoramos profundamente muchos pormenores de nuestro origen. Es natural que nos representemos metafóricamente como un niño favorecido, criado en circunstancias oscuras, y luego como un héroe que se aventura en el mundo para buscar su identidad (Sagan y Druyan: *Sombras de antepasados olvidados* (1993).

## **MODERNIZACIÓN**

El término tiene, *a priori*, connotaciones positivas. La sociología evolucionista considera la modernización como el proceso de transformación de las sociedades que entran en la era industrial, etapa necesaria e indispensable para acceder al desarrollo económico, a la democracia y a la prosperidad. Se puede analizar desde tres puntos de vista: movilización, diferenciación y laicización. En cuanto al término modernidad, designa aquello que pertenece a una época reciente. Alain Touraine describe los elementos filosófico-políticos que componen la modernidad: una revolución del hombre preclaro contra la tradición; la sacralización de la sociedad; la sumisión de la ley natural de la razón.

La modernidad, en su acepción occidental, es "la obra de la razón misma y, por tanto, sobre todo de la ciencia, de la tecnología y de la educación, y las políticas sociales de la modernización no deben otra finalidad que la separar la ruta de la razón suprimiendo las reglamentaciones, las defensas corporativistas y las barreras aduaneras, creando la seguridad y la previsibilidad que necesita el empresario y formando gestores y operadores competentes y concienciados.

La modernización implica igualmente una renovación del modo de división del

trabajo social. Instituciones como la burocracia, y sobre todo la empresa, son modernas en el sentido de que pretenden distinguir, al menos teóricamente, a los individuos según la contribución que aportan a una tarea socialmente valorada, antes que según sus orígenes y sus afiliaciones familiares y locales (Wolton, 2000).

### **NANOTECNOLOGÍA**

Un largo sueño de los científicos de construir máquinas microscópicas a escala molecular -motores, sensores y ordenadores- está a punto de cumplirse. El Premio Nobel de Física Richard Feynman se preguntaba en 1959 si el hombre sería capaz, en un futuro lejano, de organizar los átomos a su gusto. 40 años después, en febrero de 2000, el presidente Clinton anunciaba una "iniciativa nacional sobre las nanotecnologías", que se traducirá en un aumento del 84% de los presupuestos de investigación consagrados a este sector. Se trata de explorar el universo de las "nanomáquinas", cuyos motores celulares son mecanismos fascinantes. Estos motores, tanto biológicos como mecánicos, pueden o podrán transportar moléculas, fabricar y transportar proteínas, contraer los músculos, etc. Las novísimas herramientas permitirán observar y manipular lo que, en un futuro lejano, podría servir de base a los elementos constitutivos de fábricas microscópicas. En todo caso, es el principio de una nueva revolución tecnológica, cuya escala está en el angstrom, es decir, la diezmillonésima de milímetro.

La nanotecnología revolucionará la vida cotidiana. La Universidad de California ha desarrollado el primer "chip" que incorpora una célula viva en un circuito electrónico. Los científicos creen que podría implantarse en el organismo humano para liberar proteínas terapéuticas contra la diabetes o genes para corregir enfermedades genéticas. También podría ser de gran utilidad para evaluar de forma segura los efectos de nuevos fármacos, sin necesidad de experimentar con personas. Con los futuro "biochips", los ordenadores serán un millón de veces más rápidos. El "chip" biónico tendrá un grosor que permitirá desarrollar dispositivos mecánicos y electrónicos diez mil veces más pequeños que el ancho de un cabello, lo que facilitará su implante en el cuerpo humano. La ingeniería a escala atómica cambiará los ordenadores y los automóviles, pero también proporcionará objetos que aún no son imaginables.

Es probable que las nanotecnologías desempeñen un papel creciente e inadvertido en la vida diaria de los próximos años.

### **NARRATOLOGÍA**

Es "la ciencia que procura formular la teoría de los textos narrativos en su narratividad". Se incluye en este diccionario porque el periodismo científico y la divulgación de la ciencia se apoyan en textos narrativos, cuyo estudio en los últimos años ha adquirido un gran auge. La narratología se configura como dominio teórico cuya legitimidad y coherencia internas son indisociables de la contribución de otros dos ámbitos teórico-metodológicos: el estructuralismo y la semiótica. Esta nueva disciplina trata de emprender una tarea de sistematización conceptual y de renovación de estrategias para enfrentarse al texto narrativo, teniendo presente que éste resulta de una dinámica de producción regida por la interacción código/mensaje. El Diccionario de Narratología la define como un área de reflexión teórico-metodológica autónoma, centrada en la narrativa, como modo de

representación literaria y no literaria y como análisis de los textos narrativos. El mismo diccionario analiza las diversas acepciones del término *narrativa*. Las dominantes que caracterizan el **proceso narrativo** son fundamentalmente tres: una actitud de distanciamiento variable asumido por un narrador en relación con aquello que narra y que tiene como consecuencias una alteridad más o menos radical entre el sujeto que narra y el objeto del relato, una tendencia hacia la exteriorización y una dinámica temporal impuesta por el devenir cronológico en principio inherente a la historia relatada. Estas dominantes se vuelven a ver en la diversidad de *estrategias narrativas*.

### **NOTICIA CIENTÍFICA**

Burkett (1986) eleva la noticia científica a la categoría de objeto de estudio universitario. La noticia científica tiene por objeto hacer partícipe al público de la gran aventura del conocimiento. "Toda información se inscribe, por su propia naturaleza, en el ámbito del conocimiento" (González Álvarez, 1997). Las notas características de la noticia científica son actualidad, novedad, credibilidad, objetividad, relevancia, contenido, contextualización, certeza-verdad, explicación y precisión.

La noticia científica contiene un volumen de información que, en teoría, podría medirse "por la incertidumbre que contribuye a eliminar" (*Aprender, un horizonte sin límites*, 1979). La noticia, como tipo textual característico de los medios informativos, constituye una clase específica de discurso, y cualquier escritor ha de saber lo que quiere, al empezar a redactar una noticia, y debe tener previamente un cierto esquema mental de qué y del cómo decirlo (Dellamea, 1995).

Hoy se considera que la noticia, refiriéndose a la divulgación de la ciencia, no es solamente lo negativo, lo anormal, lo que produce áreas de ruptura en nuestras sociedades, sino que también deberá implícita una mirada profesional e inteligente a las causas que producen tales rupturas y contener, cuando sea necesario, explicaciones sobre el cambio del mundo originado por el progreso científico y tecnológico.

## **NUEVAS TECNOLOGÍAS**

Con la expresión “nuevas tecnologías”, nos referimos a un conjunto que abarca diversos campos: ordenadores, sistemas de interacción de ordenador y usuario, digitalización de la información, comunicaciones vía satélite, telefonía (hoy especialmente de carácter móvil) y redes de comunicación, más el desarrollo de todo lo relativo a la fibra óptica. A ello hay que añadir lo referente a medios audiovisuales, con los que interactúan ordenadores y medios telemáticos. Son muchos los interrogantes que se ciernen sobre las innovaciones tecnológicas actuales, especialmente en torno a Internet. La carga de ambigüedad de todo progreso tecnológico, que tanto sirve para *humanizar* como para *deshumaniza* al hombre que lo protagoniza y a la sociedad que lo incuba.

Cuando hablamos de *tecnología* nos referimos también a una actividad o sistema de acciones regularmente estructurado, en el que, tras la larga etapa de la fabricación y uso de las herramientas, y sobrepasando incluso lo que luego ha sido utilización de un instrumental que por sus dimensiones y complejidad hemos entendido como maquinaria. Lo propio y lo definitorio de lo tecnológico es su integración en procesos productivos industriales y su estrecha vinculación con el conocimiento científico. Ciencia y técnica se vincularon hace siglos en matrimonio indisoluble. No obstante, los contrayentes permanecen diferenciados, pues mientras la ciencia sigue buscando explicaciones del mundo, la técnica y después la tecnología pretenden la transformación de ese mundo tomando como valor vector la *eficiencia* de sus instrumentos y artefactos.

## **NUEVO TIPO DE COMUNICADOR**

El Periodismo Científico ha dado origen a un nuevo tipo de comunicador representa un fenómeno y tiene ante sí unas posibilidades que a muy pocas personas le son ofrecidas. Cruza los límites entre unas y otras disciplinas con una frecuencia que los científicos, acosados por la superespecialización, y es ayudado por gran número de científicos profesionales, al mismo tiempo que se dirige a un público muy complejo y normalmente heterogéneo, El divulgador no se limita, o no debe limitarse, a la transmisión de conocimientos y su papel cultural es más profundo y complejo: selecciona lo que debe divulgarse, determina la forma en que debe hacerse y transmite determinadas imágenes de la ciencia que pueden condicionar distintas actitudes hacia el conocimiento en el mundo de hoy.

Las sociedades del Tercer Milenio necesitan un nuevo tipo de comunicador que sea capaz de valorar, analizar, comprender y explicar lo que está pasando y, dentro de lo posible, lo que puede pasar, especialmente en aquellos campos que, hasta donde puede preverse, serán los escenarios decisivos a la nueva sociedad de la información y del conocimiento.

Por ello, las cualidades básicas del divulgador de la ciencia, sea o no periodista profesional, se moverán entre el afán de comprensión, la curiosidad universal, la sed de conocimientos, la capacidad de expresión, el estado de duda y alerta permanente, el amor al misterio, la capacidad de asombro, una cierta vocación pedagógica y el gusto de comunicar.

## **OBJETIVOS DE LA DIVULGACIÓN DEL CONOCIMIENTO**

Las funciones más importantes atribuidas a la divulgación de la ciencia son las siguientes:

- 1 **Creación de una conciencia científica en las sociedades.** Esta necesidad incluye el desarrollo de una cultura científicas y técnica de

masas, a cargo principalmente de la educación, la comunicación y la investigación científica. La creación de esta conciencia científica en los ciudadanos reforzaría la sociedad democrática, porque el público estaría en condiciones de opinar sobre prioridades en la investigación y en general, sobre las decisiones en materia de política científica.

- 2 **Función de cohesión entre los grupos sociales**, lo que permitiría a los individuos participar de alguna manera en las aspiraciones y en el tipo de desarrollo que requiere una sociedad tecnológica.
- 3 **Factor de desarrollo cultural**. Es decisivo para el individuo y los grupos sociales que los descubrimientos, las investigaciones y las preocupaciones de carácter
- 4 Científico y tecnológico se presenten al público y se constituyan en parte fundamental de su cultura en la sociedad contemporánea.
- 5 **Incremento de la calidad de vida**. La divulgación de la ciencia no es sólo un factor de crecimiento cultural para el público, sino una aportación a la calidad de vida y un medio de poner a disposición de un número creciente de personas tanto el gozo de conocer como una utilización más amplia y más justa de los avances de la ciencia y de la técnica.
- 6 **La comunicación-riesgo**. Es una dimensión que forma parte de nuestra vida cotidiana antes de surgir esta expresión. En el Encuentro de Periodistas Científicos Europeos (Madrid, 1989) Vincenzo Ardenne definió este tipo de comunicación como la difusión de los distintos riesgos a los que estamos expuestos, bien como consecuencia de algunas tecnologías (destrucción del medio ambiente, uso abusivo de la química, accidentes del transporte masivo, etc.) como de la propia condición humana (drogas, tabaco, alcohol, etc.).
- 7 **Función complementaria de la enseñanza**. La divulgación científica no sustituye a la educación formal, pero complementa la educación formal y puede contribuir al desarrollo de la educación permanente y ayudar al público a adoptar una actitud positiva ante el conocimiento. En su conocido estudio *El reparto del saber*, Roqueplo (1974) establece cuatro tipos de relaciones entre los divulgadores y la educación.

## OBJETIVIDAD CIENTÍFICA

Ideas como la relatividad de Einstein, el átomo de Bohr y el sistema heliocéntrico de Copérnico, fueron contra la mayoría de los hechos aceptados del momento. Igual que el resto de la gente, los científicos tienden a ver lo que esperan ver. En cierta ocasión, Darwin pasó el día entero en un valle cruzado por un río y “no vio otra cosa que agua y rocas”. Once años después pasó por el mismo valle en busca de evidencia de glaciares. “Te aseguro - escribió a un amigo- que difícilmente un volcán podrá dejar huellas más evidentes de actividad y de poder... ¡El valle entero debe haber estado alguna vez cubierto por una capa de hielo de 250 ó 300 metros”. Una vez que supo qué buscar, le fue fácil dar con ello.

¿La ciencia es entonces una simple mascarada? ¿La opinión de una persona es tan buena como la de otra? ¿Existe la verdad científica? Por el contrario, la ciencia gana su reputación de objetiva porque enfrenta los peligros de la subjetividad con el mayor de los respetos. Por esto, la ciencia es tan escrupulosa para probar sus resultados (especialmente contra otros

resultados). La medida de verdad de la objetividad científica es el consenso. Los científicos prudentes siempre tratan de mantener un ojo aparte de las distorsiones que inevitablemente son formadas por el ojo de la mente. Richard Feynman dijo: "La ciencia es una larga historia de aprender cómo no hacernos tontos a nosotros mismos (K.C. Cole).

## **OCEANOGRAFÍA**

Cerca de trescientos científicos de todo el mundo se reunieron para hablar de los mares y proponer soluciones para mantenerlos con buena salud, En la 2ª Conferencia Internacional sobre Oceanografía celebrada en Lisboa. Más de la mitad de la población mundial vive actualmente en las zonas litorales, donde el índice de crecimiento demográfico asciende a un 7% anual. Estas oleadas migratorias ejercen fuertes presiones sobre los ecosistemas costeros y el turismo no hace más que agravar este fenómeno. Los mares se extienden en un 65 por ciento de la superficie del globo, aproximadamente, y sin embargo las grandes profundidades siguen siendo menos conocidas que el espacio.

La gente debe darse cuenta de que la mala salud de los océanos no se debe al destino ni a leyes naturales inmutables. Somos responsables de esta degradación y podemos remediarla. A pesar de señalar los peligros a los que el turismo expone al medio ambiente, Malcom Hendry, de la Universidad de West Indies, ve también en él un factor positivo. Al haberse convertido esta actividad en una importante fuente de ingresos en numerosos países, los gobiernos tienen un enorme interés en proteger sus recursos naturales. Todo ello exige atención de gobernantes y empresarios, y, por supuesto, la creación de una conciencia ecológica sobre los mares.

Finalmente, algo que afecta a los periodistas y en especial a los divulgadores de la ciencia. Para Sidney Holt, biomatemático y ponente general de la Conferencia de Lisboa, los científicos deben aprender a comunicar si quieren contribuir a la defensa de los océanos y de las zonas litorales del planeta.

Los investigadores deben hallar un modo de sensibilizar al público sobre la importancia de sus trabajos, añadió Holt, quien hizo un llamamiento a sus colegas para que *en vez de expresarse de manera didáctica sepan transmitir a los demás su compromiso, su entusiasmo por lo que hacen*, con el fin de proteger las costas y los mares.

## **PALEONTOLOGÍA**

La paleontología refuta nuestra presunción histórica de que la inteligencia es valiosa. Las especies verdaderamente exitosas, como los escarabajos y las ratas, han encontrado mejores vías hacia su presente dominancia sin derrochar energía en el oneroso tejido cerebral. Tanto el registro fósil como la biología celular indican que nuestros ancestros divergieron de los antropoides africanos hace sólo unos siete millones de años. A escala evolutiva esto es un parpadeo, mucho menos del 1% de la historia de la vida en la Tierra.

Biología molecular, geocronología, ecología y en otros campos, la ciencia ha dado respuestas a nuestras preguntas sobre los antepasados del hombre. Pero sin embargo, para tener una escala temporal "absoluta" tenemos que recurrir a la paleontología.

Los problemas que plantea la divulgación al público de la paleontología son, a juicio del profesor Eustoquio Molina menores que los de otras disciplinas, pues el estudio del origen y evolución de los organismos, a través de los



fósiles, es un tema de interés general, lo que hace que sea una de las disciplinas biológicas y geológicas que mayor interés despierta en la gente. Quizá el problema principal de la paleontología radica en que la divulgación está infravalorada entre los científicos y suele considerarse una pérdida de tiempo. Un segundo problema lo constituyen los escándalos, los fraudes y la falta de rigor científico. El error en la interpretación de los datos es un riesgo al que todo investigador está sometido, pero que puede ser fácilmente subsanado mediante la actividad investigadora y el debate científico.

## **PARADIGMA**

Un paradigma es lo que comparte una comunidad científica que desarrolla una actividad “normal”. Kuhn ha contribuido a generalizar el uso de este término en las ciencias e incluso en actividades intelectuales no científicas. Fue el hilo conductor de su libro *Estructura de las revoluciones científicas*. Sin embargo, no estaba muy claro qué es lo que quería decir. Introdujo la noción de paradigma para resolver un problema que le preocupaba. “Tratando de explicar la forma en que los miembros de una comunidad investigan y, especialmente, la unanimidad con que suelen evaluar las investigaciones de otros, tuve que atribuirles un consenso acerca de las características que definen términos cuasiteóricos como “fuerza” y “masa”, o “mezcla” y “compuesto”.

Así encuentra el término paradigma, que sustituye a la más sociológica idea de consenso, y que refiere al conjunto de conocimientos y compromisos que determinan lo que una comunidad científica considera relevante en el dominio de su especialidad. Los científicos comparten varias estructuras cognitivas y prácticas que les permiten enfrentarse con los problemas de forma semejante. Pero aquello que comparten no se aplica sólo a la forma superficial (lingüística) del problema, sino a la misma forma de representarse el sistema en el que el problema adquiere sentido, de tal manera que gracias a esta forma de representación aplican un mismo conjunto de leyes y estructuras matemáticas y un mismo modo o conjunto de procedimientos de acceso a los objetos, que son identificados colectivamente como los objetos relevantes de investigación.

En la noción de paradigma se mezclan varios aspectos que pertenecen a diversos niveles de la producción de la ciencia. El pensamiento kuhniano derivó progresivamente hacia una mayor preocupación por el lenguaje, algo que no está presente en los libros que le hicieron famoso. Broncano (1998) muestra que, sin embargo, lo que le preocupaba precisamente era la insuficiencia del lenguaje para explicar la práctica de la ciencia, y la necesidad de observar las acciones de los científicos, más que sus palabras, para determinar cómo aplicaban los términos a la realidad.

## **PARADOJA DEL ABUELO**

“Paradoja del abuelo” es el nombre corto dado a las contradicciones que surgirían si las personas pudieran viajar hacia atrás en el tiempo y cambiar los hechos que ya han ocurrido. Como escribe Stephen Hawking “¿Qué le sucede a usted si regresa en el tiempo y mata a su abuelo antes de que su padre fuera concebido?”. Si se admite que esto suceda, entonces usted no habría nacido, y no podría haber viajado hacia atrás en el tiempo para efectuar así las cosas. Los físicos han trabajado mucho para demostrar que el viaje en el tiempo no tiene por qué llevar a tales contradicciones, siempre que todos los objetos obedezcan a las leyes deterministas de la física

(Hawking excluye específicamente el libre albedrío, que por definición es no determinista). Igor Novikov describe en detalle la forma en que se evitan tales contradicciones en algunos escenarios de viaje en el tiempo.

### **PC EN IBEROAMÉRICA**

En las sociedades iberoamericanas, la divulgación de la ciencia y la tecnología es un problema más entre los que estos países han de afrontar en cuestiones de comunicación e información y que han sido estudiados, entre otros, por Antonio Pasquali, Marcelino Bisbal, José Marques de Melo, etc. Hace un cuarto de siglo, el panorama de la divulgación científica en América Latina era desalentador. Según un estudio de CIESPAL (Centro Internacional de Estudios Superiores de Periodismo en América Latina), de los 89 principales diarios investigados, solamente cinco publicaban con regularidad artículos de divulgación científica y trece de ellos no insertaban ningún tipo de material ningún tipo de material educativo ni científico.

En 1985, Josué Muñoz Quevedo señalaba que no existían en Iberoamérica “un diario, una radio o un canal de televisión que no incluyera, al menos una vez por semana, alguna información científica o tecnológica”. En todo caso, el progreso ha sido importante, aunque insuficiente. Los problemas principales se derivan de la falta de ambiente popular hacia la investigación científica. Se origina así un círculo vicioso: no se escribe o se habla más sobre ciencia porque no hay conciencia científica en la sociedad y la sociedad sigue viviendo ajena a estas cuestiones porque los medios informativos, en general y salvo excepciones, no crean el ambiente público imprescindible para que se produzca esta toma de conciencia.

### **PENSAR EN EL PÚBLICO**

Hay que pensar en el público, aprender a dirigirse a la sociedad no desde la suficiencia, sino desde la modestia, saber dar una información inteligente y al mismo tiempo inteligible. Aunque la claridad no puede ser nunca sinónimo de simplificación, sino de calidad comunicativa. Hay que advertir constantemente de los riesgos de la comunicación científica: la trivialidad, la búsqueda desesperada de titulares sorprendentes, el efectismo, la demagogia, la prisa, la confusión entre los ensayos y los resultados reales (I Congreso de Comunicación Social de la Ciencia).

Últimamente se han publicado en castellano cuatro declaraciones cuya lectura interesa a las personas preocupadas por la divulgación del conocimiento en nuestras sociedades:

Conclusiones del I Congreso sobre Comunicación Social de la Ciencia, Granada 1999, con el lema “Comunicar la ciencia en el siglo XXI”..

-Protocolo de Quito, con motivo de la celebración del Encuentro Iberoamericano “El Periodismo Científico en el siglo XXI, una vía para el desarrollo sostenibles” (1999).

-Declaración de Sinaloa, como consecuencia del Encuentro Nacional de Divulgación Científica, en Culiacán, capital del Estado de Sinaloa, México (2000).

-Declaración de Morón, en cuya Universidad se ha celebrado el VII Congreso Iberoamericano de Periodismo Científico (Buenos Aires, 2000).

### **PERIODISMO CIENTÍFICO**

Es una especialidad periodística que consiste en informar y divulgar sobre ciencia y tecnología a través de los medios de comunicación de masas. Este

concepto está relacionado con otros, como **Divulgación científica y Comunicación científica pública** (véanse las respectivas entradas). El concepto de Periodismo Científico tiene algo de confuso y a veces resulta contradictorio, porque sus componentes básicos suelen ser equívocos y con frecuencia anfibológicos: la ciencia, la comunicación, la divulgación. El periodismo científico manifestó su madurez como especialidad informativa y como instrumento de desarrollo y de educación, al celebrarse en Tokio la Primera Conferencia Mundial de Periodistas Científicos (10 -13 noviembre 1992). Hoy, esta especialidad no sólo es una dimensión ineludible de la sociedad tecnológica, sino también un factor de cambio y una parte de la "industria del conocimiento", que produce, distribuye y transfiere información científica y tecnológica. Bajo su influjo se modifican, y a veces se trastornan, conceptos económicos, culturales y sociales, Empieza a abrirse paso en las sociedades actuales la tendencia del progreso de esta joven especialidad informativa, que puede y debe convertirse en instrumento de equidad, justicia y equilibrio entre los seres humanos. El Periodismo Científico debe estar al servicio del conocimiento. Aristides Bastidas, en su columna "La ciencia amena", que publicaba cada día en el diario *El Nacional* de Caracas, escribió que "el periodismo científico sirve para abrimos los ojos". Ya entonces Bastidas salía al paso a las connotaciones de la expresión "Periodismo Científico" y añadía enseguida: "Periodista científico no es un sabihondo sino un profesional de la información que pone el ropaje común de todos los días al oscuro y ahuyentador lenguaje que usan los científicos".

### **PERIODISMO CIENTÍFICO POSTINDUSTRIAL**

Un paso adelante por parte de los medios de comunicación, en el mejoramiento de la relación entre ciencia y periodismo, quizá pueda estar en la ampliación de lo que se considera como información. Existe un umbral de complejidad más allá del cual la opción vital apuesta por la búsqueda de sentido y no tanto por la explicación sobre cómo sucedieron las cosas. Y ello, como sostiene Hawthorn, porque la explicación localiza algo en la realidad mostrando su conexión con otras cosas reales, pero no termina de dar respuesta a la pregunta referida al por qué.

Al explicar adquirimos mayor conocimiento, pero si lo que se pretende es encontrar razón para asuntos humanos rodeados de otros asuntos humanos, que en definitiva esas son las noticias, pronto descubrimos que lo que tenemos que hacer es comprenderlos y darlos a entender, comunicarlos. Si de lo que se trata es de comunicar, es decir, de ofrecer al público información que le ayude a comprender mejor el mundo que le rodea, convendría a los medios, a la ciencia y al público, que se incluya en esa idea de comunicación no sólo la objetividad como criterio, sino también la reflexión, la adecuación a la realidad, la dimensión histórica, entre otras consideraciones. La empresa puede parecer imposible, porque para empezar habría que dilucidar una serie de premisas cognoscitivas y prácticas con las que de hecho funcionan hoy los medios de comunicación. Pero en las actuales circunstancias no iniciar la tarea resulta una acción "suicida" tanto para los medios como para la ciencia, pues la instrumentalización que cada uno puede hacer, y en algunos casos hace el otro, terminaría con la desintegración a los ojos de las personas, de la misma razón de existir: la posibilidad del conocimiento de la realidad (Hidrobo, 1999).

## **PERIODISMO CULTURAL**

El periodismo cultural es una especialidad informativa cuyos objetivos se centran en conseguir una participación creciente de la gente en los bienes de la cultura. El periodismo científico puede ayudar a que se cumpla esta exigencia en el mundo de hoy. El objetivo de estas especialidades informativas de nuestro tiempo es conseguir que el conocimiento, lo más noble del espíritu humano, no sea causa de desequilibrios, desigualdades e injusticias, como casi siempre ha sucedido en la historia.

Uno de los deberes del comunicador es promover el interés por la cultura como patrimonio humano y como bien colectivo, y su enseñanza no puede limitarse a los docentes, ni a los escritores, ni a los artistas, ni a las instituciones y sus funcionarios.

El periodismo es una forma de cultura y la cultura también es o debe ser noticia. En congresos y encuentros recientes el concepto de cultura se ha puesto en relación con la comunicación, y dentro de ella, con el **discurso informativo** (véase entrada). La cultura ha sido considerada como “el universo simbólico en el que se inscribe toda acción comunicativa” (Muñoz González, 1990). El periodismo cultural exige una serie de aptitudes para la difusión del conocimiento, con sentido de la diversión (la cultura no debe aburrir al público).

Una nueva forma de periodismo cultural está surgiendo como especialidad para ir creando una conciencia pública de la gravedad y urgencia de dar a conocer el patrimonio cultural de las comunidades humanas y también para plantear los problemas que plantea su conservación y su difusión.

## **PERIODISMO TECNOLÓGICO Y PRENSA TÉCNICA**

En los últimos años, el hecho más sobresaliente de la prensa tecnológica es el enorme auge que se ha producido en las publicaciones dirigidas a un lector mayoritariamente juvenil o de mediana edad, ya inmerso en la cultura tecnológica de consumo y que, dados sus conocimientos, es ahora el que marca las tendencias en las editoriales. La informática de consumo ha señalado la pauta, con centenares de publicaciones en todo el mundo. Un apartado especial lo constituyen las revistas de videojuegos en sus diferentes plataformas, como refrendo del enorme negocio del ocio informático, y las publicaciones dedicadas a Internet.

En general, la prensa española no cuenta con expertos en tecnología con opinión autorizada, pero tampoco son muchos los que están en condiciones de opinar para el gran público sobre temas científicos. Ahora, los pocos que hablan de tecnología son los políticos y no se trata, precisamente, de una fuente informativa fidedigna e independiente. La palabra innovación está siempre presente en el discurso político, pero habitualmente vacía de contenido. Nuestros medios informativos -prensa, radio y televisión- suelen carecer de sensibilidad para las informaciones de esta naturaleza y en televisión, siguiendo caminos abiertos por los Estados Unidos, ofrecen generalmente noticias con morbo, reality show, teleseries de mensaje blando y los concursos. Como consecuencia, los programas serios han pasado a altas horas de la madrugada o a la programación matinal de mínima audiencia. La información científica y tecnológica suele estar condenada a nichos que de ninguna manera se corresponden con el importante papel que desempeñan en el desarrollo de la sociedad.

En este contexto la prensa escrita, con su capacidad de análisis que utiliza en otros temas, podría cubrir la exigencia de la demanda, pero no ocurre así, y

salvo excepciones honrosas, busca también contenidos más ligeros y menos comprometidos.

### **PERIODISTA CIENTÍFICO**

Las cualidades básicas del divulgador de la ciencia, sea o no periodista profesional, deben moverse entre el afán de comprensión, la curiosidad universal (para satisfacerla personalmente y para suscitar, en sí mismo y en los demás, curiosidades y emociones nuevas), la capacidad de expresión, la sed de conocimientos, el estado de duda, escepticismo y alerta permanente, el amor al misterio, la imaginación (que comparte con el investigador científico), la preocupación por el rigor, la posibilidad de asombrarse y maravillarse, una cierta vocación pedagógica y el gusto por comunicar. A estas virtudes y cualidades, el divulgador deberá añadir la prudencia, en el sentido de respetar las zonas de incertidumbre y los límites de la validez de los conceptos, de evitar considerar como absoluto lo que puede no ser más un modelo transitorio y de tener en cuenta la provisionalidad de la certeza y la verdad en el conocimiento científico.

El divulgador científico ha sido considerado como un intermediario entre el investigador y el público: un investigador hermético casi por naturaleza (aunque el hermetismo se va disolviendo ante los requerimientos y condicionamientos de las sociedades actuales) y un público ignorante también por definición, aunque en ciertos casos pueda saber más el periodista y el científico. Y, como todo intermediario, corre el riesgo de no dejar satisfecho a nadie, ni al público, porque puede no haber entendido la explicación, ni al científico, porque puede pensar que ha sido manipulado o tergiversado.

### **PERIODISTA Y GRAMÁTICA**

El periodista es un codificador: codifica mensajes. Su código es la lengua escrita. Debe, pues, conocer la gramática de este código. Es verdad que todos los hablantes de una lengua la usan sin saber, en la mayor parte de los casos, nada de gramática. Pero ese uso sin conocimiento de la gramática,

- 1 Se da más en la lengua oral que en la escrita;
- 2 No se extiende a especiales complejidades en el uso de la lengua;
- 3 Sólo basta a quienes no deben dar cuenta del uso de la lengua, porque su habla no tiene resonancia social.

El periodista y el escritor o el científico que escriben para el público no se hallan en ninguno de estos tres casos. Estos profesionales deben conocer la gramática de su lengua, pero ni son lingüistas ni gramáticos. Es gente que ha de escribir mucho, de prisa y bien. De ser posible, muy bien: con especial concisión, dinamismo, interés y otras cualidades que se citan al hablar del “estilo periodístico”. Lo que la gramática debe dar a estas personas es una especial **competencia idiomática**; es decir, conocimiento e instinto acerca de todo lo que es posible en la lengua y lo que no es posible.

Importa insistir en que no hay una gramática especial para el periodista. Cuando se habla de “gramática para periodistas” de lo que se trata es de poner la gramática -la única gramática- al alcance del redactor periodístico o de los profesionales indicados (Rodríguez Castelo, 1999).

### **PROBLEMAS DEL PERIODISMO CIENTÍFICO**

Los problemas del Periodismo Científico se derivan de las palabras clave que confluyen en esta actividad: ciencia, comunicación y sociedad, y podrían

esquematzarse en el cuadro siguiente:

#### PROBLEMAS DE LA CIENCIA

- 1 Extensión y complejidad
- 2 Aceleración histórica del conocimiento
- 2 Oscuridad en la expresión científica

#### PROBLEMAS DE LA COMUNICACIÓN

- 3 Saturación informativa
- 4 Sensacionalismo
- 5 Responsabilidad de los medios
- 6 Descodificación del mensaje
- 7 Credibilidad
- 8 Educación para la comunicación

#### PROBLEMAS DE LA SOCIEDAD

- 9 Foso entre ciencia y público
- 10 Desinterés de la gente hacia la ciencia
- 11 Falsas ciencias

#### PROBLEMAS DEL PERIODISMO CIENTÍFICO

- 12 Fuentes
- 13 Lenguaje
- 14 Géneros periodísticos
- 15 Ética
- 16 Formación profesional
- 17 Conflictos entre científicos y periodistas

#### **PROBLEMAS EN AMÉRICA LATINA**

En Iberoamérica, la escasez de periodistas especializados en información científica preocupa a las instancias más sensibilizadas hacia la educación popular y el desarrollo integral de sus sociedades. Para conseguir los objetivos que permitan resolver esta situación, en congresos y reuniones se ha aconsejado lo siguiente:

1. Atender a las necesidades más apremiantes, que consisten en capacitar personal docente de las facultades de ciencias de la comunicación y en las instituciones y organizaciones de científicos para que estén en condiciones de ejercer como profesores de Periodismo Científico. Una vez preparado este personal, debe gestionarse la creación de cátedras de Divulgación Científica en escuelas y facultades.
2. Conformar las redes de instituciones regionales o nacionales, tal como han sido previstas por Colombia en sus centros de popularización de la ciencia.
3. Establecer más museos interactivos de ciencia y tecnología que sirvan de base a las actividades juveniles de popularización de la ciencia.
4. Poner en marcha programas nacionales -o mejor regionales- de actividades científicas para niños y jóvenes, que complementen la educación formal, y en el marco de las cuales se puedan crear clubes de ciencias para desarrollar actividades como seminarios, excursiones botánicas y geológicas, olimpiadas matemáticas, ferias de la ciencia y foros y talleres científicos y tecnológicos.

Lo mucho que se ha avanzado hasta ahora en el planteamiento de los problemas de comunicación de la ciencia al público, no es apenas nada si se considera lo que falta por hacer, esa inmensidad de cuestiones que afectan a las relaciones entre ciencia y comunicación, a sus interacciones con la educación, la cultura, la economía, la política, la convivencia y, en general, a cualquier actividad humana que pueda significar relaciones entre personas con objetivos de ayuda mutua y enriquecimiento cultural.

### **PROGRAMAS MOVILIZADORES COMUNES**

Como consecuencia del contenido del presente diccionario, surge la necesidad de una serie de acciones a cargo de las asociaciones en las participarían las asociaciones de periodistas y escritores científicos, las asociaciones de científicos, los museos interactivos y centros de ciencia, y, en general, cualquier tipo de personas o instituciones interesadas en estos temas. Parece imponerse, sobre todo, el planteamiento y el desarrollo de programas movilizados que permitan a nuestras sociedades beneficiarse del trabajo de unos divulgadores científicos capaces de acercar al pueblo el conocimiento y familiarizarle con las grandes cuestiones sobre el impacto de la ciencia y la tecnología y puedan cumplirse los objetivos siguientes:

- 1 Creación de una conciencia pública sobre el valor de la educación, la ciencia y la tecnología en el progreso intelectual y material de individuos y sociedades.
- 2 Estudio y análisis de las distorsiones que se producen en la práctica del Periodismo Científico y de la divulgación del conocimiento al público.
- 3 Estímulo a los medios de comunicación para que ofrezcan una "información formativa" como instrumento de acceso de las masas a la ciencia y la cultura.
- 4 En los países de habla española, debe establecerse una cooperación para difundir un léxico científico y tecnológico común, destinado principalmente a hacer efectiva la aspiración de constituir una comunidad de libre circulación de la información científica en nuestra lengua; intentar que nuestros países dejen de ser sólo consumidores de información en estos campos, y desarrollo de la información electrónica como sector de gran potencial económico, cultural y social.

### **PROGRESO**

En concepto de Progreso es relativamente moderno. Durante la Edad Media y el Renacimiento dominó la teoría de que los grandes maestros de la Antigüedad eran insuperables. Cualquier teoría nueva tenía que apoyarse en una demostración de que aquello, aunque mal entendido, había sido dicho antes por Aristóteles, Euclides o la autoridad de turno. Francis Bacon (1561-1626) fue uno de los primeros en lanzar la idea revolucionaria de que los grandes hombres del pasado no sabían necesariamente más que el hombre actual. Esta idea abrió caminos al concepto de Progreso y fue apoyada posteriormente por René Descartes (1596-1650) y Bernard de Fontenelle (1657-1757).

En el siglo XVIII surgió la teoría del Progreso Indefinido, que pareció haberse impuesto en el siglo XIX (Hegel y Augusto Comte) y después con Darwin y Karl Marx, que sostienen que la evolución es automática e inevitable. En su forma evolucionista, el principio del Progreso Indefinido se plasmó, al empezar el siglo XX, en una forma mítica de indudable atractivo, que aunque

prácticamente desterrada del acervo científico, ganó la imaginación popular, con George Bernard Shaw, H.G. Wells y otros. Vinieron luego las reacciones ante este concepto de progreso. El biólogo británico J.B.S. Haldane afirmó que por cada caso de progreso hay diez de degeneración. Actualmente, se empieza a extender un estado de opinión desfavorable a la ciencia en general, junto con críticas al método científico e incluso amenazas a la ciencia (Alfonseca, 1999).

## **PROTEÍNAS**

Polímero compuesto de una secuencia de aminoácidos. La mayoría de las micromoléculas presentes en los organismos (enzimas, elementos estructurales, anticuerpos, hormonas, etc) son proteínas. Las proteínas constan de una "columna vertebral" de elementos repetitivos de los aminoácidos, engarzados entre sí mediante enlaces, y la consiguiente serie de cadenas laterales distintas. Cada Proteína está plegada y doblada de una intrincada forma tridimensional, que le permite llevar a cabo su función catalítica o estructural. Las proteínas se ensamblan en los ribosomas como secuencias lineales de aminoácidos, siguiendo las instrucciones genéticas aportadas por el RNA mensajero.

## **PROYECTO GENOMA HUMANO**

La meta del Proyecto Genoma Humano es nada menos que determinar la ubicación precisa y los detalles moleculares de todos los genes y segmentos de interconexión que constituyen los cromosomas humanos. Los genes son las subunidades cromosómicas en las cuales se encuentra el código que determina mucho más que nuestro color de cabello y ojos, nuestro sexo o estatura. Son la causa directa de muchas enfermedades y regulan nuestra propensión al cáncer, a los ataques al corazón o a la enfermedad de Alzheimer... De hecho, los humanos nos vemos afligidos por más de 3.000 enfermedades hereditarias conocidas. Hemos identificado al gen responsable de menos del 3% de éstas. El término genoma se refiere a todo el material genético en los cromosomas de un organismo particular.

¿Qué ocurre en una célula viviente? La respuesta es engañosamente simple: miles de reacciones químicas, conocidas también como metabolismo. Si pudiéramos situarnos sobre la membrana celular y observar la vida de la célula en acción, seríamos testigos de una cantidad sorprendente de rápidas interacciones químicas. Pero no sería la química del tubo de ensayo o de la mesa de laboratorio. Sería la propia química de la vida, un torbellino de moléculas en movimiento, aparentemente aleatorio, pero bajo un examen detenido, extraordinariamente ordenado, un mar químico dinámico y autorregulado.

Para muchas de las mentes científicas más brillantes de hoy, la oportunidad de traducir el lenguaje del ADN -la molécula que en un sentido real controla toda la vida- en palabras que podamos entender, es irresistible.

## **PSICOLOGÍA**

En *La sombra de la mente* (1994), Roger Penrose se formula unas preguntas razonadas e inquietantes: ¿Cuál es el campo de acción de la ciencia? ¿Son solamente los atributos *materiales* de nuestro universo los que son abordables con sus métodos, mientras que nuestra existencia *mental* debe quedar para siempre fuera de su alcance? ¿O podríamos llegar algún día a una comprensión científica adecuada del oscuro misterio de las mentes? ¿Es



el fenómeno de la consciencia humana algo que está más allá del dominio de la investigación científica, o podrá la potencia del método científico resolver algún día el problema de la propia existencia de nuestro yo consciente?

La psicología estudia los principios y procesos que rigen la conducta y el conocimiento de los organismos, con especial referencia al ser humano. Uno de sus rasgos característicos es que puede concebirse al mismo tiempo como una ciencia social o humana y como una ciencia biológica. En psicología, y también en otras ciencias humanas, la relación entre ciencia, por un lado, y supersticiones, creencias, intuiciones o sentido común, por el otro, resulta más compleja. Y ello porque el psicólogo, al estudiar el comportamiento de otras personas, puede emplear todo lo que intuitivamente sabe de él mismo en sus estudios. El objeto de este estudio (personas) coincide pues con el sujeto que lo realiza (también una persona). Esto no ocurre con la física, la química o la biología.

Un problema que no es de los divulgadores sólo, sino principalmente de las propias ciencias humanas, que, según el profesor Pinillos, "están pidiendo a gritos un lenguaje que permita asomarse a este mundo que el hombre lleva dentro de sí y que no es el mundo de silencios y fantasmas que se dice" (Pinillos, 1988).

### **PSICOLOGÍA Y PERIODISMO**

Debe tenerse en cuenta hoy la importancia de las cuestiones relativas a psicología y psiquiatría en cuanto a su explicación y su difusión en los medios informativos. En lo que se refiere a la psicología, ya Bertrand Russell observó que nuestro conocimiento de la psicología no se utiliza al máximo de sus posibilidades para resolver el antiguo problema que consiste en saber cómo pueden los hombres vivir juntos y en paz. No parece que la situación actual sea mejor, pero tales temas se abordan ahora en mayor número, y generalmente con más calidad, en los medios informativos.

La psicología estudia los principios y procesos que rigen la conducta y el conocimiento de los organismos, con especial referencia al ser humano. Uno de sus rasgos característicos es que puede concebirse al mismo tiempo como una ciencia social o humana y como una ciencia biológica. En psicología, y también en otras ciencias humanas, la relación entre ciencia, por un lado, y supersticiones, creencias, intuiciones o sentido común, por el otro, resulta más compleja. Y ello porque el psicólogo, al estudiar el comportamiento de otras personas, puede emplear todo lo que intuitivamente sabe de él mismo en sus estudios. El objeto de este estudio (personas) coincide pues con el sujeto que lo realiza (también una persona). Esto no ocurre con la física, la química o la biología.

### **PUBLICAR**

Fue Tomás Moro el primero que usó la palabra "publicar" para describir una de sus actividades literarias. Aunque se habla de publicación de trabajos antiguos y medievales, realmente las cosas no eran así. La producción de copias se hacía manuscrita y aunque imaginamos a librerías que producen múltiples copias del mismo autor, el mercado apenas llegó más allá del alcance de aquél. El autor del libro manuscrito seguía siendo el responsable de lo que había escrito y el libro en sí mismo era una producción personal. No había divorcio entre lo privado y lo público.

Fue la imprenta la que hizo posible tal divorcio. El acto de la escritura pasó a ser entonces "algo privado", por decirlo así, mientras que a la vez el acto de

hacer públicos los resultados para todos cambió para siempre las condiciones del discurso. Ahora se empezaba a trabajar en silencio y reserva para pulir las palabras, distribuidas luego por el mundo que le conocía a uno sólo por el libro. Había nacido el "autor". No es que no existieran antes las cualidades de la autoría, pero el papel reconocido del autor y su separación de las palabras que se difundían para representarlo ante un amplio público de desconocidos, fueron fenómenos que adquirieron nueva intensidad con la introducción de la imprenta. En lo que se refiere a los escritores, en ninguna parte como en el ciberespacio el discurso particular llega hoy hasta un público más amplio y de forma más instantánea (James O'Donnell).

## **PÚBLICO**

La voz "público", como sustantivo, vinculada hoy estrechamente al periodismo y a sus especialidades informativas, tiene en el siglo XVIII una trayectoria muy compleja, y a lo largo de la centuria se va enriqueciendo de significados y adquiere matices nuevos, que finalmente acaban dando a su uso un sentido ambiguo, para referirse, sobre todo, a una masa anónima de receptores efectivos o potenciales en que piensa todo creador y cuyo ajuste semántico explica las dificultades de los contemporáneos para fijar con exactitud el sentido del vocablo (Fuentes, 1990).

La presencia de la ciencia y la tecnología en las sociedades contemporáneas suele llevar a dos actitudes extremas:

1. Fe ciega en el progreso científico para resolver cualquier problema y convicción de que basta con la ciencia para mejorar el mundo.
2. Actitud contraria a la anterior: reservas absolutas sobre la ciencia y la técnica, que no son capaces de resolver ningún problema de nuestro tiempo ni de nuestra especie.

Como se desprende de ambas actitudes, rígidas y poco realistas, la certeza podríamos encontrarla en un término medio, ya que, si bien no puede discutirse la influencia decisiva de la ciencia en nuestra vida individual y social, ésta no basta para resolver los problemas, y, por el contrario, algunos de los males de nuestro tiempo pueden resolverse con la ayuda de la ciencia y la técnica.

## **¿QUIÉNES SOMOS?**

De la formidable energía liberada por el big bang nació también la materia, una íntima fracción de segundo después de la explosión primordial. Qué pasó antes, nadie lo sabe. Pero sí sabemos que la vida actual comenzó en el corazón de las estrellas. Es en tales enormes reactores de fusión donde se han fabricado los elementos necesarios para la vida: el oxígeno, el carbono, el nitrógeno y los elementos pesados como el hierro. La frase "somos polvo de estrellas", que era una figura poética, se ha convertido en una afirmación científica. Estamos constituidos por elementos químicos elaborados en los crisoles estelares y lanzados al espacio por las supernovas.

No somos más que una ramita diminuta de un árbol que incluye, al menos, un millón de especies de animales; pero nuestro único gran invento evolutivo, la conciencia (un producto natural de la evolución, integrado en un marco temporal carente de méritos especiales), ha transformado la superficie de nuestro planeta. (Gould, 1995).

"Yo soy un conjunto de agua, de calcio y de moléculas orgánicas llamado Carl Sagan. Tú eres un conjunto de moléculas casi idénticas, con una etiqueta colectiva diferente. Pero, ¿es eso todo?."

"Estamos constituidos principalmente por agua, que apenas cuesta nada; el carbono se valora en forma de carbón; el calcio de nuestros huesos en forma de yeso; el nitrógeno de nuestras proteínas en forma de aire (también barato); el hierro de nuestra sangre en forma de clavos herrumbrosos. Si sólo supiéramos esto, podríamos sentir la tentación de reunir todos los átomos que nos constituyen, mezclarlos en un gran recipiente y agitar. Podemos estar haciéndolo todo el tiempo que queramos. Pero al final lo único que conseguiremos es una aburrida mezcla de átomos. ¿Qué otra cosa podríamos esperar?

Hemos aprendido que somos a la vez testigos y participantes efímeros en un proceso de evolución comenzado hace miles de millones de años y que engloba a la naturaleza entera. Sabemos también que el ser humano no ha existido siempre. En las escalas de tiempo de la astronomía, su aparición es muy reciente. Emerge de una larga serie de antepasados entre los cuales reconocemos las células primitivas, los metazoarios, los peces, los anfibios, los reptiles, los mamíferos y los primates. El cerebro de nuestros antecesores de hace dos millones de años era, como promedio, tres veces más pequeño que el nuestro (Reeves, 1997).

## **QUIMICA**

La rama básica del dominio del hombre sobre su vida y su salud es esta ciencia y gracias a ella la medicina ha realizado progresos sensacionales. Hoy, la síntesis de los medicamentos permite, por ejemplo, reducir la tensión arterial, regular la actividad del sistema cardiovascular, etc. La química y la ingeniería se combinan para desarrollar órganos artificiales que permitan realizar transplantes y los cirujanos se valen también de productos químicos, del mismo modo que las restantes especialidades de la medicina.

El 16 de abril de 2002 se firmó en Madrid la Declaración de la Química: ¿Cómo se alimentarán los más de 9.000 millones de habitantes que poblarán la Tierra en el año 2050? ¿Cómo erradicaremos las enfermedades actuales y aquellas que aún no conocemos? ¿Cómo podrá cada uno de los hombres y mujeres que habitan en este planeta, alcanzar un nivel y una calidad de vida suficientemente dignos? Sin duda será la Química, a través de sus científicos, investigadores, educadores, empresarios y trabajadores, la que aportará respuestas a estos y otros interrogantes.

La química ha sido llamada no sólo una de las reinas de la ciencia, sino el más bello juego de escondite entre el ser humano y la naturaleza. Una parte considerable de la calidad de vida actual se debe a la química, aunque su mal uso ha creado algunos problemas. Hoy es posible comprender la vida desde esta ciencia, y descifrar la química del universo. Es una disciplina sorprendente y ha ayudado a la humanidad a saber de qué se compone el mundo en que vivimos, cómo han progresado los organismos desde que eran menos que bacterias y ha permitido a la inteligencia humana repetir la naturaleza y crear materiales que no existían en ella.

## **RADIACIÓN**

Alrededor de 1900 se discutía vigorosamente la índole de una variedad de "rayos" descubiertos hacía poco. ¿Eran como la luz y las recientemente descubiertas ondas hertzianas? ¿O se trataba más bien de lluvias masivas de partículas? Hacia 1910, la cuestión estaba resuelta: los rayos catódicos y los rayos beta emitidos por los átomos radiactivos están formados por electrones; los rayos alfa, por núcleos de helio: los rayos X son

perturbaciones ondulatorias del campo eléctrico, como la luz, pero de mucho más alta frecuencia. Desde entonces, el término *radiación* se usa como denominador común de toda energía propagada por esta vía y sólo se agrega el adjetivo *electromagnética* en contextos en que sea necesario distinguirla de la *radiación gravitacional* predicha por la *teoría general de la relatividad*. La radiación electromagnética toma diversas formas con muy distintos efectos: señales de radio y de televisión, rayos infrarrojos, luz, rayos ultravioleta, rayos X, etc.

## **RADIO Y CIENCIA**

El transistor, la miniaturización y los resultados tecnológicos de la exploración del espacio han fortalecido el poder difusor de la radio, la universalidad y la ubicuidad, y le han devuelto la competitividad que parecía haberle sido arrebatada por la televisión. Por otra parte, es el único medio compatible con otros quehaceres y por tanto permite el tipo de actividad simultánea con otras tareas. La prensa, la televisión y el cine exigen atención excluyente. La radio carece de esta limitación y ello la convierte en compañía permanente, en cualquier lugar y a cualquier hora.

El aspecto negativo de la radio, en lo que se refiere a la difusión de la ciencia, es su problema para llegar a todos los oyentes y la exigencia de un mejor uso del idioma.

Para el periodista francés Nicolás Skrotzky, la radio ofrece gran número de posibilidades para divulgar la ciencia y la tecnología. La más simple, vinculada a la actualidad, es preguntar a los especialistas. Los debates, las mesas redondas, los coloquios, constituyen también excelentes instrumentos de divulgación e información.

La fórmula para programas de radio es, a juicio de expertos iberoamericanos, está formada por las palabras siguientes: inteligibilidad, corrección, relevancia y atracción.

## **REALIDAD VIRTUAL**

“Una de mis quejas sobre la realidad es que no se puede estar seguro de que esté realmente ahí. Se puede contemplar un árbol desde la ventana y tener la sensación de que ocupa tres dimensiones, pero no se puede afirmar, con plena confianza, que sea así. Si la realidad física no estuviera realmente ahí, alguien debe estar trabajando muy duro para dar la impresión de que sí”, afirma Robert Wright. La tecnología de la realidad virtual parecería contradecir ambos conceptos.

Lo virtual no es lo opuesto a lo real y tiene poca afinidad con lo falso, lo ilusorio o lo imaginario. Esta tecnología está llamada a favorecer los procesos de creación y abrir puentes y horizontes. El reto es triple: filosófico (el concepto de la virtualización), antropológico (la relación entre los procesos de hominización y la virtualización) y sociopolítico (comprender la mutación contemporánea para tener una oportunidad para convertirse en actor de ella). La virtualización puede definirse como el movimiento inverso a la actualización. La actualización iba de un problema a una solución. La virtualización pasa por la solución dada a un (otro) problema.

Las empresas, por ejemplo, hacen uso masivo del teletrabajo y tienden a sustituir la presencia física de sus empleados en sus mismos locales por la participación en una red electrónica de comunicación y a usar recursos informáticos que favorecen la cooperación. El centro de gravedad de la empresa no es ya un conjunto de establecimientos, de puestos de trabajo y

de reparto del tiempo, sino un proceso de *coordinación* que redistribuye, siempre de un modo diferente, las *coordenadas* espacio-temporales del colectivo de trabajo de cada uno de sus miembros,

## RECURSOS

Para escribir sobre ciencia para el público es necesario conocer bien el idioma y algo sobre el lenguaje científico. Algunos de los recursos para explicar conceptos y hechos de la ciencia son la *metáfora*, la *analogía*, la *transposición*, la *parábola*, la *ironía*, la *paráfrasis*, la *paradoja*, etc. Hay metáforas y paradojas muy válidas para la explicación de los hechos científicos. En nuestra literatura y también en la de otras culturas, existen ejemplos de espléndida utilización de estos recursos, incluso a veces para la divulgación del conocimiento.

La analogía es el establecimiento de una relación de semejanza. La metáfora, el traslado de sentido por sustitución analógica. La paráfrasis es una explicación o interpretación amplificadora de un texto para hacerlo más claro e inteligible. La paradoja es algo que va contra la opinión común o de lo establecido. Se trata de una idea extraña o singular, al menos en apariencia, una aseveración inverosímil o absurda, que se presenta con apariencias de verdadera, y también consiste en el uso de expresiones o frases contradictorias. La transposición, como recurso de la divulgación científica, consiste en trasladar hechos o conceptos a otras áreas del pensamiento o de la acción, y a conceptos o magnitudes familiares para quien lee o escucha y que le ayudan a la comprensión.

Algunos de los recursos gráficos son la fotografía, el dibujo y la infografía, que en los últimos años ha experimentado un crecimiento espectacular. El ordenador (computadora) es un elemento esencial para presentar las combinaciones de textos e ilustraciones de modo rápido y asequible

## RELATIVIDAD

En la física y en la filosofía de la ciencia, este término -usado a veces con mayúscula- designa las dos teorías de Einstein conocidas como *teoría especial de la relatividad* y *teoría general de la relatividad*. El adjetivo *relativista* se aplica a los relacionados con una de estas teorías o con ambas (por ejemplo, “masa relativista”, “cosmología relativista”, “literatura relativista”) y, por lo tanto, no tiene en el presente contexto con el llamado relativismo axiológico o epistemológico.

La teoría especial de la relatividad debe su nombre a que adopta sin restricción alguna el clásico principio de relatividad, según el cual todos los marcos de referencia inerciales son dinámicamente equivalentes y no se puede distinguir a uno de ellos como estándar de reposo absoluto. Se la apellidó “especial” para distinguirla de la teoría de la gravitación que Einstein llamó “teoría general de la relatividad”. La teoría especial de la relatividad responde a una dificultad que afrontaba la electrodinámica clásica.

Einstein pudo conciliar los postulados aparentemente incompatibles gracias a su examen crítico de la variable *tiempo* que figura en las ecuaciones de la física. Hasta comienzos del siglo XX se pensaba que todos los relojes medían, mejor o peor, el transcurso de un mismo tiempo absoluto, en el que se suponía que vivimos y nos movemos y somos. Las teorías de Einstein pusieron fin a esta creencia. A la luz de ellas, es claro que cada reloj solo puede medir el tiempo propio. Según estas teorías, si los relojes miden bien lo que tienen que medir, esto es, el tiempo propio de cada uno, es inevitable

una discrepancia cuya magnitud predicha es aproximadamente igual a la observada.

## **REPORTAJE CIENTÍFICO**

El reportaje periodístico constituye un instrumento decisivo para difundir la ciencia al público. En último término, el reportaje es una información documentada y personalizada y ello le confiere gran utilidad en la información y en la divulgación de la ciencia y la tecnología, y los avances del conocimiento, especialmente la física, la química, la biología, la cosmología y la electrónica brindan ocasiones excelentes al periodista o al científico interesados en la divulgación.

El reportaje de investigación, interpretativo, “en profundidad” o novelado puede tener un uso positivo en la información científica. Algunos autores hablan de reportaje *demostrativo, descriptivo, narrativo, divulgador y de entretenimiento*. Se han propuesto los siguientes pasos para la elaboración de un reportaje:

- 1 Proyecto
- 2 Recolección de datos
- 3 Clasificación y ordenamiento
- 4 Conclusiones
- 5 Redacción definitiva

Las técnicas más apropiadas para la elaboración de un reportaje son las siguientes:

- 1 Observación
- 2 Investigación documental
- 3 Entrevistas
- 4 Mapas, cuadros, tablas y otros recursos gráficos
- 5 Selección de materiales
- 6 Estadísticas

Para elaborar reportajes científicos es necesario tener en cuenta las exigencias del género: predominio de la forma narrativa, humanización del relato, textos de naturaleza impresionista y objetividad y confirmación de los hechos que se cuentan (Sodré y Ferrari, 1986).

## **RETORICA CIENTÍFICA**

¿Existe un conjunto de principios que nos sirvan para predecir si una comunicación tendrá el efecto deseado sobre un receptor específico? Estos principios son los que los retóricos de los tiempos antiguos trataron de descubrir, y durante siglos los estudiantes aprendieron sus “reglas de retórica”. Actualmente, la investigación de la comunicación está haciendo posible descubrir principios retóricos basados en el análisis científico y sobre los cuales podemos tener más confianza de la que podíamos tener en algunos principios antiguos. Platón definía la retórica como “la conquista de las mentes de los hombres, por medio de las palabras”. Para Aristóteles, la retórica era “la facultad de discernir los medios posibles de persuasión en cada caso particular”.

Hoy, la nueva retórica se ocupa también del proceso de persuasión y, como la retórica de Aristóteles, trata de la descripción objetiva y del análisis de los procesos de la persuasión y, como la de Aristóteles, se basa en la psicología. Pero, a diferencia de la retórica aristotélica, dispone de un cuerpo sustancial de información sobre el comportamiento humano proporcionado por la ciencia

moderna de la psicología al cual recurrir. De hecho, podría decirse con más propiedad que una parte sustancial del conocimiento psicológico presente en el comportamiento social humano consiste en el conocimiento acumulado sobre los efectos de las comunicaciones persuasivas (Nathan Maccoby, 1963).

## **REVOLUCIÓN CIENTÍFICA**

La palabra “revolución” denotaba en astronomía la vuelta completa que dan los astros, con diversos períodos, alrededor del polo celeste. A comienzos del siglo XVIII Fontanelle se refirió con ella al vuelco completo que habían tenido las matemáticas durante el siglo anterior y pronto se la usó asimismo para designar los grandes cambios que estaban ocurriendo en las ciencias naturales. Empleada también a veces para referirse a cambios de gobierno, adquirió la connotación de cambio político radical y violento que primordialmente tiene hoy. Hasta mediados del siglo XX se entendía comúnmente por *revolución científica* el paso decisivo que habrían dado Copérnico (o más bien Kepler) en astronomía, Galileo (¿ fue Newton) en mecánica, Lavoisier en química, y en virtud del cual cada una de estas disciplinas se habían deshecho de golpe del lastre de enfoques erróneos y métodos extraviados heredado de la Edad Media, y emprendido de una vez por todas lo que Kant llamó “la marcha segura de una ciencia”.

El libro de Kuhn *La estructura de las revoluciones científicas* (1962) difunde una visión de la historia de las ciencias que entiende de un modo muy diferente la índole, envergadura y durabilidad de una revolución científica. Según Kuhn la investigación científica se desenvuelve en cada especialidad de acuerdo con un paradigma aceptado por la comunidad de los científicos practicantes en ese campo; la acumulación de anomalías no resueltas por la “ciencia normal” gobernada por ese paradigma da lugar a la creación de un nuevo paradigma capaz de superarlas, el cual, si es aceptado por la comunidad, desplaza y sustituye al anterior.

Se ha pretendido ver el reemplazo de la mecánica newtoniana por la mecánica relativista a partir de 1905 y por la mecánica cuántica desde 1925. Pero la idea de revolución científica se aplica también a avances revolucionarios en otros campos del conocimiento, como la hipótesis de Wegener sobre el movimiento de los continentes.

## **REVOLUCIÓN INDUSTRIAL**

“Revolución industrial” es el término generalmente aplicado al conjunto de cambios económicos implicados en la transformación de una economía preindustrial, de corte tradicional, y caracterizada por una productividad baja y tasas de crecimiento generalmente estancadas, en una fase moderna e industrializada del desarrollo económico, donde el producto per cápita y el nivel de vida son relativamente altos y el crecimiento económico es normalmente sostenido. Se ha especificado la naturaleza de esta transformación diciendo que se compone de un conjunto de cambios interrelacionados en la organización económica, la tecnología y la estructura industrial, asociados, como causa y efecto, con un crecimiento sostenido de la población y del producto total y del producto per cápita.

Las transformaciones en la organización económica son de tipos principales: 1) un cambio general, aunque gradual, de una unidad de producción autosuficiente, basada en la familia, a una forma de empresa capitalista e impersonal que produce para el mercado, con la ayuda de fuerza de trabajo

remunerada, desempeñando tareas especializadas y operando con un costoso equipo de capital, y 2), la evolución de un mercado nacional o internacional para bienes finales. materias primas y factores de producción, donde algunas de las decisiones fundamentales y de mayor alcance respecto a la producción y al consumo las toman instituciones económicas especializadas (por ejemplo, bancos, sociedades anónimas, sindicatos, etc. Estos son los desarrollos organizativos que sirven de base a las masivas transformaciones en la escala de la actividad económica y de la empresa, requeridas por un crecimiento sostenido y hechas posible por el progreso técnico (Deane, 1981).

## **ROBÓTICA**

El primer robot industrial fue concebido en Estados Unidos en 1954. En 1962 apareció el primero en la industria y su utilización propició en número creciente de aplicaciones para sustituir al ser humano en tareas arduas, repetitivas o peligrosas, en procesos industriales y en las fábricas. La primera generación fue diseñada para realizar operaciones sencillas, lo que permitió que los sistemas robóticos empezaran a adaptarse a las condiciones variantes de su entorno de trabajo.

La introducción de la inteligencia artificial en la robótica ha permitido crear sistemas capaces de tomar decisiones inteligentes, a partir de los datos facilitados por sus sistemas sensoriales y de su capacidad de interpretar mensajes. La utilización de robots en los procesos de fabricación ha abierto el camino hacia el desarrollo de la fabricación flexible, cuyos principales logros se han producido en el incremento de la productividad y de la calidad y reducción de costes. La fabricación flexible e integrada está modificando decisivamente los procesos convencionales de fabricación.

Simultáneamente con la *robótica industrial* se está desarrollando una *robótica de servicios*. El robot de servicios, dotado de movilidad, sistemas sensoriales y con actuaciones específicas en cada aplicación, está destinado a reducir el esfuerzo y el trabajo de hombres, instalaciones y dispositivos. Sus campos de aplicación son mantenimiento, transporte, limpieza industrial, seguridad, construcción civil, agricultura, trabajos submarinos o espaciales, servicios hospitalarios, etc. En el futuro, la robótica será una de las tecnologías clave para el desarrollo industrial y de servicios en el mercado mundial,



## **SABER**

Saber, es decir, es tener conocimiento, es comprender intuitivamente la relación entre lo que uno sabe y lo que hace. Ahí parece estar una de las máximas dificultades. Nuestras acciones sólo se relacionan con diminutas y estrechas bandas de información especializada, basadas de ordinario en una falsa idea de medida más que en el conocimiento -en la comprensión- del cuadro en conjunto. El resultado es que en aquellas cosas en que una mujer o un hombre inteligentes adoptarían una actitud dubitativa y avanzarían cautelosamente, nuestras ingentes y especializadas élites tecnocráticas se escudan en una certidumbre de carácter infantil. Sea lo que sea lo que nos vendan, para ellos es la verdad absoluta.

La verdad no está en el mundo real, sino en las mediciones que efectúan los profesionales. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que novelistas, dramaturgos, filósofos, profesores, maestros, periodistas..., no tienen ningún derecho de propiedad sobre el lenguaje. No les pertenece. Tal vez posean alguna preparación especial, algún talento o ambas cosas. Tal vez las posean en grado notable. Pero no por ello son más que los genios de la diseminación del saber.

El saber -una vez transmitido como una muestra de creatividad, un argumento intelectual, un mecanismo para proporcionar una habilidad o una simple información- puede llevar a un aumento del conocimiento ( Ralston, 1997).

## **SELECCIÓN NATURAL**

La selección natural ejerce su poder mediante la reproducción. Le da igual lo que suceda en el organismo después de que éste haya cumplido con su deber de transmitir los genes. Éstos, en su trayecto hacia las generaciones futuras, han fabricado vehículos de una calidad cada vez superior a costa, de vez en cuando, de su longevidad sin que esto constituya una regla. A veces, el triunfo reproductivo de algunas especies aumenta con la edad, como por ejemplo, con las aves. En cambio, ningún mamífero escapa al envejecimiento y a la muerte. Los genes de la muerte no se han programado en razón de su utilidad. Es la gran lección de la evolución: nos reduce a no ser más que instrumentos ciegos de nuestros genes, pero, a ese precio, hace que la muerte sea inútil.

La educación de los humanos, como su relación con la cultura, no puede reducirse a una mera acción del medio sobre sus neuronas porque supongan, además de la transmisión o de la tradición, una apropiación siempre más o menos *crítica*, una reflexión siempre en cierto modo distanciada, en suma, una cierta *libertad*. ¿Cómo puede retener la selección natural las variaciones, suponiendo que todas ellas se produzcan al mismo tiempo? El descubrimiento de genes específicos responsables del desarrollo de conjuntos de elementos orgánicos y de las funciones que los acompañan suministra hoy días una explicación satisfactoria (Luc Ferry y Jean-Didier Vincent, 2001).

## **SEMIOTICA**

Para algunos es el nombre de aquella doctrina de los signos que permite hablar de todo sin decir nada, y cuyas abigarradas preferencias terminológicas no responden, como en otras áreas del conocimiento, a requerimientos conceptuales y metodológicos, sino al simple capricho o a un prurito oscurantista; para otros, igualmente desconocedores del desarrollo teórico y analítico de la semiótica, esta constituye la inteligencia artificial de las cosas ya conocidas, o una moda cultural del París de los 60, o tan sólo

una etiqueta legitimadora de cierta *culturología snob*.

Lo cierto es que la reflexión sobre los sistemas de significación, cuyas primeras divulgaciones resultaron sugerentes, aunque intuitivas, se ha desarrollado en los últimos quince años por cauces de rigor y de especialización que acaso deseaban sus padres fundadores, pero que, para bien o para mal, inspiran menos aproximaciones literarias. La semiótica actual no se ocupa de signos, ni está de moda, ni constituye ya una etiqueta negra de la crítica cultural. Asistimos hoy a una preocupación por el texto, concebido como aparato semiótico en el que se fija más en lo que los signos *hacen* que en lo que los signos *representan* en la actividad textual (donde los signos se reconocen y se construyen).

El texto como objeto permite por un común interés la convergencia de distintas disciplinas, desde la sociología, la sociología lingüística y la psicología social a la teoría de la información, a la teoría de la comunicación, etc.

### **SINGULARIDAD**

Un concepto matemático inspiró el uso tradicional del término *singularidad* en las teorías físicas de campos. Este modo de hablar se extendió naturalmente a los campos gravitatorios de la teoría general de la relatividad. Se busca una definición de *singularidad* en un espacio tiempo relativista que eluda las dificultades encontradas hasta ahora. En el glosario de su libro *Historia del tiempo* Stephen Hawking llama "singularidad" al punto en el cual el espacio-tiempo se curva infinitamente y llega a un fin. La teoría de la relatividad general predice que las singularidades pueden existir en el universo como puntos de densidad infinita.

### **SISTEMAS**

Los objetos que estudia la termodinámica se llaman *sistemas*. Un sistema es cualquier cuerpo o conjunto de cuerpos, separado del exterior por una superficie cerrada, real o imaginaria. Un sistema puede estar de muchas formas, que se llaman *estados* y que caracterizan por diversos parámetros, denominados *variables termodinámicas*. En el caso más sencillo de un cuerpo homogéneo, el volumen, la densidad y, en general, cualquier propiedad medible o calculable, es una variable del sistema.

Un sistema cambia de estado si se modifica alguna de las variables que lo definen. Si todas las variables permanecen constantes, el estado no cambia, pero hay que distinguir entre estados estacionarios y estados de equilibrio. En un estado estacionario, las variables no cambian porque hay condiciones externas que mantienen algún proceso a ritmo constante. Una máquina térmica en funcionamiento normal, o un animal adulto en reposo, son sistemas estacionarios. Los sistemas en equilibrio son más difíciles de definir en general. Tal baste decir que si se perturba un sistema en equilibrio, pasa a otro estado, pero retorna al anterior cuando cesa la perturbación.

### **SOCIEDAD CIVIL**

La noción de sociedad civil es ambigua. De la Antigüedad al siglo XVII ha ido contra todo el estado de naturaleza y significa toda sociedad políticamente organizada. Actualmente, Dominique Colas propone una definición operativa de la sociedad civil. Esta designa "la vida social organizada según su propia lógica, sobre todo asociativa, que aseguraría la dinámica económica, cultural y política.

El concepto de sociedad civil encuentra su formulación sistemática en 1821, en *Los principios de la filosofía del derecho* de Hegel. Al introducir este concepto, Hegel tomó nota del cambio más significativo de la modernidad política: la separación de la “vida civil” y de la “vida política”, de la sociedad y del Estado; un cambio concomitante con la revolución industrial.

Las variaciones históricas del concepto demuestran hasta qué punto la sociedad civil es una noción conflictiva e ideológica. En nuestros días, ha reaparecido, tras la crisis del Estado-providencia, y posee múltiples connotaciones positivas. A causa de su dimensión colectiva, la sociedad civil parece escapar a los peligros del individualismo e incitar a la solidaridad. Por su dimensión civil, evoca la emancipación de la tutela estatal, pero también los valores más afectivos, como la intimidad, la familiaridad, etc. Así se explicaría la reactivación reciente de la pareja sociedad civil-Estado (Wolton, 2000).

## **SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN**

La expresión *Sociedad de la Información* (SI) se ha popularizado a raíz de su uso de las iniciativas públicas que tienen por objeto promoverla, especialmente en la Unión Europea. Sin embargo, su origen se remonta a los años sesenta, cuando comenzó a percibirse que la Sociedad Industrial empezaba a evolucionar hacia un modelo de sociedad distinta, en la que el control y la optimización de los procesos industriales, en tanto que claves económicas, es sustituido por el procesamiento y manejo de la información. Hoy consideramos a la Sociedad de la Información como una fase de desarrollo social caracterizada por la capacidad de sus miembros (ciudadanos, empresas y Administración Pública) para obtener y compartir cualquier información, instantáneamente, desde cualquier lugar y en la forma que se prefiera o se necesite.

Por tanto, el efecto de la Sociedad de la Información se caracteriza por un cambio o desplazamiento de paradigma en las estructuras industriales y en las relaciones sociales. Del mismo modo que la llamada “revolución industrial” modificó, en el último cuarto del siglo XIX, las sociedades de fundamento especialmente agrario, y la sociedad postindustrial, en la que nos encontramos, incorporó el acceso a los servicios prestados por otro al concepto anterior.

Los terminales para acceder a los contenidos que proporciona la Sociedad de la Información deben caracterizarse por: la capacidad de tratar información multimedia, es decir, textos, imágenes estáticas, vídeo, música, voz de diferentes calidades, etc. y también por la interactividad, es decir, facilitar la comunicación en ambos sentidos. Es deseable que los terminales puedan utilizarse tanto para el acceso a esta red como para ver Tv, mantener conversaciones por la red telefónica fija y móvil, etc. El ordenador personal sigue siendo el terminal más extendido.

## **SOCIOLOGÍA**

¿Cuál es el objeto de la sociología? Esta disciplina tiene como objeto propio la realidad social bajo el aspecto de las relaciones que se dan en ella. La sociología reconoce como premisa propia la posibilidad de ver la realidad tal y como es, interpelante e inteligible. Parte de que existe la sociedad para poder estudiar sus relaciones, pero dudamos de poder construir idealmente ninguna sociedad independiente de su existencia. Ya Max Weber advertía que “la Sociología tiene que designar una ciencia que se propone entender, a

partir de un procedimiento interpretativo, la actuación social, haciendo una explicación causal de su curso y de sus efectos".

Debe dejarse claro que la Sociología no es el único camino de acceso a la realidad, en el supuesto de que la realidad haya de ser interpelada, "accedida". Esta disciplina permite acercarse a instituciones como la familia, conceptos como la población, la organización y el trabajo, la estratificación social, los entornos no sociales, el conflicto y el cambio social.

El auge de las reuniones nacionales e internacionales de sociólogos les ha permitido ser testigos de que uno de los contenidos dominantes en las discusiones y planteamientos de la Sociología es la constatación de la perplejidad, de la inseguridad y de la incertidumbre sobre lo que nos depara el porvenir. Recordemos que un libro de Prigogine se titula *El fin de las certidumbres*.

La Sociología tiene todavía un camino institucional que recorrer. Los sociólogos han de despejar recelos corporativistas y ser capaces de mostrar con hechos y usos en qué medida la Sociología es un saber indispensable para cualquier tipo de especialización y también incorporar usos propiamente sociológicos a las distintas especializaciones académicas. El futuro prometedor de la Sociología se apoya en que el mundo académico no considere esta disciplina como una ciencia social más, sino que la incorpore efectivamente a la matriz que conforma la justificación estatutaria de todas las ramas del saber (José Pérez Adán, *Sociología. Concepto y usos*, Eunsa).

## **SOCIOLOGÍA DEL CONOCIMIENTO**

La ciencia no está en las cosas, sino en la mente humana, en la forma en que nos aproximamos a ellas. Ningún gran pensador que se haya propuesto reflexionar sobre la sociedad humana ha podido evitar, ya sea expresamente, ya dándola por asumida, esa tensión entre la lógica de una metodología científica que procura certidumbre y puede medir el avance del conocimiento aportando datos concretos, y una conciencia problemática que se detiene allí donde lo empírico no tiene argumentos explicativos, y hasta se atreve a cuestionar la última palabra que se deposita en la contundencia de los hechos.

En ocasiones, parece como si el progreso científico hubiera seguido sendas autónomas o alejadas de esa cultura inmaterial en la que nos reconocemos y se empeñara en darle la espalda hasta con un mohín desdeñoso. Muchas veces lo que hay detrás de esa apariencias despectiva es el temor a entrar en veredas desconocidas, la manifestación palmaria de la carencia de instrumentos adecuados para observar aquello que, sabiendo que forma parte de la naturaleza humana, se resiste a ser despachado con las fórmulas habituales de los laboratorios.

O bien aceptamos que la sociología del conocimiento sólo se ocupa de contenidos que ofrecen resultados obtenibles a través de procedimientos fácticos, en cuyo caso habría que dejar de lado los aspectos concernientes a la moral, a los ideales, etc. creando nuevas ramas de la sociología que se ocuparan de estos temas y sustituyendo el nombre de sociología del conocimiento por el que sin duda sería más apropiado de sociología de la ciencia -dura-, lo cual no produciría beneficios visibles; o bien convenimos en el amplísimo espectro que corresponde a la sociología del conocimiento si atendemos a sus ambiciones epistemológicas y a la dilatación de la mirada que se concentra en su territorio conceptual.

(Profesor Saavedra, Revista *Sociología*, Universidad de La Coruña, 1997)

## **TAREAS DEL PERIODISTA CIENTÍFICO**

- 1ª Fortalecer la formación del periodista en los niveles de pre y postgrado, incluyendo un reciclado permanente en distintas áreas del saber.
- 2ª Preparar al científico y al tecnólogo para entender el mundo de las comunicaciones, las necesidades del público y el papel de los comunicadores como intermediarios.
- 3ª Potenciar la educación permanente.
- 4ª Incorporar el contenido de la ciencia y la tecnología las todas las áreas que cubre la comunicación social.
- 5ª Hacer posible que los centros productores y usuarios de ciencia y tecnología saquen su producto a la calle.
- 6ª Dinamizar los museos, observatorios, planetarios, acuarios, herbarios y otros centros de almacenamiento del saber, como fuentes públicas de comunicación.
- 7ª Dialogar con la ciencia. En los últimos años, las organizaciones nacionales de periodismo científico han realizado acercamientos con entidades y centros de investigación.
- 8ª Plantear el tema de la independencia científica y tecnológica y exigir la decisión política de los gobiernos y la toma de conciencia de las nuevas generaciones.
- 9ª Vincular los intereses e inquietudes de los adolescentes y niños con los afanes de la ciencia y la tecnología para brindar más calidad y dignidad a su vida cotidiana.
- 10ª Privilegiar el análisis motivador para una reflexión pública sobre qué esperar y cuánto confiar en el producto de la ciencia y del quehacer de los científicos. La gente pide respuestas a problemas concretos y cotidianos, que afectan a la calidad de vida (Prenafeta, 1999).

## **TÉCNICA Y TOMA DE DECISIONES**

¿Cómo se transmite la información técnica y biomédica? Hace algún tiempo, la divulgación se consideraba una especie de lujo, una cultura suplementaria. Actualmente se trata de un problema político. Hay que explicar los descubrimientos científicos y técnicos al público de manera que puedan tomarse decisiones políticas con conocimiento de causa. Este tipo de decisiones no pueden dejarse exclusivamente en manos de especialistas, porque éstos, cada vez con más frecuencia, no se ponen de acuerdo sobre las técnicas, que plantean problemas. Dicho de otra forma, la técnica en sí misma no permite tomar una decisión, como la autorización o la prohibición de sus aplicaciones.

Deben ocuparse de esto personas que no sean técnicas, capaces de entender el problema, por lo que acuden a los expertos. Pero éstos en general no saben explicarse, porque no han sido preparados para ello. Se acude entonces a un intermediario de los medios de comunicación, que cumplirá su papel más o menos bien y que se expresará en función de sus propios intereses o los de los diferentes protagonistas.

El periodista y el científico se contraponen a veces, y hay que recurrir a lo que se ha llamado "el primer nivel de la ética". Es más fácil ponerse de acuerdo en una ética mínima de evitación del mal y del sufrimiento, que en una técnica más elaborada del bien y de una felicidad que sólo imaginamos y que en la mayor parte de los casos es sólo un espejismo. Se puede esperar que los periodistas-educadores hagan este trabajo si disponen de medios y

de una opinión pública favorable. La educación no debe pretender solamente enseñar la verdad y despertar la indignación, sino también desarrollar el espíritu crítico, sobre todo crear telespectadores críticos y exigentes ).

## **TECNOLOGÍA**

Para el Premio Nobel Jean Dausset, la mera enunciación del tema "ciencia y tecnología" pone de manifiesto la oposición entre los dos conceptos: la ciencia se refiere a los conocimientos, mientras que la tecnología trata más bien de su utilización, del instrumento que permite servirse de los saberes. Se podría decir que un científico es alguien que observa una zona estrictamente determinada del mundo real, a menudo en el laboratorio, y que bajo la superficie del fenómeno observado, trata de alumbrar ideas y principios unificadores que incorporará en hipótesis y teorías. Cuanto más profundice en sus observaciones y más universalmente aplicables sean sus teorías, más eficaz resultará como científico.

Pero el tecnólogo, aun buscando como el científico ideas unificadoras subyacentes, de alguna forma debe volver pronto al mundo cotidiano y diseñar su coche, su fábrica, su computadora o su sistema de transporte dentro del mundo real y no en el laboratorio. Para alcanzar el éxito, su proyecto debe tener en cuenta todos los complejos factores de interacción que ahora se conocen.

Hoy se viene dedicando atención a los problemas de la técnica, que tiene una estructura de valores propia, y que se asienta sobre sus fines autónomos. Para Broncano (Universidad de Salamanca) los casos difíciles nos obligan a considerar el grado de compromiso que tenemos con esos valores, que legitiman una actividad y una institución por sí misma, porque nacen de la naturaleza de esa actividad de tal modo que lo que uno puede cuestionar es la propia actividad en sí, pero no los valores que la instituyen y la constituyen. Uno de los problemas es la explicación de la innovación. Al crear nuevos instrumentos, se están creando de hecho nuevos fines determinados por las posibilidades abiertas por esos nuevos medios. La pregunta es cómo pueden surgir sentidos esencialmente nuevos de los viejos sentidos. Cómo llegó a inventarse (y difundirse) la locomotora de vapor, partiendo desde la máquina de Newcomen, y cómo la máquina de Newcomen llegó a inventarse desde los molinos de agua.

## **TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN**

Todas las tecnologías favorecen en mayor o menor medida un determinado cambio, y la organización socioeconómica que las utiliza puede determinar el sentido final de su orientación. Pero la realidad vivida en los últimos años nos permite percibir la gran potencia de cambio de las tecnologías de la información, capaces de ofrecer mejores resultados con menores consumos de potencia como consecuencia de la creciente miniaturización electrónica. Negroponte ofrece una explicación al fenómeno de las tecnologías de la información mediante el factor multiplicador, es decir, el número de veces que una tecnología es capaz de mejorar la función o el objetivo que le ha sido asignado. Por ejemplo, la automoción permite pasar de nuestra velocidad de desplazamiento al andar (unos 6 km/h, a la de un automóvil en carretera (90 km/h), lo que significa un factor multiplicador de 15 (90 dividido entre 6). El factor multiplicador es de 150 en la tecnología aeronáutica, pensando en un avión que viaje a 900 km/h. El hecho diferenciador de las modernas tecnologías de la información, y con ello la posible justificación de lo que se

empieza a considerar como *la revolución de las tecnologías de la información*, radica en unos factores multiplicadores muy superiores, del orden del millón. La informática, tecnología automatizada del proceso de datos, permite hacer en millonésimas de segundo los cálculos y operaciones que sin informática exigen tiempos, como mínimo, del orden del segundo. Las telecomunicaciones electrónicas aportan igualmente un factor multiplicador del orden del millón, ya que transmiten en millonésimas de segundo (de hecho, a velocidades del orden de la velocidad de la luz) lo que, sin esta tecnología de transmisión, debe medirse como mínimo en una escala del orden de los segundos (Nicholas Negroponte). Como en la medicina, se ha aconsejado, en el uso de las tecnologías de la información, no sobrepasar la dosis prescrita.

## **TELEVISIÓN Y CIENCIA**

La televisión, el cine y el video no son solamente medios de comunicación, sino, como ocurre con la radio, pueden convertirse también en vías de conocimiento y desarrollo, especialmente para los países y sociedades donde la educación no llega a todos los ciudadanos. La imagen está presente en nuestra vida cotidiana, sin excluir el conocimiento. Los programas educativos de radio y televisión y los programas científicos son los primeros que han unido sus esfuerzos para asociarse al proceso educativo. Y a pesar de tantas decepciones, todavía hay gente que espera que la TV pueda llegar a ser el instrumento educativo más potente de la historia.

En lo que se refiere a la información científica, el periodismo televisivo consistiría en convertir la información desordenada e inconexa en datos claros, sencillos y comprensibles para todos. Es convertir la *verosimilitud científica* en *verosimilitud narrativa* y también evitar que a través de pantalla el espectador perciba una imagen deformada del discurso científico. Y el objetivo final es conseguir que la TV vaya más allá del entretenimiento para convertirse en un instrumento educativo y cultural sin desdeñar lo que tiene de espectáculo, sino, por el contrario, poniéndolo al servicio de la formación del ciudadano sin abandonar su misión informativa y de entretenimiento.

## **TEORÍAS**

La actividad científica culmina en la construcción y contrastación de teorías de gran alcance y poder explicativo y predictivo, como la teoría general de la relatividad, la teoría cinética de gases, la teoría de la evolución y la teoría macroeconómica, entre otras. Usamos la teoría para explicar lo sorprendente, para predecir el futuro, para resumir las regularidades observadas y los datos de que disponemos, para sistematizar nuestros conocimientos, para recordar y comprender, para construir modelos simples de la complicada realidad que nos rodea, para simular, diseñar, manejar y transformar, encontrar y resolver. Las teorías científicas en sí son algo muy complejo, variable en el tiempo y en el espacio. Se desarrollan y evolucionan como un ser vivo a lo largo del tiempo y se presentan de modos distintos en diversos autores. Puede variar en el mismo autor e incluso en ediciones sucesivas del mismo libro. Las teorías científicas son algo muy complejo que, al menos en parte, está en los cerebros, pero la concreta plasmación neuronal de las teorías sobrepasa nuestra capacidad cognitiva, dado lo que es limitado del conocimiento sobre el cerebro.

La misma teoría puede considerarse alternativamente (y con provecho) desde distintos puntos de vista. De hecho, una teoría en sentido sintáctico

determina la clase de sus modelos y puede cumplir una misión computacional de comprensión de la información, lo cual determina con frecuencia sus correspondientes versiones teóricas sintáctica y semántica. En definitiva, los sectarios de los diversos enfoques no están hablando de las mismas cosas (las teorías científicas).

### **TEORÍA CUÁNTICA**

La teoría cuántica, junto con la relatividad, figura como uno de los grandes avances de la física teórica en el siglo XX. “Teoría cuántica” es un término general utilizado por las teorías en las que las leyes de la física predicen sólo las probabilidades de diversos resultados de sus experimentos. En una teoría cuántica, si uno conoce todo lo que puede conocer sobre un sistema físico hoy, no hay garantía de que pueda predecir su condición mañana con completa precisión. Puede seguir sometiendo el resultado promedio de un experimento que se denomina “valor esperado”, pero cualquier único experimento real dará un resultado diferente. Se utiliza el término “fluctuación cuántica” para sugerir la forma en que los valores de las magnitudes físicas varían con las teorías cuánticas.

Las teorías cuánticas contrastan abruptamente con las teorías “clásicas”, teorías deterministas, en las que puede predecirse en principio el estado futuro preciso de un sistema físico. Las teorías clásicas, como la mecánica de Newton y la electrodinámica de Maxwell, resultan ser inadecuadas para describir la estructura de los átomos, el comportamiento de los átomos en las moléculas, y el comportamiento de la luz en ciertas circunstancias.

Actualmente, los físicos utilizan teorías que tratan el propio espaciotiempo como si fuera clásico. Estas teorías híbridas (espaciotiempo clásico, contenido cuántico del espacio tiempo) se denominan teorías “semiclásicas”. Un desafío persistente de la física teórica es encontrar una “teoría cuántica completa” que describan las fluctuaciones del espaciotiempo, o de la *métrica*, así como de todo lo que hay en él. Una teoría semejante, que sustituiría a la *relatividad general*, se denomina a veces “gravedad cuántica”.

### **TERMODINÁMICA**

La termodinámica es una parte muy peculiar de la física. En su formulación clásica no aparecen ni el espacio ni el tiempo. Ello ocurre porque esta disciplina se ocupa del estudio e sistema en cuanto a las consecuencias de la transferencia de energía y de materia. Los objetos que estudia la termodinámica se llaman *sistemas* (véase entrada correspondiente).

La termodinámica se basa en tres observaciones que provienen de la experiencia ordinaria: 1. Varios cuerpos están en equilibrio cuando tienen el mismo grado de calentamiento. 2. Es imposible obtener trabajo mecánico a partir de la nada. 3. Los procesos naturales ocurren espontáneamente en una dirección. De estas tres observaciones proceden los conceptos de temperatura, energía interna y entropía, respectivamente. Y por medio de ellos se expresan los denominados *principios de la termodinámica*: el primero afirma la conservación de la energía en sistemas aislados; el segundo establece que en los mismos sistemas, la entropía crece hasta que se llega al equilibrio; según el tercero, la entropía de un cuerpo puro es nula para el cero absoluto de la temperatura (Sánchez del Río).

Se conoce como entropía la magnitud de un sistema termodinámico, cuya variación en un proceso diferencial reversible es igual al calor absorbido del entorno, dividido por la temperatura termodinámica del sistema. En las



transformaciones reales (procesos irreversibles), la entropía aumenta constantemente e indica, en cierto modo, el grado de desorden del sistema.

## TIEMPO

“¿Qué es el tiempo? Si nadie me lo pregunta, lo sé; si lo tengo que explicar, no lo sé”. Igual que San Agustín, todos los filósofos han cavilado sobre el tiempo. Hoy se unen a ellos los astrofísicos y los cosmólogos. Por muy ingeniosas y complicadas que resulten la mayoría de las teorías que tratan de explicarlo, poco se ha podido hacer contra la concepción popular, que se limita a alinear todo cuanto ha sucedido en el pasado, lo que está sucediendo ahora y lo que sucederá en el futuro, en una línea recta, donde el presente está marcado por un punto en movimiento de avance que separa nítidamente el pasado del futuro. Casi estamos tentados a envidiar esta concepción por su simplicidad, que desemboca en tautologías del tipo de lo pasado, pasado está. Pero quienes piensen de ese modo se verán obligados a capitular ante la pregunta de cómo es posible el recuerdo. Y mucho más les perturbará la asincronía de lo simultáneo.

Si hemos de dar crédito a nuestros diccionarios y enciclopedias, el anacronismo es un “acto atentatorio contra el curso del tiempo, contra la cronología”, es la “falsa clasificación, contra la cronología”, es la “falsa clasificación cronológica de ideas, cosas o personas”, o bien, en expresión inglesa más explícita

Se observa aquí un claro tono censor, casi denunciador. ¡Ay del desprevenido que osara atentar contra el decurso del tiempo, que colocara mal sus ideas o que incluso hiciera o pensara algo que estuviera *out of date*, es decir, en discordancia con el presente! Porque con ello perturbaría terriblemente la armonía del presente.

## TRANSGÉNICOS

Las tres biotecnologías más importantes hasta ahora son la ingeniería genética, la transferencia de genes de un organismo a otro y la transformación genética de bacterias. Cada una de ellas, considerada aisladamente, es sorprendente, pero en conjunto conducen a la humanidad hacia una nueva era, tan significativa, según confirmará el tiempo, como la llegada de nuestros antepasados a la era del vapor, la de la radio o la de la energía nuclear. Una vez que se cultivan células, los ingenieros genéticos no tienen ya que limitarse a la adición de genes; pueden eliminar algunos o alterarlos o añadir genes artificiales, de la misma manera que ahora, en principio, es posible operar con bacterias y plantas.

Al organismo genéticamente manipulado se le llama “transformado” o “transgénico”. Frente a quienes afirman que la naturaleza y los criadores de ganado lo han venido haciendo durante miles de años, no es así, porque los criadores tradicionales han de operar dentro de las fronteras reproductivas que definen a una especie. Pero el moderno ingeniero genético puede en principio sacar genes de cualquier organismo y ponerlos en cualquier otro: genes de hongos en las plantas, genes de ratón en bacterias, genes humanos en ovejas. Pero la ingeniería genética está limitada por el simple hecho de que la mayoría de los genes de los seres vivos aún no han sido identificados.

Uno de los primeros animales transgénicos de verdadera trascendencia comercial fue *Tracy*, que no es un clon, pero sí producto de la ingeniería genética. Fue dotada de un gen humano productor de la enzima alfa-1,

comúnmente abreviada como AAT, que *Tracy* segrega en su leche en cantidades enormes. La AAT se emplea en Estados Unidos en el tratamiento de afecciones pulmonares, sobre todo en enfisemas y fibrosis quística, pero sus existencias en el presente proceden del plasma sanguíneo humano. Queda, por tanto, mucho camino que andar.

## **VIDA INTELIGENTE**

Nuestro tamaño significa que podemos aprender fácilmente con respecto a las propiedades superficiales de cosas en la escala de los centímetros o metros. Pero si hemos de comprender la estructura de los cuerpos astronómicos y de los del campo de las moléculas, átomos y partículas, entonces necesitamos el auxilio de medios artificiales. Si hemos de descubrir toda la historia sobre las fuerzas que gobiernan el reino subatómico de las partículas elementales, tenemos que sorprender a la Naturaleza en circunstancias muy alejadas de los límites de nuestros sentidos.

Las dificultades que hemos de encontrar al extender nuestro control sobre la Naturaleza es por tanto una consecuencia de nuestro tamaño y de las propiedades de un ambiente capaz de soportar formas de vida atómica de base planetaria. Los seres vivientes deben habitar ambientes favorables para la complejidad organizada. Esto significa ambientes suficientemente templados como para dejar intactas las uniones moleculares, pero lo suficientemente cálidos como para que existan el agua y otros líquidos simples. Podemos esperar que cualquier forma de vida inteligente con base planetaria haya encontrado limitaciones semejantes, y que las haya superado de manera nada diferente de la nuestra.

Un interesante subproducto del ambiente soporte de vida es la manera en que la presencia de una atmósfera crea colores, dispersando la luz de su estrella central (en nuestro caso el Sol). La presencia del color impulsa a la selección natural a favorecer adaptaciones que puedan explotar su percepción con provecho. Toda rotación del planeta, que es difícil de evitar, crea variaciones diarias en los niveles de iluminación (Barrow, 1999).

## **VIRTUALIDAD**

La virtualidad puede definirse como el movimiento inverso a la actualización. "Virtual" se refiere a algo que penetra hasta el mismo corazón científico de la realidad. Todos los ordenadores son máquinas virtuales, sombras de una máquina definida -aunque no construida- en 1936 por el matemático británico Alan Turing.

Una empresa virtual hace uso masivo del teletrabajo, tendiendo a sustituir la presencia física de sus empleados en los mismos locales por la participación en una red de comunicación electrónica y a usar recursos informáticos que favorecen la cooperación.

Lo virtual, en un sentido estricto, tiene por afinidad con lo falso, lo ilusorio o lo imaginario. Lo virtual no es lo opuesto a lo real, sino una forma de ser, fecunda y potente, que favorece los procesos de creación, abre horizontes, cava pozos llenos de sentido bajo la superficialidad de la presencia física inmediata. Algunos filósofos trabajan sobre la noción de lo virtual, que no se opone a lo real sino a lo actual: virtualidad y actualidad sólo son dos maneras de ser diferentes. Según los expertos, se conocen varias realidades virtuales distintas. He aquí tres de ellas: comunidad de intereses, recreación del mundo real (programas o formas de programación en Internet) y un conjunto de experiencias de las que es ejemplo Active Worlds, un programa de

conversación que se desarrolla en un espacio de apariencia tridimensional y que se puede descargar de la red.

## **VIRUS**

Entidad no celular capaz de replicarse en el seno de células vivas específicas. Sus componentes permanentes son ácidos nucleicos (ADN y RNA) y proteínas, y pueden, además, estar presentes hidratos de carbono y lípidos. Según su naturaleza, los virus pueden infectar a distintos tipos de células. Su presencia en los organismos puede dar lugar o no a síntomas de enfermedad, según el tipo de virus. Entre otras enfermedades producidas por virus se encuentran gripe, viruela, sida, poliomielitis, herpes, hepatitis, etc. Los retrovirus están implicados en el desarrollo del cáncer. En el Diccionario esencial de las ciencias figuran varias decenas de virus distintos.

## **VIRUS INFORMÁTICOS**

Últimamente se han puesto de moda otra clase de virus, que son programas de ordenador no deseables y que pueden afectar negativamente a su funcionamiento borrando o modificando archivos, problemas del sistema de arranque, etc. Para los más conocidos existen programas de eliminación de virus, denominados *antivirus*.

Los virus informáticos son mecanismos replicadores, igual que los virus biológicos, pero en un sentido especial, porque son parásitos, no vienen empaquetados dentro del mensaje fenotípico. Y lo que tendríamos como resultado sería el comienzo de un proceso evolutivo. La disponibilidad de una comunicación internacional instantánea está amenazada por estos rasgos de ingenio informático que estarían mejor aplicados en aspectos constructivos y beneficiosos.

De todos modos, y aunque a veces cause problemas graves, el envío de virus de esta naturaleza no suele deberse a intención de hacer daño, sino al deseo de "acreditarse" como expertos informáticos.

## **ZOOLOGÍA Y PERIODISMO**

La zoología es una de las ciencias que más se han desarrollado, pero en la que, paradójicamente, falta más por descubrir. Algunos países poseen unas variedades tan sobresalientes de especies animales que pesa sobre ellos la amenaza de extinciones. En estas sociedades, una divulgación zoológica es indispensable, no sólo como conocimiento de la naturaleza, sino para crear una opinión pública de ayuda y protección a las especies. La divulgación zoológica tiene ilustres antecedentes, desde Bufón. Anglosajones y germanos han realizado en nuestro tiempo una divulgación popular y exigente a la vez de esta ciencia. Figuran entre ellos Gerald Durrell, Vitus B. Dröscher, Konrad Lorenz, Karl von Frisch y otros.

El ser humano apenas conoce hoy la décima parte de los animales que pueblan la Tierra. No obstante, asistimos hoy a un gran esfuerzo científico por conocer la vida de los animales extinguidos y por presentarla al público de modo interesante y asequible. Otros problemas para los divulgadores de la zoología son el número de insectos censados llega a la increíble cifra de un millón de especies. Se sabe, por ejemplo, que las hormigas pardas de los bosques siberianos se caracterizan por una asombrosa organización y son capaces de intercambiar informaciones. Y en el fascinante mundo de las mariposas, la belleza no es el único aliciente para su estudio: su comportamiento, su fisiología, la reproducción, la alimentación, la magia de la

metamorfosis, son aspectos tan apasionantes como el estallido de color de sus alas.

En otros campos de la zoología, los conocimientos son también impresionantes. Se cree que existen por lo menos trescientas mil especies de escarabajos y sólo hay unas diez mil especies de aves. Todo esto, y otras muchísimas cosas constituyen materia de divulgación sugestiva y curiosísima y los periodistas o divulgadores que se acerquen a estos campos tendrán materiales de sobra para escribir preciosos trabajos.

## BIBLIOGRAFIA

- Alboukrek, Aarón (1991): *En la ciencia*, México D.F.
- Alfonseca, Manuel (1999): "El mito del progreso en la evolución de la ciencia", *Encuentros Multidisciplinares*, N° 1, enero-abril 1999).
- Anuarios de Ciencia y Tecnología, Asociación Española de Periodismo Científico, Madrid, 2000, 2001, 2002.
- Atlan, Henry (1991): *Con razón y sin ella*, Tusquets; (1997): *Cuestiones vitales*,
- Balducci, C. (1965) *Los endemoniados, hoy*. Editorial Marfil, Alcoy (España).
- Bartra, Roger(1983): "Los secretos en la ciencia", en *Naturaleza*, Volumen 14, N° 5, México.
- Barrow, John D. (1999): *Imposibilidad. Los límites de la ciencia y la ciencia de los límites*, Gedisa editorial
- Burkett, David Barren (1986): *News Reporting: science, medicine and high technology*. The Iowa State University Press.
- Calvo Hernando, Manuel (1997): *Manual de Periodismo Científico*. Bosch Casa Editorial, Barcelona.
- Calvo Hernando, Manuel (1999): *El Nuevo Periodismo de la Ciencia*. CIESPAL, Quito.
- Calvo Fernández, Sergio, y Reinares Lara, Salvador (2001): *La comunic@ción en Internet*, Paraninfo, Madrid.
- Deane, Phyllis (1981): "La Revolución Industrial en Gran Bretaña", en Carlos Cipolla (ed), *Historia económica de Europa (1700-1914)*, Ariel, Barcelona.
- Dieudonné, Jean (1989): *En honor del espíritu humano. Las matemáticas hoy*. Alianza Universidad, Madrid.
- Dellamea, Amalia B. (1995): *El discurso informativo*. Fundación Universidad a Distancia Hernandarias, Buenos Aires.
- Diccionario de español urgente* (2000): Agencia EFE/SM diccionarios, Madrid.
- Diccionario de Hermenéutica* (1997).Dirigido por A.Ortiz-Osés u P. Lanceros, Universidad de Deusto, Bilbao.
- Divulgación Científica. Memoria del Encuentro Nacional de Sinaloa* (2000). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México, D.F.
- Divulgar la ciencia. Actas de las XIV Jornadas Internacionales de la Comunicación* (2000). Universidad de Navarra.
- Dyson, Freeman (1991): *El infinito en todas direcciones*, Tusquets,

Barcelona.

- Douglas, Mary (1998): *Maneras de Pensar*. Gedisa, Barcelona.
- Echeverría Ezponda, Javier (1997): "La filosofía de la ciencia a finales del siglo XX", en *Boletín de la Fundación Juan March*, Junio-Julio 1997.
- Fayard, Pierre (1988): *La communication scientifique publique*. Chronique Sociale, Lyon.
- Gleick, James (1988), *Caos. La creación de una ciencia*. Seix Barral
- Gould, Stephen Jay (1995), *Dientes de gallina y dedos de caballo*. Crítica.
- Gracia, Diego (1993): "Ciencia y Etica", en *Humanismo y Ciencia*, Casa de las Ciencias-Paideia, La Coruña.
- Habermas, Jürgen (1984): *Ciencia y técnica como "ideología"*. Tecnos, Madrid.
- Hawking, Stephen W. (1988): *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*. Crítica.
- Hawking, Stephen W.; Kip S. Thorne; Igor Novikov; Timothy Ferris y Alan Lightman (2002): *El futuro del espaciotiempo*, Crítica.
- Historia de las ciencias* (1987). Coordinadores: Antonio Lafuente y Juan J. Saldaña. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- Idrobo, Sandra (1999): "Periodismo y ciencia: matrimonio de conveniencia, ¿ para quién?", en *El Periodismo Científico en el Siglo XXI, una vía hacia el desarrollo sostenible*, Quito, septiembre 1999.
- Informe sobre Desarrollo Humano 2001*, Ediciones Mundi Prensa. México, Madrid, Barcelona.
- La Tercera Cultura* (1996). Edición de John Brockman. Tusquets.
- Latour, Bruno (1995), *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Alianza Universidad.
- Latour, Bruno (2001): *La esperanza de Pandora*, Gedisa.
- La Sociedad de la Información en Europa* (2002), Informe de Telefónica, Madrid.
- Leakey, Richard, y Roger Lewin (1998): *La sexta extinción. El futuro de la vida y de la humanidad*. Tusquets.
- Lévy, Pierre (1999): *¿Qué es lo virtual?*, Paidós.
  - Les scientifiques et le spectacle de la science*. Actes de la IVème Rencontre Internationale du Groupe d'Etude et de Recherche sur la Science de l'Université Louis Pasteur. Strasbourg, 1993.
- Lewin, Roger (1995): *Complejidad. El caos como generador del orden*, Tusquets.
- Lozano, Jorge, Cristina Peña-Marín y Gonzalo Abril (1999): *Análisis del discurso*. Cátedra.
- Kurtén, Björn (1996): *Nuestros antepasados más remotos*. Alianza.
- Mandelbrot, Benoit (1997), *La geometría fractal de la naturaleza*, Tusquets
- Margulis, Lynn, y Dorion Sagan (1995): *Microcosmos*, Tusquets
- Martínez de Sousa, José (2000): *Manual de estilo de la lengua española*. Trea,
- Mattelart, Armand : (1997): *La mundialización de la comunicación*", Paidós.
- Mendes dos Santos, Geraldo, Instituto Nacional de Pesquisas de Amazônia (Inpa), Brasil.
- Meyenn, Karl von: "Los episodios científicos del pasado tienen un gran valor en la educación y en la planificación futura". "La Vanguardia", 26-2-1989.
- Meyer, Hermann J. (1996): *La tecnificación del mundo*, Editorial Gredos,
- Molina, Eustoquio (1992): *Origen y evolución del hombre*. Cuadernos Interdisciplinarios Nº 2, Universidad de Zaragoza.

- Minsky, Marvin (1986): *La sociedad de las mentes*. Ediciones Galápagos, Buenos Aires.
- Mora, Francisco (2001): *El reloj de la sabiduría*, Alianza.
- Morata, Pablo (1977): "Geografía y Periodismo Científico". II Congreso Iberoamericano de Periodismo Científico. Madrid, 1977.
- Morin, Edgar (1996): *Correo de la Unesco*, febrero.
- Negroponte, Nicholas (1999): *El mundo digital*. Ediciones B.
- Nelkin, Dorotyy y M. Susan Lindee (1998): "El gen como icono cultural", en *Mundo Científico*, N° 194, octubre 1998.
- Nooteboom, Cees (1996): "Tiempo exaltado. Sobre la lectura de los periódicos". Süddutsche Zeitung, edición del 50 aniversario. Versión española en *Humboldt* 117.
- Núñez, Irama, Edgar González-Gaudiano y Ana Barahona: "La biodiversidad: historia y contexto de un concepto". *Interciencia*, Vol. 28, N° 7, Caracas, julio 2003.
- O'Donnell, James (2000): *Avatares de la palabra*. Piados.
- Pagels, Heinz R. (1990): *El código del universo*, Pirámide.
- Pasquali, Antonio (1986): *Comunicación y cultura de masas*, Monte Avila, Editores, Venezuela.
- Penrose, Roger (1996): *Las sombras de la mente*, Crítica.
- Pinillos, José Luis (1988): *El lenguaje de las ciencias humanas*. Madrid.
- Prenafeta, Sergio (1999): "Periodismo científico en el siglo XXI: compromiso más que desafío", en el Encuentro *El Periodismo Científico en el siglo XXI, una vía hacia el desarrollo sostenible*. Quito, 29-30 octubre 1999.
- Quintanilla, Miguel Angel (1995): "La construcción del futuro", en *Nuevas Meditaciones sobre la técnica*, edición de Fernando Broncano, Editorial Trotta.
- Ralston, Saul John (1997): *La civilización inconsciente*, Anagrama.
- Rees, Martín (1999): *Antes del principio*. Tusquets.
- Reis, Carlos, y Ana Cristina M. Lopes (1996): *Diccionario de Narratología*, Ediciones Colegio de España, Salamanca.
- Rodríguez Castelo, Hernán (1999): *Redacción Periodística*. CIESPAL, Quito.
- Roqueplo, Philippe (1974): *Le partage du savoir*. Seuil, París. Hay versión española: *El reparto del saber*, Gedisa.
- Rubia, Francisco J. (2000): *El cerebro nos engaña*. Temas de Hoy.
- Sagan, Miles de millones, 1998, Ediciones E.
- Torrales Aguirre, Daniel (1999): *Periodismo Científico y Nueva Educación*. Universidad Católica del Norte, Chile.
- Wagensberg, Jorge (1989): *Ideas sobre la complejidad del mundo*, Tusquets.
- Weinberg, Steven (1994), *El sueño de una teoría final*, Crítica.
- Wilmot (Ian), Keith Campbell y Colin Tudge (2000): *La segunda creación*, Ediciones B.
- Wolton, Dominique (2000): *Internet ¿y después?*, Gedisa.
- Woolley, Benjamín (1994): *El universo virtual*. Acento Editorial.
- Ziman, John (1980): *La fuerza del conocimiento. La dimensión científica de la sociedad*. Alianza.